

Ueber Riebeckit, ein neues Glied der
Hornblendegruppe,

sowie über

Neubildung von Albit in granitischen
Orthoklasen

von

A. Sauer

in Leipzig.

Besonderer Abdruck aus der Zeitschrift der Deutschen geologischen
Gesellschaft Band XL, Heft 1.

Vor längerer Zeit übergab mir mein verehrter Freund Prof. K. v. FRITSCH in Halle a. S. eine kleine Suite massiger Gesteine, welche im Jahre 1880 von Dr. E. RIEBECK bei seiner Reise um die Erde auf der Insel Socotra gesammelt wurden, zur gelegentlichen Untersuchung. Unter verschiedenen grob- und mittelkörnigen Graniten und dichten, diorit- bzw. syenitähnlichen Gesteinen dieser Suite war es ein ziemlich grobkörniger, nach seiner Gesamtfärbung licht fleischrother Granit, der mir besonders dadurch auffiel, dass er frei von jeder Art von Glimmer, statt dessen in ziemlicher Häufigkeit bis 5 mm lange und selten über 1 mm dicke, zuweilen deutlich längsgestreifte Kryställchen eines prismatischen, dem unbewaffneten Auge vollkommen schwarz erscheinenden Mineralen aufwies, das in seinem ganzen äusserlichen Habitus umso mehr an manche granitische Turmalin-Vorkommen erinnerte, als es gleich diesen eine gewisse Neigung zu fleckenförmiger Anreicherung bekundete. Dass aber Turmalin hier nicht vorliegen konnte, lehrte schon die Betrachtung mit der Lupe, welche ohne Schwierigkeit eine ausgezeichnet entwickelte prismatische Spaltbarkeit dieses Mineralen offenbarte. Der überaus charakteristische Spaltwinkel aber von etwa 124° , den man an mehreren fast genau senkrecht zur Längsaxe orientirten Querschnitten in einigen Dünnschliffen dieses Granites beobachten konnte, wies das Mineral zunächst der Hornblende-gruppe zu. Eine nähere Bestimmung und Einordnung ermöglichte erst die Feststellung von folgenden Merkmalen: einer überaus leichten Schmelzbarkeit, verbunden mit intensiver Natronreaction in der Flamme des BUNSEN'schen Brenners, einer geringen, 4° nicht übersteigenden Auslöschungsschiefe, und endlich eines starken, auffälligen, zwischen hell gelb-grün und dunkel blau liegenden Pleochroismus, also von Merkmalen, welche insgesamt dieses hornblendeartige Mineral als dem Glaukophan bzw. dem

Arfvedsonit nahestehend charakterisirten. Dieser Umstand verlieh aber dem vorliegenden quarzreichen, vollkommen glimmerfreien Hornblendegranite ein ganz besonderes Interesse. Es erschien mir daher wünschenswerth, zunächst die nähere chemische Zusammensetzung dieser Hornblende durch eine Sonderanalyse festzustellen, welche bei der fast ideal reinen Beschaffenheit des Minerals ein Resultat von allgemeinerem Werthe auf jeden Fall und um so sicherer in Aussicht stellte, als die Lückenhaftigkeit unserer Kenntniss von der chemischen Zusammensetzung der Amphibole massiger Gesteine eine geradezu auffällige genannt werden muss. Das Material zu einer ersten Analyse, welche ich bereits im Winter 1885 — 86 ausführte, wurde nach voraufgegangener meschanischer Aufbereitung mit Hülfe der KLEIN'schen Flüssigkeit von Quarz und Feldspath getrennt; leider gelang bei dem hohen, 3.3 übersteigenden spec. Gewicht dieser Hornblende nicht auch deren Befreiung von nicht wenig beigemischten Zirkonkryställchen. Und so blieb mir nichts anderes übrig, als den Zirkon mit zu analysiren. Das Ergebniss war folgendes:

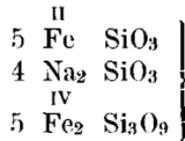
	I.	II.	III.
SiO ₂	49,45	50,01	49,30
ZrO ₂	4,70	—	—
Fe ₂ O ₃	26,62	28,30	30,72
FeO	9,28	9,87	7,97
CaO	1,24	1,32	2,75
MnO	0,60	0,63	
MgO	0,32	0,34	
Na ₂ O	8,27	8,79	
K ₂ O	0,68	0,72	
	<hr/>	<hr/>	
	101,16	99,98	

Die Zirkonerde auf Zirkon verrechnet giebt 4.70 ZrO₂ + 2.42 SiO₂ = 7.12 Zirkon und nach Abzug desselben die Analyse auf 100 bezogen, die Resultate in Reihe II. Angesichts des überraschenden Resultates dieser Analyse erschien es geboten, dieselbe wenigstens in ihren Hauptwerthen durch weitere Bestimmungen zu controliren, insbesondere, um einwurfsfreie Werthe für Eisenoxyd und Eisenoxydul, sowie die Bestätigung der vollkommenen Abwesenheit der Thonerde zu erhalten, an Material zu wiederholen, das vollkommen frei von Zirkonbeimengung war. Herr v. FRITSCH opferte in bereitwilliger Weise noch einen Theil eines Handstückes und so konnte ich, allerdings erst nach einer durch meine Berufsarbeiten an der sächsischen Landesuntersuchung bedingten achtmonatlichen Unterbrechung, an eine Fortsetzung der Untersuchung im Winter 1886 — 87 denken.

Um die Zirkonbeimischung zu vermeiden, wurde das nur gröblich zerkleinerte Material, nachdem mit Hülfe der specifischen schweren Flüssigkeit Quarz und Feldspath thunlichst entfernt waren, einfach mit der Pincette ausgelesen und dabei nur auf die grösseren Säulchen und Spaltungsstücke Rücksicht genommen. Da nach den Erfahrungen einer voraufgegangenen genaueren mikroskopischen Untersuchung an 3 mir von Herrn Prof. v. FRITSCH zur Verfügung gestellten und 5 anderen von mir selbst angefertigten Dünnschliffen die Hornblende dieses Granites hauptsächlich auch in ihren grösseren compacten Kryställchen eine beständige Reinheit der Substanz bekundete, so war zu erwarten, dass das so gewonnene Material bis zu einem gewissen, die Analysenzahlen jedenfalls nicht merklich beeinflussenden Grade rein, insbesondere frei von Zirkon sein musste. Die neuerlichen Bestimmungen ergaben die unter III mitgetheilten Werthe, welche jedenfalls die gewünschte Bestätigung, vor Allem auch für die unbedingte Abwesenheit der Thonerde¹⁾ liefern. Die grössere Differenz in den Monoxyden FeO und CaO beider Analysen beruht auf einer gewissen Verschiebung ihrer Werthe, insofern als der etwas niedrigere FeO-Gehalt in III durch eine fast genau äquivalente Erhöhung der CaO-Zahl ausgeglichen wird. Um diese Abweichungen von Analyse II zu erklären, scheint mir die Annahme nicht gewagt, dass die Zusammensetzung unserer Hornblende selbst etwas schwankt und zwar dergestalt, dass die grösseren Krystalle vielleicht etwas mehr Kalksilicat beigemischt enthalten als die kleineren, demgemäss auch die Analyse III, die sich lediglich auf die ersteren bezieht, einen etwas höheren Ca-Gehalt aufweisen muss, während die winzigen, wahrscheinlich dem reineren Eisenoxyd-Eisenoxydul-Natronsilicat angehörenden Kryställchen dieser Hornblende einen nicht unwesentlichen Theil des Materiales zu Analyse I—II ausmachten und daher eine Herabminderung des CaO-Gehaltes und Erhöhung des FeO-Gehaltes hinwirkten. Um die Untersuchung mit Bezug auf diese fraglichen Punkte vollkommen abschliessen zu können, fehlte es leider an weiterem Material. Für das Gesamtbild der Analyse kommen aber diese fraglichen Punkte so gut wie gar nicht in Betracht; die Differenzen sind schliesslich nicht der Art und so bedeutend, um dasselbe wesentlich beeinflussen zu können, und so erhalten wir in der That, mag man die Werthe von II oder III der Berechnung zu Grunde

¹⁾ Nach Digeriren des Eisenoxyd-Niederschlags mit aus Amalgam bereitetem, also absolut thonerdefreiem Natronhydrat bildeten sich in dem mit Salzsäure gesättigten und mit Ammon versetzten Filtrat nach Erwärmen und längerem Stehen einige Flöckchen, die wohl Spuren, aber nicht wägbare Spuren von Thonerde anzudeuten schienen.

legen, in beiden Fällen die gleiche, ziemlich einfache rationale Formel:



in welcher Ca, Mg, Mn zu Fe^{II} gerechnet sind. $\text{Fe}^{\text{II}} : \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Mn} = 5 : 1$.

Auf Grund dieser Formel stellt sich Berechnet zu Gefunden wie folgt:

	Berechnet.	Gefunden.	
SiO ₂	50.56	50.01	
Fe ₂ O ₃	28.09	28.30	
FeO (Ca, Mg, Mn)	12.64	12.66	
Na ₂ O (K ₂)	8.70	9.26	
	99.99	100.23	.

Obige rationale Formel, nach RAMMELSBERG's Auffassung geschrieben, entspricht aber unbedingt derjenigen des Aegirin-Akmit aus der Augitreihe. Bekanntlich hat man sich neuerdings mehrfach mit der Feststellung der näheren Constitution dieser letzteren beiden Mineralien beschäftigt und nimmt demzufolge im Gegensatze zu RAMMELSBERG nach dem Vorgange TSCHERMAK's als alleinigen oder wesentlichen Bestandtheil für diese Mineralien

IV

ein Silicat an von der Formel: Na₂ Fe₂ Si₄ O₁₂ und nennt dieses Akmit- oder Aegirin-Silicat schlechthin. Nun ist einerseits das Vorhandensein eines derartigen Silicates wohl in hohem Grade wahrscheinlich, besonders für die Aegirine von Brevig und Kangerdluarsuk, welche sammt und sonders in den von RAMMELSBERG berechneten Formeln (siehe Ergänzungsheft zur Mineralchemie, p. 25) das constante Verhältniss von Na₂ SiO₃ : Fe₂ Si₃ O₉ = 1 : 1 zur Schau tragen, andererseits fügt sich aber gerade der typische Akmit — nach RAMMELSBERG mit einem Verhältniss von Na₂ SiO₃ : Fe₂ Si₃ O₉ = 5 : 4, nach DÖLTER¹⁾ = 9 : 11 — dieser Auffassung ohne Weiteres nicht und zwingt entweder zu der Annahme der zwar nicht unmöglichen, aber doch noch nicht

II IV

nachgewiesenen Silicate $\text{Fe}^{\text{II}} \text{Fe}_2^{\text{IV}} \text{Si}_4 \text{O}_{12}$ und $\text{Fe} \text{Al}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{12}$ als isomorpher Beimischungen zu dem normalen Akmit-Silicat — oder aber lässt die RAMMELSBERG'sche Deutung, nach welcher Aegirin-

¹⁾ DÖLTER. Akmit und Aegirin. Tsch. Mitth., 1878, p. 372—386.

II

Akmit aus einer Mischung der Silicate $\text{Na}_2 \text{Si O}_3$, Fe Si O_3 ,
 IV
 $\text{Fe}_2 \text{Si}_3 \text{O}_9$ etc. bestehen, annehmbar erscheinen.

Wie nun A. KNOR in seiner mustergültigen Arbeit „Ueber die Augite des Kaiserstuhlgebirges im Breisgau“ (GROTH'S Zeitschrift für Krystallogr., Bd. X, p. 58—81) die RAMMELSBURG'SCHE Auffassung als ausreichend und zutreffend für die Erklärung der Constitution jener Augite bezeichnet, so schliesse auch ich mich für das Socotraner hornblendartige Mineral der RAMMELSBURG'SCHEN Auffassung an, welche mit wenig Hypothese eine übersichtliche und einfache Schreibweise der Formeln dieser Silicate gestattet.

Als dem Aegirin der Augitreihe genau correspondirendes Glied in der Hornblendereihe wurde bis vor nicht langer Zeit der Arfvedsonit von Grönland betrachtet und das in erster Linie auf Grund der von KOBELL und RAMMELSBURG ausgeführten Analysen. Auch eine noch im Jahre 1880 von DÖLTER zur endgültigen Feststellung der Zusammensetzung des Arfvedsonit unternommene Untersuchung bestätigte im Wesentlichen die RAMMELSBURG'SCHE Analyse, bis erst LORENZEN im Jahre 1881 die überraschende Entdeckung machte, dass einer eigenthümlichen Verwechselung zufolge sämtliche angeführte Analysen nicht mit Arfvedsonit als einer in der Zusammensetzung dem Aegirin analogen Hornblende, sondern mit dem augitischen Aegirin selbst vorgenommen worden waren; dass ferner Arfvedsonit in dem bisherigen Sinne überhaupt nicht existire, sondern sich als eine Hornblende mit bei Weitem niedrigerem Gehalte an Kieselsäure, beträchtlicherem Thonerde-, insbesondere aber sehr hohem Eisenoxyd-gehalte herausgestellt habe. Ihrer immerhin eigenthümlichen Zusammensetzung wegen behielt diese Hornblende den besonderen Namen Arfvedsonit bei, büsste aber naturgemäss ihre interessante Stellung als Analogon zu dem Aegirin ein. Unsere Hornblende aus dem Socotraner Granit füllt nunmehr die mit LORENZEN'S Untersuchungen aufgedeckte Lücke in der Hornblendereihe wieder aus, repräsentirt also in Wahrheit das bisher zu dem Aegirin fehlende Gegenglied dieser Reihe. Ich benenne diese Hornblende zu Ehren des hochgesinnten, der erdkundlichen Forschung inmitten kraftvollster und uneigennützigster Thätigkeit leider allzufrüh durch den Tod entrissenen Dr. EMIL RIEBECK, der vorliegenden Hornblendegranit bei einer in Begleitung von SCHWEINFURT unternommenen Durchforschung Socotra's gesammelt hat.

	Eigentlicher Arfvedsonit (nach LORENZEN ¹⁾). Grönland.	Vermeintl. Arfvedsonit DÖLTER's ²⁾ (Aegirin nach LORENZEN). Grönland.	Derselbe Aegirin (nach LORENZEN). Grönland.	Riebeckit ³⁾ (SAUER). Socotra.
SiO ₂ . . .	43,85	49,04	52,22	50,01
Al ₂ O ₃ . . .	4,45	1,80	0,64	—
Fe ₂ O ₃ . . .	3,80	29,54	28,15	28,30
FeO . . .	33,43	4,82	5,35	9,87
MnO . . .	0,45	Spur	0,54	0,63
MgO . . .	0,81	Spur	1,45	0,34
CaO . . .	4,65	2,70	2,19	1,32
Na ₂ O . . .	8,15	13,31	10,11	8,79
K ₂ O . . .	1,06	Spur	0,34	0,72
Glühverl. . .	0,15	—	—	—
	100,80	101,21	100,99	99,98

In diesem Socotrancer Granite bildet nun der Riebeckit, wie eingangs bereits kurz erwähnt wurde, schwarze, glänzende, zuweilen längsgestreifte, säulenförmige Krystalle, die lediglich in der Prismenzone und zwar vorwiegend durch das Prisma selbst, zuweilen in Combination mit dem Klinopinakoid krystallographisch begrenzt sind. Der prismatische Spaltwinkel wurde an mehreren, anscheinend genau senkrecht zur Hauptaxe liegenden Querschnitten gemessen zu:

124° 40'
123° 20'
124° 20'
123° —,

zeigt also eine nach den Umständen befriedigende Uebereinstimmung mit demjenigen einer echten Hornblende. Die an Spaltungsstückchen bestimmte Auslöschungsschiefe übersteigt nicht 3—4°. Die tief dunkle Färbung des Minerals erschwerte seine nähere optische Untersuchung ganz bedeutend. Eine solche auszuführen, bat ich daher meinen sehr verehrten Freund Prof. ROSENBUSCH, dem ich loses Pulver und Präparate des Minerals zusandte. Dieser schrieb mir d. d. Heidelberg, 18. Mai 1886 über das Resultat seiner Untersuchungen folgendes: „An mehr als 20 Spaltblättchen wurde bestimmt, dass die von c nur etwa

¹⁾ Nach einem Auszuge aus d. Zeitschr. f. Krystallogr., 1883, VII, p. 606.

²⁾ Zeitschr. f. Krystallogr., 1880, IV, p. 34—41.

³⁾ Nach Abzug von 7,12 Zirkon auf 100 berechnet.

um 5° abweichende Elasticitätsaxe a ist, nicht c , wie sonst bei den Amphibolen; ihre Farbe ist dunkel blau; $b = \bar{b}$ etwas weniger tief blau, fast senkrecht auf c steht $c = \bar{c}$ grün. Axenwinkel gross. Die Verhältnisse sind somit überraschend ähnlich dem Aegirin bei den Pyroxenen.“ Die Undurchsichtigkeit der einigermaassen grösseren Blättchen hinderte weitere Bestimmungen. Die Absorption ist für die in der Richtung der Hauptaxe schwingenden Strahlen, ausgenommen an allerdünnsten Splitterchen, meist eine vollkommene. Dieselbe abweichende Orientirung der Elasticitätsachsen, welche nach ROSENBUSCH¹⁾ den Akmit und Aegirin von den übrigen monoklinen Pyroxenen scheidet, charakterisirt sonach auch den Riebeckit als Analogon unter den Amphibolen. Derselbe nimmt also nicht bloss seiner chemischen, sondern auch seiner optischen Eigenschaften wegen unter den Hornblenden dieselbe Sonderstellung ein, wie der Aegirin unter den Pyroxenen und lehrt mit diesem, wie in beiden Mineralgruppen die gleiche eigenthümliche chemische Zusammensetzung eine übereinstimmend abweichende optische Orientirung zur Folge hat.

Es mag hier gleich erwähnt werden, dass der Riebeckit in diesem Socotriner Granite bereits, allerdings unter anderem Namen, von BONNEY beschrieben wurde. Die scheinbar parallele Auslöschung, der auffällige, zwischen Blau-schwarz und Grün liegende Pleochroismus, verbunden mit sehr starker Absorption, endlich die zuweilen eigenthümlich strahlige Aggregation der nadelförmigen Kryställchen haben diesen Autor, der vor nicht langer Zeit Untersuchungen einer grossen, von Balfour gesammelten Suite von Socotriner Gesteinen veröffentlichte²⁾, verleitet, trotz der auch von ihm selbst beobachteten Hornblendespaltbarkeit, dieses Mineral zum Turmalin zu stellen und als eine Pseudomorphose von Turmalin nach Hornblende anzusehen³⁾. („crystals which while resembling hornblende in cleavage have optical characteristics agreeing with tourmaline. They are extremely dichroic, changing from a clear sap-green to a blue black. Explanation plate 7, p. 293.) Drei der von BONNEY aus der grossen Suite dieser Granite zum Zwecke einer mikroskopischen Untersuchung ausgewählten Typen führen diesen vermeintlichen Turmalin; in einem Falle ist neben „Turmalin“ noch Hornblende angegeben.

Da nun auch aus der RIEBECK'schen Suite Belegstücke von

1) H. ROSENBUSCH. Physiographie der petrograph. wichtigen Mineralien, 1885, p. 454.

2) T. G. BONNEY. On a collection of rock specimens from the island of Socotra. Philos. Transact. Royal Society, 1883, I, p. 273—294.

3) Einer von mir herbeigeführten brieflichen Auseinandersetzung zufolge hat Herr Prof. BONNEY diese Deutung fallen gelassen.

zwei verschiedenen Fundorten (Wadie Keregnidi, 170 m und Wadi Sjahi, 270 m) den Riebeckit reichlich führen, so möchte man daraus schliessen, dass derselbe einen weit verbreiteten Gemengtheil der Socotraner Granite bilde.

In dem mir vorliegenden Granite schwanken die Grössenverhältnisse des Riebeckit in ziemlich weiten Grenzen, sodass neben den grösseren, bis über 4 mm langen Kryställchen die Ausbildung bis zur Mikrolithenform herabgeht.

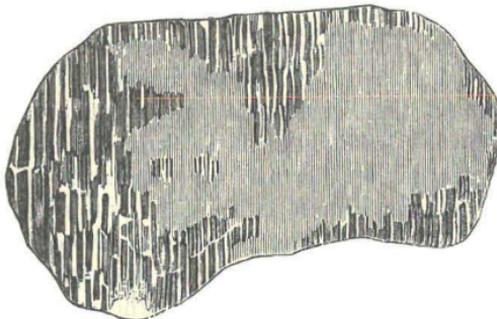
Diese kleinsten Nadelchen des Riebeckit vereinigen sich zuweilen zu büscheligen Aggregaten, die dann oft borstenförmig das Ende eines grösseren Krystalles besetzen und erinnern in dieser Aggregatform allerdings wieder sehr an manche granitische Turmaline. Dass aber auch in diesem Falle nur eine rein äusserliche und zufällige Aehnlichkeit mit Turmalin vorliegt und nicht dieser selbst, lehrt schon die Orientirung der Absorption, deren Maximum beim Turmalin $\perp c$, beim Riebeckit aber $\parallel c$ eintritt.

Neben diesen mehr zufällig angeordneten Aggregaten von Riebeckit-Nadelchen trifft man in manchen Orthoklasen meist ziemlich regelmässig nach den Hauptspaltungs-Richtungen eingewachsene Individuen, die um so auffälliger erscheinen, als sie ganz und gar den Eindruck secundärer Bildungen hervorrufen. So stellen sich die bläulichen Nadelchen dieser Hornblende ausschliesslich in den am stärksten verwitterten Feldspäthen ein und man vermag in diesen ihre Entstehung von den ersten kaum wahrnehmbaren Anfängen an zu verfolgen bis zur Herausbildung wohl begrenzter, mikrolithischer Kryställchen, die jedoch beträchtlichere, etwa schon mit starker Lupe wahrnehmbare Dimensionen nicht erreichen. Sie sind in der Feldspathmasse bald gleichmässig parallel vertheilt, bald fleckenweise angereichert oder geradezu, allerdings nur selten, zu winzigen, parallel-stängeligen Aggregaten vereinigt, die zuweilen ersichtlich von ganz feinen und unregelmässig in das Innere des Feldspathes verlaufenden Spältchen aus in dessen Substanz hineinwachsen. Allen diesen Erscheinungen zufolge darf es nicht wohl bezweifelt werden, dass die beschriebenen Hornblendeinschlüsse eine secundäre Bildung der Feldspäthe darstellen. Die naheliegende Frage, ob man von hier aus weiter auf die Art der Entstehung auch der grösseren Krystalle von Riebeckit schliessen darf, möchte ich verneinen. Es befindet sich zwar der Granit in einem Zustande intensivster Verwitterung, welche neben den weiter unten zu beschreibenden ausgedehnten Umbildungen die Neubildung von Riebeckit in Form winzigster Nadelchen, zumal in einem, wie später dargethan werden soll, gerade natronreichen Feldspathe begreiflich erscheinen lässt, nicht aber auch dieselbe Art der Entstehung für die

grossen Riebeckit-Individuen anzunehmen gestattet, die schon ihrer meist vollkommen einheitlichen, compacten, dickblättrigen Beschaffenheit wegen, mehr noch aber ihren zuweilen sehr deutlichen, selbstständigen, scharf begrenzten Krystallformen zufolge, womit sie sowohl gegen Feldspath als auch gegen Quarz abgrenzen, keinesfalls als Infiltrationserscheinung oder Pseudomorphosen nach einem anderen Mineral gedeutet werden dürfen.

Die starke Umwandlung, welcher der Granit anheimgefallen ist, äussert sich, wie gewöhnlich, zunächst in einer beträchtlichen Trübung der Feldspäthe, die selbst im dünnsten Schlicke deren Hauptmasse fast undurchsichtig macht, sodass man selbst unter jenen noch glänzende Spaltblättchen darbietenden Krystallkörnern nur wenige findet, die grössere und kleinere Kernpartieen mit noch frischer, wasserheller Feldspaths substanz einschliessen. Die mikroskopische Untersuchung der letzteren ergab nun, dass der im Granit vorherrschende Feldspath ursprünglich jedenfalls vollkommen rein und von Luftporen, sowie ganz seltenen Zirkonen, abgesehen, frei von sonstigen anderen Einschlüssen, insbesondere auch von solchen anderer Feldspäthe gewesen ist. Wiederholte Prüfungen an Spaltflächen parallel OP zeigen durch eine gerade Auslöschung die Orthoklasnatur dieses Feldspathes an, eine bei weitem höhere Auslöschungsschiefe dagegen als dem normalen Kalifeldspath auf M zukommt, nämlich 12° (gegen 5°) hat nach ROSENBUSCH ihren Grund offenbar in einem hohen Natrongehalte dieses Orthoklases. Die nachfolgenden Beobachtungen aber erklären sich im engsten Zusammenhange mit einer derartigen, aus dem optischen Verhalten gefolgerten chemischen Zusammensetzung dieses Feldspathes. Bei beginnender Verwitterung erfolgt die Trübung der Feldspathkörner ziemlich gleichmässig vom Rande

Figur 1.



her und eilt oft längs Spaltrissen etwas voraus. Oft hat sie noch nicht den ganzen Krystall erfasst, so folgt ihr auch schon, ebenfalls zuerst vom Rande her, eine Art Aufhellung. Man sieht dann bei gekreuzten Nikols in der körnelig-trüben Orthoklasmasse zunächst nur winzigste, deutlich doppeltbrechende Parteen hervorleuchten, die im günstigsten Falle bei starker Vergrösserung sich seltener als spindelförmige, meist als ganz unregelmässig eckig begrenzte Ansiedelungen eines farblosen, äusserst fein zwillingsgestreiften Minerals enthüllen. Hinsichtlich ihrer Weiterentwicklung lässt sich für diese Neubildungen mit grosser Sicherheit verfolgen, dass sie nach dem Rande des Feldspathkornes hin an Grösse und Deutlichkeit zunehmen und umgekehrt, nach dem Inneren zu, bis zum vollständigen Verschwinden abnehmen (Fig. 1 auf p. 146). Hat aber dieser Umbildungsprocess einen gewissen Abschluss erreicht, d. h. den ganzen Krystall gleichmässig ergriffen, dann sieht man sehr deutlich, dass die farblosen Mineralparteen den trüben Orthoklas theils in parallelen Streifen, theils in sich verästelnden Bändern oder nach Art eines fein- bis grobmaschigen Gewebes durchziehen und ihre zartstreifige, über den ganzen Feldspath-Durchschnitt hin gleich orientirte Viellingsstructur bereits bei schwacher Vergrösserung erkennen lassen, kurz in ihrer Verwachsung mit dem Orthoklas den Anblick eines an Albit recht reichen Perthit gewähren. Dass nun aber die Uebereinstimmung mit Perthit nicht bloss eine scheinbare, sondern eine wirkliche ist, daher auch das fein zwillingsgestreifte, dem Orthoklas eingewachsene Neubildungsproduct dem Albit angehört, ergibt sich aus folgenden Thatsachen: In erster Linie bieten nach OP orientirte Schnitte des trüben Orthoklas die zwillingsgestreiften Einlagerungen mit der für Albit geforderten Auslöschungsschiefe von $+ 3$ bis 4° dar; Spaltblättchen nach M aber nur heller hervortretende, optisch gleich orientirte, streifenförmige, ausgezackte oder einer recht unregelmässigen Täfelung gleichende Parteen mit einer Auslöschungsschiefe von etwa $+ 18^{\circ}$ gegen die Trace OP. Dieses optische Verhalten stimmt aber mit Albit überein. Zu gleichem Resultate führt die chemische Untersuchung dieser Neubildungen. Zunächst wurde die Durchschnitts-Zusammensetzung der Feldspathmasse des Granits festgestellt. Von Kalk waren nur Spuren nachzuweisen; das Verhältniss von Kali zu Natron ergab sich 9 : 5.

Mit Hülfe der THOULET'schen Flüssigkeit wurde weiter, nachdem das Gestein gehörig in eine gleichmässig feinkörnige Masse übergeführt war, der unmittelbar nach Quarz fallende Antheil, also mit etwa einem spec. Gewicht von 2,64 — 2,60 gesammelt und analysirt. Dieser besass gegenüber dem gleichzeitig

schwimmenden, also etwas leichteren Feldspath-Antheile der durchweg etwas röthlich gefärbt war, eine entschieden weissliche Farbe. Im Gestein, in ihrer natürlichen Verbindung stehen aber die beiden Feldspäthe, obwohl durch Farbe oder spec. Gewicht unterschieden, in engstem genetischen und räumlichen Zusammenhange, indem der weissliche Feldspath die äussere Randzone, der röthliche meist das Innere der im Uebrigen durchaus einheitlichen, makroskopisch trüben Orthoklaskörner bildet. Es kommt also die bereits mikroskopisch nachgewiesene, von aussen nach innen zu fortschreitende Albitisirung des Orthoklas gleichzeitig noch in diesen beiden Merkmalen, der weisslichen Färbung und dem höheren spec. Gewichte der befallenen Orthoklassubstanz zum Ausdruck. Daneben finden sich im Gesteine naturgemäss auch Orthoklaskörner, die bereits in ihrer ganzen Ausdehnung eine weissliche Farbe angenommen haben, wie es ebenso auch andere giebt, die ganz und gar noch röthlich aussehen. Die endlich nur ganz selten noch vorhandene, vollkommen frische Orthoklassubstanz ist farblos. Die chemische Analyse des weisslichen Feldspathantheiles ergab folgende Zahlen für:

SiO ₂ . . .	70,24
Al ₂ O ₃ . . .	17,18
Fe ₂ O ₃ . . .	0,64
Na ₂ O . . .	6,86
K ₂ O . . .	5,19
H ₂ O . . .	0,56
	100,67

zweifellos also nicht bloss das Vorhandensein, sondern sogar das Ueberwiegen von Albit- über Orthoklassubstanz. Der hohe Kieselsäuregehalt erklärt sich aus einer Beimengung von Quarz. Bemerkenswerth ist der verhältnissmässig niedrige Wassergehalt, der wohl beweist, dass die Trübung des Orthoklas nicht wesentlich von einer Hydratisirung, d. h. Kaolinisirung der Mineralsubstanz begleitet war, sondern mehr in einer Art molekularer Umlagerung ihren Grund hat.

Neben der Ansiedelung und Ausbildung von nach dem gewöhnlichen Gesetze verzwillingten Albit, stellen sich auch Verwachsungen nach dem Periklingesetz ein, freilich meist nur untergeordnet und in seltenen Fällen nur in so gleichmässiger Combination mit dem Albitgesetz, dass der trübe Orthoklas von feingitterig struirtten, unregelmässig und verschwommen begrenzten, frischeren Mineralpartien durchsetzt erscheint. Dass diese Erscheinung da, wo sie ihrer Genesis nach nicht so sicher verfolgt

werden kann, wie in vorliegendem Falle und ausserdem die Beobachtungen an nicht orientirten Durchschnitten vorgenommen werden, leicht zu Verwechslungen mit Mikroklin führen kann, liegt auf der Hand; ja, dass dieses thatsächlich geschehen sein dürfte, beweist die Angabe BONNEY's für unseren Socotraner Granit, dass sich an der Zusammensetzung desselben neben Orthoklas, Oligoklas (!) auch Mikroklin betheiligen, welchen ich indess in den zahlreichen Schlifften meines Vorkommens nicht nachzuweisen vermochte. ¹⁾

Meines Erachtens dürfte es nun nicht schwierig sein, eine befriedigende Vorstellung über die Ursachen und Vorgänge bei der geschilderten intensiven Albit-Neubildung in diesen Granit-Orthoklasen zu gewinnen, wenn man bedenkt, dass denselben ihrem optischen Verhalten nach jedenfalls ein hoher Natrongehalt eigen sein muss. Bei der Verwitterung zerfiel die innige chemische Mischung von Kalisilicat und Natronsilicat. Das letztere, notorisch überaus beständig, schied sich an Ort und Stelle als Albit aus, der sich dann möglicherweise durch Zufuhr von Natronlösungen von aussen auf Kosten des Kalisilicates noch weiter entwickelte und ausdehnte. Ob dieser Vorgang schliesslich zu einer vollständigen Verdrängung des letzteren durch das Natronsilicat führen könnte, ist theoretisch nicht unwahrscheinlich, an vorliegendem Material aber nicht mit Sicherheit zu constatiren. Es scheint eher, als ob gleichzeitig mit der Albitisirung eine Art von Regenerirung reiner Orthoklassubstanz stattfände. Ich möchte dies besonders aus folgenden Gründen vermuthen. An genau parallel M orientirten Durchschnitten solcher ehemaliger Orthoklasse, welche das Stadium der allgemeinen Trübung durchschritten und bereits in allen Theilen reichlichste Albit-Neubildungen aufzuweisen haben, beobachtet man mitten zwischen diesen letzteren, vorschriftsmässig + 18 bis 20⁰ auslöschenden Feldspathpartieen Streifen einer anderen ebenfalls frischen Feldspathsubstanz, die jedoch eine Auslöschungsschiefe von nur 5⁰ besitzt, also auf reinen Orthoklas hinweist. Auch die oben mitgetheilte Analyse, welche sich auf den albitisirten Orthoklasantheil bezieht, bestätigt in gewisser Beziehung die Annahme von der gleichzeitigen Neu-

¹⁾ Auf Irrthümer in der Mikroklin-Bestimmung, die z. Th. sehr schwierig aufzudecken sind, machte J. LEHMANN aufmerksam (Sitzungsb. d. Schles. Ges. für vaterl. Cultur, 17. Febr. 1886). Gewisse Pseudomikrokline kommen dadurch zu Stande, dass parasitär eindringender Albit z. Th. so orientirt ist, dass auf OP-Schnitten des Orthoklas von einem Theile des Albit die Längsfläche zum Vorschein kommt und man daher die Auslöschung desselben auf dieser Fläche für diejenige des Mikroklin auf OP gedeutet hat.

bildung von reinem Kalifeldspath. Dem wenn das Endziel der Mineralumbildung im vorliegenden Falle vollständige Verdrängung des Kalisilicates durch das Natronsilicat wäre, so hätte doch der Natrongehalt höher, derjenige des Kali's niedriger ausfallen müssen, als es thatsächlich der Fall war, trotz der noch sehr beträchtlichen Beimengung von erst im Stadium der Trübung befindlichen natronhaltigen Orthoklas.

Nach alledem möchte ich mir den Gang der Umbildung der Feldspäthe des untersuchten Socotraner Granites so vorstellen: Das dem Kalisilicat isomorph beigemischte Natronsilicat dieses Orthoklases scheidet sich bei der von aussen nach innen fortschreitenden sogenannten Verwitterung an Ort und Stelle als Albit aus.

Der erste Anstoss zur Albitisirung ist in der ursprünglichen Zusammensetzung des Orthoklas zu suchen. Augenscheinlich wurden aber auch Natronlösungen von aussen her zugeführt, die gegen einen Theil des Kali eintraten, während ein anderer Theil desselben zur Neubildung von reinem Kaliorthoklas verwendet wurde, der mit dem neugebildeten Albit verwachsen das überaus frische Aussehen dieser gänzlich umgebildeten Feldspäthe bedingt. Diese Neubildung von Kaliorthoklas innerhalb des Gesteins hat gewissermaassen ihr Analogon in den von mir seiner Zeit untersuchten und ausführlich beschriebenen Umwandlungen in den Leucitophyren von Oberwiesenthal ¹⁾. Die bekannten grossen Pseudomorphosen bestehen darnach aus nicht weniger als 72,75 pCt. von fast reinem, wasserhellem Kalifeldspath, dessen Zusammensetzung zu

63,40	pCt.	SiO ₂ ,
20,17	„	Al ₂ O ₃ ,
16,97	„	K ₂ O,
0,11	„	Na ₂ O

ermittelt wurde. In gleicher Weise setzt sich die total verwitterte, tuffartig poröse Grundmasse dieser Gesteine hauptsächlich aus regenerirtem Kalifeldspath zusammen ²⁾.

Unwahrscheinlich wäre sonach die Neubildung von Orthoklas auch in dem verwitterten Feldspath des Socotraner Granites nicht. Doch mag diese Frage für den vorliegenden Fall noch als unentschieden gelten; als unbedingt sicher muss dagegen der Nachweis von der secundären Entstehung des Albit in den Orthoklasen dieses Granites angesehen werden.

¹⁾ A. SAUER. Mineralog. u. petrogr. Mittheilungen aus dem sächsischen Erzgebirge. Diese Zeitschr., 1885, Bd. 37, p. 448 ff.

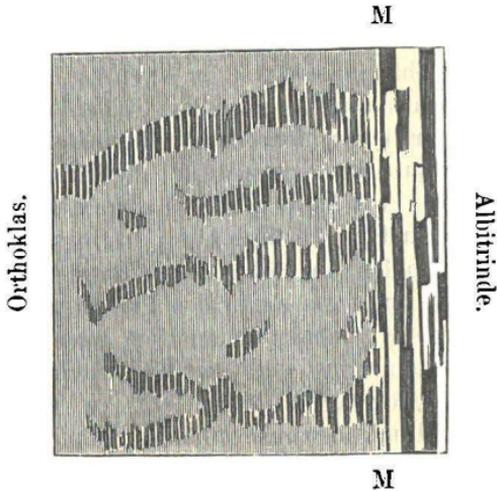
²⁾ l. c., p. 458 u. 460 (Analyse).

Dieses Resultat stellt nun in vollem Einklange mit jenen interessanten Untersuchungen J. LEHMANN's, welche derselbe unter dem Titel: „Ueber die Mikroklin- und Perthitstructur der Kalifeldspathe und deren Abhängigkeit von äusseren, z. Th. mechanischen Einflüssen“ in dem Jahresbericht der Schles. Gesellschaft für vaterländische Cultur ¹⁾ veröffentlichte. Mit Bezug auf Ursache und speciellen Verlauf der secundären Perthitbildung habe ich jedoch eine andere Anschauung als LEHMANN. Nach diesem Autor wird die secundäre Perthitbildung in erster Linie ermöglicht durch im Orthoklas in Folge von Contraction entstandene, nach der Querfläche und dem verticalen Prisma angeordnete Querrisse. Solche Querrisse zeichnen bekanntlich auch den Sanidin der jüngeren Eruptivgesteine aus und sie sind nach J. LEHMANN an aufgewachsenen Adularen künstlich zu erzeugen durch starkes Erhitzen und nachheriges schnelles Abkühlen der Krystalle im Wasser. Diese Risse, welche z. Th. noch „durch ätzende Lösungen erweitert“ wurden, bilden die Zuführungskanäle für den einwandernden Albit. Nach LEHMANN vollzieht sich also die secundäre Perthitbildung offenbar in der Weise, dass fertige Albitsubstanz in vorhandene Risse eindringt und diese ausheilt. Ich denke mir indess, wie gesagt, den Vorgang etwas anders und zwar rein chemisch. Durch Einwirkung von Natronlösungen auf Orthoklassubstanz entsteht aus letzterem durch Austausch des Alkali Albit, also gewissermaassen eine Pseudomorphose von Albit nach Orthoklas. Vielleicht ging, wie in dem untersuchten Feldspath des Socotraner Granites, so auch in allen übrigen Fällen, der erste Anstoss zur Albitisirung von einer isomorphen Beimischung von Natron-Thonerde-Silicat zu dem Kali-Thonerde-Silicat aus, das in dem randlich in Zerfall gerathenen Orthoklas sich an Ort und Stelle als Albit ausschied. Vor allem scheint es mir, um die Anordnung der Albitschnüre zu erklären, nicht nöthig, sich alle perthitischen Feldspäthe der älteren Gesteine mit praealbitischen, durch Contraction entstandenen Querrissen behaftet zu denken, wie folgendes Beispiel lehrt.

Fig. 2 auf p. 152 stellt einen Theil eines ausgezeichneten, mit einer Albitrinde überzogenen perthitischen Orthoklaskrystalles dar, der nach OP (001) durchschnitten in überaus klarer Weise die secundäre Einwanderung des Albit erkennen lässt. Der Krystall stammt aus einem Hohlräume des Bobritzsch'er Granites (vgl. auch A. SAUER, Erläuterungen zu Section Freiberg, Leipzig 1887, p. 54). Der Albit überzieht als dünne Rinde den frei aufgewachsenen Orthoklas und dringt gleichzeitig in vielfach sich gabelnden

¹⁾ Sitzung vom 11. Februar 1875.

Figur 2.



Schnüren, als directen Abzweigungen der Rindensubstanz, in das Innere desselben ein. Dieser Orthoklas hatte nun als ein in den Hohlraum hineinragendes Drusenmineral keine Ursache bei seinem allmählichen Wachsthum durch Contraction querrissig zu werden und damit dem einwandernden Albit die Bahnen der Ansiedelung vorzuschreiben. Dass die Albitschnüre hauptsächlich quer in den Orthoklas hineinwachsen, scheint mir auf andere Weise, ohne Annahme von praexistirenden Contractionrissen, erklärt werden zu können, nämlich aus der intensiven Neigung des Albits zu fein lamellarer, polysynthetischer Zwillingsbildung; dieser Krystallisationstendenz zufolge wird der sich neubildende, im übrigen stets der Hauptaxe und der M-Fläche des Orthoklas parallel orientirte Albit hauptsächlich in jener Richtung durch Anlagerung neuer Moleküle auf Kosten des Orthoklas sich zu vergrössern streben, welche neben dieser gesetzmässigen Orientirung zu dem Wirth, dem Orthoklas, gleichzeitig die Entwicklung der Zwillingsbildung nach M ermöglicht, das ist aber in der Richtung quer zu M.