

F. Becke: Über Myrmekit.

(Mit 4 Textfiguren.)

Eine der interessantesten Bildungen, deren Kenntnis wir der Einführung des Mikroskops in das Studium der Gesteine verdanken, sind jene Verwachsungen von Quarz und Plagioklas, die man gegenwärtig mit dem Namen Myrmekit belegt. Sie sind schon frühzeitig bemerkt worden. Einer der ersten, der diese Gebilde beschrieben hat, war Michel-Lévy.¹⁾ In dem Fundamentalwerk²⁾ der französischen Petrographie werden sie als „quartz vermiculée“ scharf von dem eigentlichen Mikropegmatit geschieden, bei dem die in Feldspat eingewachsenen Quarzstengel gewöhnlich geradlinig begrenzt sind, und beschrieben als „formes hiéroglyphiques à contours courbes ou des apparences vermiculaires“. „Quartz vermiculée“ erscheint dann sehr häufig in der französischen petrographischen Literatur. M.-Lévy und seine Schüler sehen in diesen Gebilden das Ergebnis einer Korrosion des älteren Plagioklases durch das Magma, das den jüngeren Orthoklas produziert.

¹⁾ Bull. Soc. Géol. de France, 8^e série, tome III. 1874. Structure microscopique des roches acides anciennes. Granite porphyroïde de Vire, pag. 201. Taf. IV, Fig. 1.

²⁾ Fouqué u. Michel-Lévy: Minéralogie micrographique, 1879, pag. 193.

J. Romberg¹⁾ hat bei der Beschreibung argentinischer Granite die Aufmerksamkeit auf Quarz- und Feldspatbildungen gelenkt, die er als sekundäre Bildungen auffaßte. Hierunter befinden sich nun auch solche, die wir heute Myrmekit nennen würden.²⁾ Einem Gebrauche Rosenbuschs folgend nennt er sie granophyrische Verwachsungen.

Er gibt davon eine Anzahl guter Abbildungen; seine Beschreibungen heben manche Momente richtig hervor, so das Auftreten der Verwachsungen an den Rändern der Mikrokлиндurchschnitte. Die Gründe, die er dafür vorbringt, daß diese Gebilde Produkte der Verwitterung seien, sind nicht zwingend. Allerdings folgen den gekerbten Säumen vom Myrmekit um Kalifeldspat öfters in etwas verwitterten Gesteinen trübe Verwitterungszonen; das rührt aber davon her, daß die Verwitterung auf allen Fugen zwischen den Gesteinsgemengteilen angreift. Es gibt Myrmekit in ganz unverwitterten Gesteinen.

Die Auffassung Rombergs habe ich mit einer gewissen Lebhaftigkeit bekämpft in der Arbeit über Tonalit der Rieserferner.³⁾ Bekannt waren mir diese Bildungen allerdings schon länger und ich habe sie kurz beschrieben in der Arbeit über die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels.⁴⁾ Ich bezeichnete sie hier als mikropegmatitische Verwachsungen von Quarz und Feldspat; die Beschreibung ist hier noch mangelhaft. Dagegen habe ich der Beschreibung dieser Gebilde in der Tonalit-Arbeit nicht viel Wesentliches mehr hinzuzufügen. Ich nannte dort diese Gebilde Mikropegmatitzapfen.

Was ich zurücknehmen muß, ist die Deutung dieser Gebilde. Ich warf die „Mikropegmatitzapfen“ mit Mikropegmatit zusammen, obgleich ich den Unterschied in der Beschreibung feststellte, und betrachtete beide als Resultat letzter magmatischer Ausscheidung.

Schwierigkeiten bereiteten dabei jene Fälle, wo Säume von „Mikropegmatitzapfen“ Plagioklase umgaben, die ganz von Kalifeld-

¹⁾ J. Romberg: Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. VIII. 1892.

²⁾ Taf. IX, Fig. 15, 16, 17, 18.

³⁾ Diese Mitt. XIII, pag. 411.

⁴⁾ Diese Mitt. IV, pag. 201, 211 und sonst an mehreren Stellen.

spat umgeben waren. So wie später H. Graber¹⁾ nahm ich an, daß derartige Durchschnitte über oder unter der Schlibfebene mit dem Rande des Kalifeldspates zusammenhingen.

Ich habe mich in der Folge überzeugt, daß diese Annahme nicht zulässig ist und daß solche „Mikropegmatitzapfen“ auch von Klüften und Sprüngen aus in den Kalifeldspat eindringen.

K. Futterer²⁾ hat wohl zuerst derartige Beobachtungen veröffentlicht und vorzügliche Abbildungen dieser Verwachsungen gegeben. Er betont auch das reichliche Auftreten dieser Gebilde im Streckungshof der großen Mikroklinkörner des dynamometamorphen „Granitporphyres“.³⁾

Weniger klar ist seine Beschreibung dieser Gebilde und die Angabe, daß es sich um granophyrische Verwachsung von zweierlei Feldspat handle, ist entschieden unrichtig. Futterer sieht in diesen Gebilden die Ausfüllung von Hohlräumen, die bei der Zertrümmerung und Streckung des Gesteins durch Gebirgsdruck entstehen; das halte ich nicht für richtig.

Im Jahre 1899 veröffentlichte J. J. Sederholm⁴⁾ eine interessante Studie über das Grundgebirge von Finnland. Zweimal kommt er hier auf diese Gebilde zu sprechen, die er mit dem Namen Myrmekit belegt. Seite 108 spricht er von Orthoklaskörnchen, die an der gegenseitigen Grenze der Feldspate zum Teil als sie durchziehende Schnürchen auftreten und mit radialstrahlig angeordneten wurmartig gekrümmten Quarzstengeln (Quartz vermiculaire von M.-Lévy) verwachsen sind. Seite 112 gibt er gute Abbildungen (Fig. 62 u. 63) dieser Verwachsung und schildert das Auftreten der

¹⁾ H. Graber: Die Aufbruchzone von Eruptiv- und Schiefergesteinen in Südkärnten. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanst. XLVII. Bd. 1897.

²⁾ K. Futterer: Über Granitporphyr von der Griesscharte in den Zillertaler Alpen. Ein Beitrag zur Kenntnis dynamometamorpher Strukturen. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. IX. 1894.

³⁾ Das Gestein der Griesscharte ist eine Apophyse des großen Zentralgneiskernes der Zillertaler Hauptkette. Die gleiche Ausbildung findet sich als Randzone am Westende des Tonalitgneiskernes im Schlegeistal. Die Bezeichnung „Granitporphyr“ ist gesucht. Ohne Schieferung wäre das Gestein porphyrartiger Granit, aber kaum Granitporphyr.

⁴⁾ J. J. Sederholm: Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finnland. Bull. Com. Géol. de la Finlande. No. 6, 1899.

„warzenähnlichen Verwachsungen zwischen Feldspat, ganz vorwiegend Oligoklas, und wurmartig gekrümmten Quarzstengelchen“.

Er unterscheidet diese Gebilde scharf von dem echten Mikropegmatit¹⁾, von dem sie auch genetisch verschieden sind. Er findet, daß Myrmekit in reichlicher Menge dort auftritt, wo sich Mörtelstruktur (Törnebohm) entwickelt hat. Doch unterscheidet sich diese Mörtelstruktur von derjenigen, welche man in Graniten antrifft, die eine vorwiegend mechanische Metamorphose durchgemacht haben. „Es scheint somit der Myrmekit nur metamorph, und zwar bei solchen Prozessen gebildet zu werden, welche der Kontaktmetamorphose nahe stehen, also bei erhöhter Temperatur und Vorhandensein von reichlichen Lösungsmitteln.“

In neuerer Zeit hat sich gelegentlich W. Bergt²⁾ mit dem Myrmekit beschäftigt. Er findet keine Veranlassung, Gebilde im körnigen Gneis von Surinam, die mit Sederholms Myrmekit identisch sind, für sekundär zu halten. „Sein den übrigen Gemengteilen durchaus gleichartiges Auftreten läßt ihn als eine dem Mikropegmatit entsprechende ursprüngliche Verwachsungsform erscheinen.“ Diese Aussage kann richtig oder unrichtig sein; es kommt auf die Definition des Ausdruckes ursprünglich an. Entschieden unrichtig ist es aber, wenn gesagt wird, daß Sederholm die in Rede stehenden Gebilde zuerst beschrieben hätte. In der Beschreibung hat Sederholm mindestens 3 bis 4 Vorgänger gehabt. Sein Verdienst ist es, den Unterschied gegenüber Mikropegmatit, den schon Fouqué und M.-Lévy bemerkt hatten, wieder scharf hervorgehoben und diesen Gebilden einen passenden Namen gegeben zu haben.

In letzter Zeit hat Petraschek³⁾ dem Myrmekit ein eigenes Kapitel gewidmet gelegentlich der Untersuchung von Gesteinen der Brixener Masse und ihrer Randbildungen. Nach eingehender Besprechung der über Myrmekit aufgestellten Ansichten stellt er die eigenen Beobachtungen zusammen, unter denen insbesondere von Wichtigkeit ist, daß die Myrmekitsäume sich nur dort entwickeln,

¹⁾ Was schon Fouqué und M.-Lévy getan haben.

²⁾ W. Bergt: Zur Geologie des Coppename- und Nickerietales in Surinam (Holländisch-Guyana). Samml. des Geolog. Reichsmuseums zu Leiden. Serie 11, Bd. II, Heft 2.

³⁾ W. Petraschek: Über Gesteine der Brixener Masse und ihrer Randbildungen. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst. 54. 1904, pag. 47.

wo Plagioklas an Kalifeldspat grenzt, und dort fehlen, wo Plagioklas oder Kalifeldspat an Quarz grenzen; daß ferner hie und da ein äußerer Saum der Myrmekitrinden gegen den Kalifeldspat hin aus fast reinem Albit besteht, identisch mit den größeren perthitischen Albitspindeln des Kalifeldspates, und daß dieser Albitsaum frei ist von den Quarzstengeln.

Bezüglich der Bildungsweise des Myrmekits erörtert er verschiedene Möglichkeiten: Aussonderung eines Gehaltes von Quarz- und Plagioklassubstanz, die ursprünglich im Kalifeldspat gelöst gewesen sei nach Art einer festen Lösung; Reaktion zwischen Kalifeldspat und Plagioklas; direkte Erstarrung als letzter Magmarest. Keine von diesen Ansichten läßt alle Erscheinungen befriedigend erklären. „Auf jeden Fall aber halten wir den Myrmekit für eine primäre und magmatische Bildung.“

Wiederholte Beobachtungen an Myrmekit in verschiedenen Gesteinen haben mir ergeben:

1. Der Myrmekit besteht aus halbrunden oder kegelförmigen oder krustenartigen Partien von Plagioklas mit wechselndem, aber meist niedrigem Anorthitgehalt, welche von gekrümmten, bisweilen verästelten Quarzstengeln durchwachsen sind. Die Quarzstengel sind in der Regel partienweise Teile desselben Individuums.

2. Myrmekit findet sich ausschließlich im Zusammenhang mit Kalifeldspat (Mikroklin), und zwar am häufigsten in die Rinde der Mikroklinkörner eingesenkt, dort wo diese an Plagioklas grenzen, nicht aber an der Grenze gegen den Quarz. Bisweilen umsäumt er auch im Mikroklin eingeschlossene Plagioklase und siedelt sich auch auf Klüften und Sprüngen des Kalifeldspates an.

3. Es besteht kein konstantes Verhältnis zwischen der Größe des Kalifeldspates und der an seinem Rande auftretenden Myrmekitzone. Der Myrmekit kann den Kalifeldspat auch völlig verdrängen.

4. Der Plagioklas der Myrmekitkörner hat keine gesetzmäßige Orientierung zum Kalifeldspat, in den er eingesenkt ist¹⁾, aber er erweist sich häufig als orientierte Fortwachsung benachbarter Plagioklase. Die Myrmekitpartien setzen sich selten an die P-Flächen des Plagioklases, häufig dagegen an die Vertikalkanten, an die y-, x- und o-Flächen. Nur wenn Myrmekit als Fortwachsung an orien-

¹⁾ Gegensatz zum Schachbrett-Albit.

tierten Plagioklaseinschlüssen des Mikroklin's auftritt, ist er natürlich so wie diese parallel zum Wirt orientiert.

5. Der Myrmekitfeldspat grenzt sich gegen den Kalifeldspat stets durch konvexe Flächen ab und die Quarzstengel sind divergent strahlig und ungefähr normal zu dieser Oberfläche gestellt; die gabelig verästelten Quarzstengel richten den offenen Winkel der Gabel immer dieser Oberfläche zu. Hierdurch entsteht der Eindruck, als würde der Myrmekit stets einwärts in den Kalifeldspat hinein wachsen. In frischen Gesteinen erscheint die Grenze zwischen Kalifeldspat und Myrmekit stets vollkommen scharf, bisweilen etwas gekerbt oder gezähnt.

6. Die Zusammensetzung des Plagioklasgrundes im Myrmekit schwankt, wie es scheint, mit der Beschaffenheit des Gesteins, in dem er auftritt. Durch Vergleichung der Lichtbrechung mit der der Quarzstengel läßt sich die Bestimmung leicht vornehmen. Je basischer das Gestein im ganzen, je anorthitreichere Plagioklase es enthält, desto anorthitreicher ist auch der Plagioklasgrund des Myrmekit. So fand ich in einer basischen augitführenden Schliere in Granitit von Janowitz, Böhmen (Dünnschliff 1426 des min.-petr. Instituts,

Wien) basischen Andesin

im Kerntonalit des Reinwaldes
(Rieserferner) basischen Andesin

im mikroklinreichen Randgranitit
desselben Gesteins basischen Oligoklas
in der aplitischen Randfazies sauren Oligoklas

H. Graber fand:

im Tonalit von Wistra Andesin
im Granitit sauren Oligoklas

W. Petraschek fand:

im Granitit von Mauls sauren Oligoklas
im Pegmatit fast reinen Albit.

7. Die Quarzmenge im Myrmekit unterliegt Schwankungen, die mit dem Anorthitgehalt des Plagioklasgrundes in Beziehung stehen.

Es wurde schon erwähnt, daß Petraschek den äußersten aus Albit bestehenden Saum von Myrmekitkörnern quarzfrei fand. Diese Beobachtung konnte seither öfter wiederholt werden.

In den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Band LXXV, gab ich Abbildungen von Myrmekit aus

Granitgneis aus dem Stillupgrund im Zillertal und aus Tonalit des Reinwaldes (Rieserferner). Ersterer besteht aus Oligoklas-Albit, letzterer aus Andesin. Es ist unverkennbar, daß die Zahl der Quarzstengel in den ersteren geringer ist als in den letzteren. (Vergleiche Fig. 1 u. 2.)

Fig. 1.



Fig. 2.



Sehr auffallend ist ein Beispiel aus Granitgneis, Stillupgrund, wo einzelne Myrmekitkörner inverse Zonenstruktur erkennen lassen: auf einen Kern von Oligoklas-Albit folgt eine dem Mikroklin zugeordnete Zone von Oligoklas, wie sich leicht durch Lichtbrechung, den optischen Charakter und die Orientierung erweisen läßt. Im Oligoklassaum nimmt die Zahl der Quarzstengelchen unverkennbar zu.

Nach vielen Beobachtungen halte ich es für sicher, daß diese Beziehung besteht. Es ist nur schwierig, das Verhältnis quantitativ zu fassen. Was sich der Beobachtung unmittelbar aufdrängt, ist der Unterschied in der Breite der Zwischenräume zwischen den einzelnen Quarzstengeln des Myrmekit. Hier kann die Messung einsetzen. Am besten wählt man solche Stellen, wo die Quarzstengel annähernd parallel laufen.

Man denke sich nun über das Bild des Myrmekitkornes eine gerade Linie quer über die Stengel gezogen und messe längs derselben die Strecken, die auf die Quarzstengel, und jene, die auf die Zwischenräume (auf den Plagioklasgrund) fallen. Die Messung kann man im Mikroskop mit irgend einem Okularmikrometer oder auch am Photogramm oder an einer mit der Camera lucida hergestellten Zeichnung mit Zirkel und Maßstab machen.

Die Summe der auf die Quarzstengel entfallenden Strecken sei q , die Summe der Zwischenräume sei p . Den Quotienten p/q will ich als den Index bezeichnen. In den mir bekannten Beispielen variiert der Index von 6 bis 1, und zwar, wie die hier mitgeteilten Beispiele zeigen, recht regelmäßig mit der Zusammensetzung des Plagioklasgrundes.

Myrmekit in Aplit aus dem Schiefergneis des nieder-
österreichischen Waldviertels (beobachtet von Herrn
F. Reinhold)

Plagioklas ist Oligoklas-Albit ($\gamma' < \omega$)

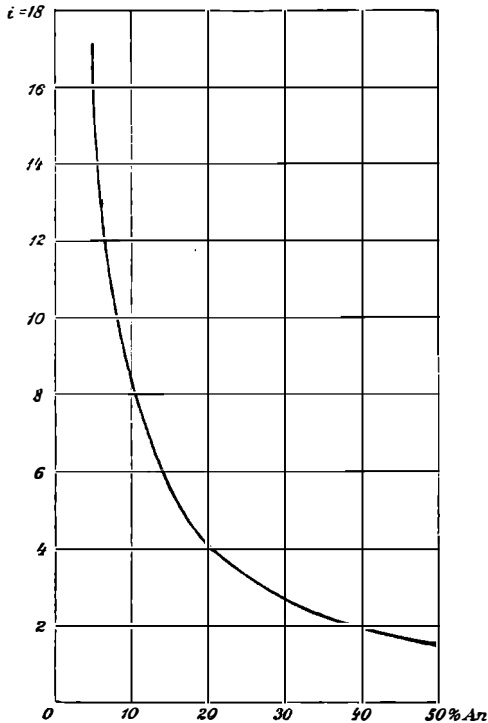
$i = 6$

Granitgneis von Mitterbach (Ahrntal Tirol)

Plagioklas ist saurer Oligoklas ($\beta \leq \omega$)

$i = 4.8$

Fig. 3.



Granitgneis, Tauernkogel am Velber Tauern

Plagioklas ist saurer Oligoklas ($\beta \leq \omega$)

$i = 3.7$

Granitgneis, Stillupgrund, Zillertal

Plagioklas ist saurer Oligoklas ($\beta < \omega$, Fig. 1)

$i = 3.6$

Granitgneis, Rainbachtal, Gerlosgruppe

Plagioklas ist saurer Oligoklas ($\gamma = \omega$)

$i = 3.5$

Granitgneis, Krimmler Fall

Plagioklas ist Oligoklas ($\gamma \geq \omega$)

$i = 2.5$

Basische augithältige Schliere in Granitit von Janowitz,
Böhmen

Plagioklas ist Andesin ($\alpha' > \omega$, $\gamma' > \varepsilon$) i=1·2

Tonalit, Reinwald, Rieserferner

Plagioklas ist Andesin (Fig. 2) i=1·0

Die Art des Auftretens des Myrmekit, die augenfällige Bindung an Mikroklin, seine Entwicklung dort, wo Plagioklas an Kalifeldspat grenzt, das Fehlen an den Quarz-Mikroklingrenzen, die parallele Orientierung des Plagioklasgrundes zu benachbarten Gesteinsplagioklasen, die Struktur, welche gleichzeitige Bildung von Plagioklas und Quarz beweist und ein Wachstum des Gebildes vom Rand des Kalifeldspatkornes einwärts vermuten läßt, alle diese Momente drängen dazu, für den Myrmekit eine sekundäre Entstehung anzunehmen. Damit soll gesagt sein:

Die Verdrängung des Kalifeldspates durch den Myrmekit muß zu einer Zeit stattgefunden haben, als der Kalifeldspat schon vorhanden war, also nach seiner Krystallisation, sonst wäre das Vordringen des Myrmekit längs Sprüngen im Mikroklin nicht zu verstehen.

Es muß aber im Zentralgneis der Alpen stattgefunden haben vor der Herausbildung der Glimmer- und Klinozoisitkryställchen in den Gesteinsplagioklasen, denn diese Mikrolithen findet man auch im Plagioklasgrund der Myrmekite angesiedelt. Aus manchen Beobachtungen muß man auch schließen, daß die Myrmekitbildung gleichzeitig mit der Ausbildung der inversen Zonenstruktur der Plagioklase sich entwickelt habe.

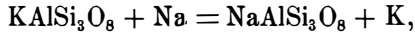
Mit der eigentlichen Kataklyse hat Myrmekit, wie ich glaube¹⁾, nichts zu tun. Denn gegenüber der kataklastischen Zertrümmerung verhält er sich passiv. Wenn sich in den alpinen Zentralgneisen um Mikroklinaugen Gleitfasern von Muskovit entwickeln, so bilden sie sich außerhalb der Myrmekitsäume, schneiden eher die Wurzeln der Myrmekitzapfen durch und diese bleiben im Feldspatauge stecken.

Was mich bei diesen Gebilden am meisten gefesselt hat, ist aber die Beziehung zwischen Quarzmenge und Anorthitgehalt des Feldspatgrundes. Dieses Abhängigkeitsverhältnis in Verbindung mit den übrigen Eigenschaften und dem Auftreten des Myrmekits legt die Auffassung nahe, daß sich Myrmekit aus Kalifeldspat unter

¹⁾ Und wie auch Sederholm andeutet.

Ersatz des K durch die äquivalente Menge Na, beziehungsweise Ca bilde. Diese Hypothese gestattet die Quarzmenge im Myrmekit mit dem Anorthitgehalt des Plagioklasgrundes in eine quantitative Beziehung zu setzen, die durch die Beobachtung geprüft werden kann.

Geht Kalifeldspat durch Austausch von K gegen Na in Albitsubstanz über, so ist zur Quarzbildung kein Anlaß:



das Verhältnis zwischen Al und Si bleibt unverändert. Dagegen werden beim Austausch von K gegen Ca für jede Anorthitmolekel 4 Molekel Quarz gebildet:



Ist nun die Zusammensetzung des Plagioklasgrundes Ab_mAn_n gegeben, so muß gemäß der Gleichung:

$(m + 2n)\text{Or} + m \text{Na} + n \text{Ca} = m \text{Ab} + n \text{An} + 4n \text{SiO}_2 + (m + 2n)\text{K}$ der Gehalt an Quarz im Myrmekit sich rechnen lassen. Da das Molekularvolumen von Albit (100·3), Anorthit (101·1), Quarz (22·8) bekannt ist, berechnet sich das Volumverhältnis ν des Gesamtvolumens von Myrmekit zum Volumen des darin enthaltenen Quarzes wie folgt:

$$\nu = \frac{m \cdot 100 \cdot 3 + n \cdot 101 \cdot 1 + 4n \cdot 22 \cdot 8}{4n \cdot 22 \cdot 8} = \frac{m \cdot 100 \cdot 3 + n \cdot 192 \cdot 3}{n \cdot 91 \cdot 2}$$

Nach dieser Formel berechnet man:

Anorthitgehalt im Plagioklasgrund des Myrmekits in Molekularprozenten	Verhältnis vom Gesamtvolumen des Myrmekits zum Volumen des Quarzes	Volumen von Quarz in Prozenten vom Gesamtvolumen des Myrmekits
5	23·00	4·3
10	12·00	8·3
20	6·50	15·4
30	4·70	21·3
40	3·77	26·6
50	3·21	31·2
60	2·84	35·2

Nun entsteht die Frage, ob diese theoretisch berechneten Volumverhältnisse mit dem aus der Beobachtung abgeleiteten Index in Übereinstimmung sind.

Zunächst muß man sich klar machen, daß das Verhältnis zwischen Breite der Zwischenräume zu den Breiten der Quarzstengel

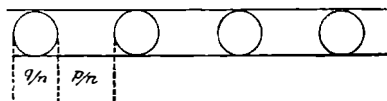
nicht unmittelbar das Volumverhältnis zwischen Feldspat und Quarz gibt. Der Index würde das Verhältnis theoretisch richtig geben nach dem Prinzip, das von Rosiwal zur Bestimmung von Mengenverhältnissen angewendet wurde, wenn die Bestimmung des Index auf einer Schnittfläche geschehen könnte.

Die mikroskopische Messung erfolgt aber nicht auf einer Schnittfläche, sondern sie bezieht sich immer auf eine Schichte von merklicher Dicke und führt die größte Breite der Quarzstengel auch dann der Messung zu, wenn diese über oder unter der idealen Einstellungsebene liegt. Der Index gibt also das Volumen des Quarzes zu hoch, das des Feldspatgrundes zu klein.

Um die erforderliche Korrektur vorzunehmen, ist es notwendig, vereinfachende Annahmen zu machen. Zunächst nehmen wir an, daß die Quarzstengel parallel, aber ohne Regel in der Feldspatmasse verteilt sind. Dann wird das Volumen von Feldspat und Quarz proportional sein den Flächeninhalten, welche Quarz und Feldspat im Querschnitt einer Schichte von der mittleren Dicke eines Quarzstengels einnehmen.

Innerhalb dieser Schichte denken wir uns nun die Quarzstengel alle von gleichem, und zwar kreisförmigem Querschnitt und in gleichen Zwischenräumen angeordnet. Sei bestehende Figur der Durchschnitt durch die betrachtete Schichte, die Kreise die Durchschnitte der Quarzstengel.

Fig. 4.



Ist die durch die Beobachtung ermittelte Summe der Breiten der Quarzstengel q , die Summe der Breiten der Zwischenräume p , so ist, wenn n die Zahl der Quarzstengel bedeutet, q/n die beobachtete mittlere Breite eines Quarzstengels, p/n die beobachtete mittlere Breite eines Zwischenraumes.

Der Querschnitt eines Quarzstengels ist somit gleich $\frac{q^2 \pi}{4 n^2}$, die Summe sämtlicher n Quarzstengel gleich $\frac{q^2 \pi}{4 n}$.

Der Flächeninhalt des Querschnittes der ganzen Schichte von der Dicke q/n ist gleich $(p + q) \frac{q}{n}$.

Das Verhältnis: Volumen des Ganzen zum Volumen des Quarzes oder v der Tabelle auf Seite 10 ist dann:

$$v = (p + q) \frac{q}{n} : \frac{q^2 \pi}{4n} = \frac{p + q}{q} \cdot \frac{4}{\pi} = (i + 1) \cdot \frac{4}{\pi}.$$

Hieraus ergibt sich:

$$i = v \cdot \frac{\pi}{4} - 1.$$

In dieser Formel ist nun eine Beziehung ausgedrückt zwischen dem durch Beobachtung bestimmbar Index i und dem theoretisch aus der Zusammensetzung des Plagioklasgrundes ableitbaren Volumverhältnis von Gesamtvolumen zu Quarz v .

Es ergibt sich:

Anorthitgehalt % An	v	i
5	23·00	17·10
10	12·00	8·43
20	6·50	4·10
30	4·70	2·69
40	3·77	1·96
50	3·21	1·52

Sehen wir nun, wie sich der Vergleich mit der Beobachtung darstellt. Wenn man die Werte i als Ordinaten über einer Abszisse entsprechend dem Anorthitgehalt aufträgt, erhält man eine Kurve, der man die Grenzwerte des Index entnehmen kann, die für die einzelnen nach Lichtbrechung unterscheidbaren Abschnitte der Plagioklasreihe Geltung haben (Fig. 3).

Man erhält:

	Anorthitgehalt %	Index
Albit	0—5	∞ —17·0
Oligoklas-Albit . . .	5—16	17·0—5·0
Saurer Oligoklas . . .	16—22	5·0—3·8
Basischer Oligoklas . .	22—30	3·8—2·7
Saurer Andesin . . .	30—41	2·7—1·9
Basischer Andesin . .	41—48	1·9—1·6

Vergleicht man diese Tabelle mit den Beobachtungen auf pag. 8 f., so kann man eine genügende Übereinstimmung konstatieren (Oligoklas-Albit $i=6$, Oligoklas 4·8—2·5, Andesin 1·2—1). Immerhin sind die beobachteten Werte des Index durchwegs etwas kleiner, als die Theorie verlangt; die Quarzmenge erscheint also etwas größer, als sie sein sollte. Doch kann dies auch von der Korrekturrechnung herrühren, deren Voraussetzungen wohl kaum in Strenge erfüllt sind. Unter anderen Voraussetzungen ließen sich theoretische i -Kurven berechnen, die bei ähnlichem Lauf niedrigere Werte ergeben als die Beobachtung.¹⁾

Die Beziehung läßt sich natürlich auch umkehren. Aus dem Index sollte man auf den Anorthitgehalt des Myrmekits schließen können.

Nach der Kurve entspricht dem

Index	ein Anorthitgehalt %
8	11
7	12 ¹ / ₂
6	15
5	17
4	21
3	27
2	39

Ganz abgesehen von diesen merkwürdigen Quantitätsverhältnissen, die durch die aufgestellte Theorie ziemlich gut dargestellt

¹⁾ Würde man annehmen, daß die Quarzstengel nach einem quadratischen Gitter angeordnet seien und die Schnittebene mit der Quadratseite zusammenfällt (1), oder die Schnittebene mit einer Diagonale zusammenfällt (2), oder endlich, daß die Quarzstengel nach einem trigonalen Gitter angeordnet sind und die Schnittfläche mit einer Dreieckseite zusammenfällt (3), so gibt die Rechnung folgende Werte für i , die natürlich weniger wahrscheinlich sind als die im Text angeführten.

An %	1	2	3
5	3·25	5·00	3·56
10	2·07	3·34	2·30
20	1·26	2·19	1·42
30	0·92	1·72	1·06
40	0·72	1·49	0·85
50	0·59	1·12	0·71

werden, scheint aber dem Auftreten des Myrmerkits noch eine fernere Bedeutung zuzukommen. Die Bildung des Myrmerkits auf Kosten des Kalifeldspats bindet Na und Ca in einer bestimmten Entwicklungsphase des Gesteins und macht K frei. Sollte nicht hierin eine der Quellen liegen für eine ganze Reihe von Bildungen, die den Petrographen manche Schwierigkeiten bereiten, aber durch die Aufweisung einer solchen Kaliquelle viel von ihrer Befremdlichkeit verlieren?

Ich denke dabei an die mannigfaltigen Glimmerbildungen in den Tiefengesteinen, von denen manche evident späterer Bildung sind als die primäre Erstarrung des Gesteins; an die häufige Bildung von Biotit auf Kosten der Hornblende, an die häufige Entstehung von Muskovit, bezüglich dessen bald primäre, bald sekundäre Entstehung behauptet wird; endlich an die wohl kaum abzuleugnende Abgabe von K an den Kontakthof der Tiefengesteine, die durch die stets reichliche Glimmerbildung in den Kontaktgesteinen verraten wird.

Bemerkenswert ist noch, daß die Ersetzung von Kalifeldspat durch Myrmerkit zu den raumsparenden Vorgängen gehört. Die Ersparnis beträgt für jede Molekel Albit $109\cdot4 - 100\cdot3 = 9\cdot1$ oder $8\cdot3\%$ des ursprünglichen Volumens; für jede Molekel Anorthit $218\cdot8 - 192\cdot3 = 26\cdot5$ oder $12\cdot1\%$ des Volumens von Kalifeldspat. Der Vorgang müßte somit durch Druck und Pressung begünstigt werden.

