

Ueber Feldspath-Uralitisirung der Natron-Thonerde-Pyroxene aus den eklogitischen Glimmerschiefern der Gebirge von Biella (Graaische Alpen).

Von

**S. Franchi** in Rom.

Mit Taf. I. II. III.

Die Gesteine, welche die Umwandlungserscheinung bieten, von der hier die Rede ist, gehören zu einer sehr verbreiteten und mächtigen Formation, welche sich im Nordwesten des Eruptivgesteinszugs von Ivrea von dem Orco- bis zum Sesia-Thal durch die graaischen und penninischen Alpen ausdehnt.

In dieser hochkrystallinen Formation sind die Thäler des Orco, der Chiusella, der Dora Baltea zwischen Borgofranco und Bard, der unteren Lys, und theilweise die biellesischen Thäler (Elvo, Oropa, Cervo und Sessera), sowie das Sesia-Thal eingeschnitten.

Im Sesia-Thal entspricht unsere Formation zu einem Theil den Sesia-Gneissen von H. GERLACH<sup>1</sup>, ARTINI und MELZI<sup>2</sup>.

Der grösste Theil dieser Gebirgszone besteht aus ganz eigenthümlichen pyroxen-, granat- und oft auch glaukophan- und feldspathführenden Glimmerschiefern; deshalb wurden sie von meinem Collegen A. STELLA<sup>3</sup>, welcher sie zuerst im Orco-

<sup>1</sup> H. GERLACH, Die Penninischen Alpen.

<sup>2</sup> E. ARTINI e G. MELZI, Ricerche petrografiche e geologiche sulle Valsesia. Milano 1900.

<sup>3</sup> A. STELLA, Relazione sul rilevamento eseguito nel 1893 nelle Alpi Occidentali. Boll. R. Com. geol. 1894. p. 343.

Thale fand, micascisti eclogitici (eklogitische Glimmerschiefer) genannt. Ich glaube, dass der Name beibehalten werden muss, weil er für diese Gesteine sowohl wegen ihrer mineralogischen Zusammensetzung, wie auch wegen ihrer engen Beziehungen zu den Eklogiten, welche sehr häufig in ihnen vorkommen, sehr bezeichnend ist. Ausser den eigentlichen Eklogiten finden sich in jenen Glimmerschiefen auch sehr verschiedene Gesteine, welche zwischen Eklogiten und echten Pyroxeniten schwanken. Diese Pyroxenite wurden wegen des beträchtlichen Natriumgehalts, sowie wegen ihrer Structur, welche derjenigen der Steinwerkzeuge der neolithischen Station von Alba ganz gleich ist, als Chloromelanitite und Jadeitite bezeichnet<sup>1</sup>.

In der Formation der eklogitischen Glimmerschiefer kommen auch, als Seltenheit, Marmorlinsen und mächtige Zonen von Augengneiss, manchmal mit granitoidischem Aussehen, vor. Ferner finden wir in denselben deutlich eingepresst und besondere contactmetamorphische Gesteine hervorbringend, die grosse und berühmte Syenitmasse von Biella und die kleinere Dioritmasse von Brosso. In enger Beziehung mit letzterer und mit Kalkbänken stehen die allbekanntesten Eisenerz- und Eisenkieslagerstätten von Brosso und Traversella<sup>2</sup>. Endlich ist zu erwähnen, dass Porphyritgänge mit einer zwischen einigen Decimetern und zwei Metern wechselnden Mächtigkeit häufig in denselben Glimmerschiefen aufsetzen.

Das Phänomen, von dessen häufigem Vorkommen in den erwähnten Gesteinen ich berichten will, ist die Umwandlung der thonerdehaltigen Natronpyroxene zum Theil in Plagioklas und zum anderen Theil in Amphibol, natürlich mit gleichzeitiger Bildung der gewöhnlichen secundären Mineralien, welche die gemeine, einfache Uralitisirung begleiten. Meines Wissens hat bis jetzt nur A. LACROIX eine solche Erscheinung im Omphacit eines Eklogits von Bouvron (Loire inférieure) erkannt, wo der Pyroxen durch ein wurmförmiges Aggregat von Smaragdit und Albit ersetzt war. A. LACROIX vergleicht

<sup>1</sup> S. FRANCHI, Sopra alcuni giacimenti di rocce giadeitiche nelle Alpi Occidentali e nell'Apennino ligure. Boll. R. Com. geol. anno 1900. No. 1.

<sup>2</sup> V. NOVARESE, L'origine dei giacimenti metalliferi di Brosso e Traversella in Piemonte. Boll. R. Com. geol. anno 1901. No. 1.

diese Umwandlung mit der ähnlichen des Spodumen von Branchville (Connecticut) in ein Aggregat von Eukryptit und Albit, und bezeichnet das Phänomen mit den zwei Namen „ouralitisirung et feldspathisation“<sup>1</sup>. Ich werde der Kürze wegen den Ausdruck Feldspath-Uralitisirung anwenden, und das um so mehr, weil der Ausdruck „feldspathisation“ schon eine andere geologische Bedeutung, und zwar jene von FOURNET besitzt.

Die Gesteine, welche die fragliche Erscheinung zeigen, gehören zu sehr verschiedenen Varietäten, welche man in zwei Hauptgruppen: Eklogite und eklogitische Glimmerschiefer vereinigen kann, je nachdem sich der Quarz entweder als accessorischer oder als wesentlicher Gemengtheil in denselben findet.

Die wesentlichen, den beiden Reihen gemeinsamen Gemengtheile sind:

1. Der Pyroxen. Die Grösse seiner Individuen schwankt von einigen Zehntel  $\mu$ -Millimetern bis zu zehn Centimetern; die Farbe vom Schwärzlichen des Chloromelanit bis zum Hellgrünlichen des Diopsid und der jadeitoidischen Typen. Die chemische Zusammensetzung ist ohne Zweifel sehr wechselnd, wie das Aussehen; es unterliegt aber keinem Zweifel, dass es sich um an thonerde- und natriumreiche Pyroxene handelt, wie aus der häufigen Metamorphose in natronhaltige Amphibole und in solche der Glaukophan-Arfvedsonit-Gruppe, sowie aus einigen vor kurzem ausgeführten Analysen hervorgeht. Von diesen führe ich hier an diejenige (I) des Pyroxens eines Eklogits unserer Zone aus der Umgebung von Oropa (nach F. ZAMBONINI<sup>2</sup>) und die zwei Analysen (II und III) AICHINO's von zwei Pyroxeniten aus der Zone der „pietre verdi“ der Cottischen Alpen. Erwähnt seien auch die Analysen des Pyroxens von St. Marcel von A. DAMOUR und S. L. PENFIELD, sowie diejenigen, die von MRAZEC, G. PIOLTI und L. COLOMBA an alpinen oder apenninischen Pyroxeniten ausgeführt wurden, welche einen Na<sub>2</sub>O-Gehalt von 7—13% geliefert haben.

<sup>1</sup> Minéralogie de la France et des Colonies. 1. 583. 1893—95.

<sup>2</sup> F. ZAMBONINI, Su un pirosseno sodifero dei dintorni di Oropa, nel Biellese. Att. R. Acc. Lincei. (5.) 10. 1. semestre. p. 240; dies. Jahrb. 1902. II. -25-.

Einen anderen Beweis des Natriumgehalts dieser Pyroxene liefert ihre gleich zu besprechende Umwandlung in sauren Plagioklas.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Si O <sub>2</sub> . . . . .	53,54	56,63	56,85	55,43	51,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,79	17,33	8,42	12,26	22,18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	5,14	1,74	9,82	—	} 13,47
Fe O . . . . .	—	0,22	1,12	8,07	
Ca O . . . . .	14,83	13,35	12,16	2,91	1,76
Mg O . . . . .	3,59	4,36	4,57	8,67	1,24
Na <sub>2</sub> O . . . . .	7,73	6,80	6,91	9,02	0,56
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,27	—	0,28	—	4,15
	—	Sp. Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sp. Mn O	—	—
Glühverlust . . . .	0,28	0,10	0,59	2,87	6,20
	100,17	100,53	100,72	99,23	100,71

2. Der Granat. Auch dieser Gemengtheil bietet Verschiedenheiten in Grösse und Aussehen. Die Farbe schwankt vom Schwärzlichen bis zum Hellrosa. Er zeigt oft zahlreiche Ilmenit- und Rutileinschlüsse. Häufig ist er in Chlorit, Biotit und in andere nicht näher bestimmbare Mineralien umgewandelt. Letztere besitzen wurmförmige oder poikilitische Structur<sup>1</sup>.

3. Ein anderer wesentlicher Gemengtheil ist ein Natron-Amphibol, welcher manchmal in sehr grossen Individuen mit denen des Pyroxens vergleichbar vorkommt. Seine chemische Zusammensetzung ist wahrscheinlich wechselnd, aber bisweilen gleicht sie der des Glaukophans von Syra, sowie nach den Untersuchungen ZAMBONINI's derjenigen der Glaukophankrystalle aus einem Eklogit vom Gressoney-Thale (Analyse IV<sup>2</sup>).

Bald ist die secundäre Entstehung dieses Amphibols durch Uralitisirung des Pyroxens ganz zweifellos, bald ist er in dem Gestein vollkommen unabhängig vom Pyroxen vorhanden. Ich werde später die Bildung von Natron-Amphibolen auch bei der Feldspath-Uralitisirung erwähnen.

4. Ein häufiger Gemengtheil der Eklogite unserer Gegend ist der weisse Glimmer, welcher auch für die eklogitischen

<sup>1</sup> Der Pyroxen ist in diesen Gesteinen völlig in faserige und skeletartige Amphibolindividuen umgewandelt.

<sup>2</sup> Sul glaucofane di Chateyroux (valle di Gressoney). Atti R. Acc. Lincei. 11. 1. sem. (5.) fasc. 5; dies. Jahrb. 1902. II. 3. Heft.

Glimmerschiefer wichtig ist. Er ist fast immer weiss, sehr selten regelmässig begrenzt, und zeigt ein sehr wechselndes optisches Verhalten, welches nicht nur in verschiedenen Gesteinshandstücken, sondern auch in verschiedenen Individuen eines und desselben Handstücks verschieden ist. Bald ist er zweiachsig (mit grossem Axenwinkel), bald ist er fast oder genau einachsig. Diese Erscheinung wurde schon von anderen Seiten erkannt, wie von C. SCHMIDT an den weissen Glimmern der Gneisse des Adulamassivs und von ARTINI und MELZI (l. c.), sowie von mir selbst an vielen krystallinischen Gesteinen der Westalpen. Ich theile hier eine Analyse mit, welche G. AICHINO an weissem Glimmer mit sehr kleinem Axenwinkel ausgeführt hat (V). Das Material wurde von A. STELLA in der Eklogit-Glimmerschieferformation des Orco-Thales gesammelt und von Fräulein Dr. R. MONTI sorgfältig ausgelesen und mikroskopisch geprüft<sup>1</sup>.

Ein anderer Gemengtheil der Eklogite ist manchmal Disthen. Accessorisch sind Feldspath und Quarz; letzterer ist in den Glimmerschiefern sehr verbreitet. Dagegen ist der Feldspath, Albit oder Orthoklas sehr spärlich, deshalb konnte ich denselben nicht mit Sicherheit specifisch bestimmen.

Die accessorischen Gemengtheile sind Ilmenit, Rutil, Anatas (?) und Titanit, alle sehr häufig, seltener sind Apatit und Zirkon; ferner kommen noch die gewöhnlichen secundären Mineralien: Zoisit, Epidot, Chlorit und Kalkspath vor.

Feldspath-Uralitisirung der Pyroxene. Das Phänomen ist an den eklogitischen Glimmerschiefern mit hellem Pyroxen sehr deutlich zu beobachten, besonders in dem Falle, wo zwischen den Neubildungen noch Rückstände des ursprünglichen Pyroxens zurückblieben. Hier herrscht der secundäre Feldspath über den Amphibol vor. Der Pyroxen ist in den Dünnschliffen vollkommen farblos, zeigt die charakteristische Spaltbarkeit und das starke Relief; die Auslöschungsschiefe schwankt zwischen 38° und 40°. An dem Pyroxen eines grobkörnigen Eklogits, welcher mit dem von ZAMBONINI unter-

<sup>1</sup> A. STELLA, Sul rilevamento geologico eseguito nel 1894 in Valle Varaita (Alpi Cozie). Boll. R. Com. geol. 1895. p. 291.

suchten identisch ist, beträgt der Winkel  $c : c = 41^{\circ}$ . Die Doppelbrechung ist niedriger als beim Diopsid; bei Anwendung des MICHEL-LÉVY'schen Comparators und bei Vergleichung mit Quarz und Muscovit fand ich:  $\alpha - \gamma = 0,019 - 0,020$ . Die solche Eigenschaften zeigenden Pyroxenreste sind in den eklogitischen Glimmerschiefern von einem mehr oder weniger ausgedehnten Feldspathhof umschlossen; der Feldspath zeigt bald eine fast genau einheitliche, bald eine vielfach wechselnde Orientirung und enthält sehr zahlreiche Amphibolnadelchen. Von ihnen sind diejenigen, welche den Pyroxen umhüllen, manchmal mit diesem gleich orientirt, wie es bei der gewöhnlichen Uralitisirung geschieht (Taf. I Fig. 2 OSO.<sup>1</sup>). Die gleiche Orientirung der entfernter liegenden Amphibolnadelchen mit denen, welche in der Feldspathmasse um die Pyroxenrückstände herumliegen, die man leicht an ihrer einheitlichen Auslöschung als Reste eines einzigen grossen Pyroxen-Individuums erkennt, bietet den überzeugendsten Beweis, dass der Feldspath, wie der Amphibol in dieser Weise aus dem Pyroxen entsteht (Taf. I Fig. 2 SO. und Taf. III Fig. 1). Das Studium zahlreicher Dünnschliffe beweist, dass das Phänomen dasselbe ist, auch wenn die Amphibolnadelchen vielfach miteinander verflochten und keine Pyroxenrückstände mehr vorhanden sind. Der centrale Theil der Taf. I Fig. 1, sowie einige Stellen der Taf. II Fig. 1 und 2 lassen von einander entfernte und gleich orientirte Pyroxentheilchen erkennen, welche rundum eine Fülle von Amphibolnadelchen und Sericithäutchen zeigen. Der Pyroxen ist in den Figuren an seiner starken Doppelbrechung und den charakteristischen Spaltungsrissen leicht erkennbar. Der Feldspath enthält ferner noch Sericit, Zoisit, Epidot, Titanit und Kalkspath.

Wenn der Feldspath durch eine weitere Umwandlung genau einheitlich orientirt wird, zeigt er in den Dünnschliffen eine mosaikartige Structur, und hier und da Zwillinge nach dem Albit-, seltener solche nach dem Periklingesetz. Die eisen- und magnesiumhaltigen Neubildungen, mit welchen der Feldspath gespickt ist, geben dem Gestein das Aussehen jener

<sup>1</sup> Bei der Bezeichnung einzelner Stellen in den Figuren bediene ich mich in leicht verständlicher Weise der geographischen Richtungen Nord, Ost etc., wie wenn diese Figuren Landkarten wären.

aus Gabbro und aus Diabasen und deren Tuffen abstammenden Gesteine der westlichen Alpen, welche man Prasinite genannt hat<sup>1</sup> (Taf. I Fig. 2 W. und SW.).

In den thatsächlich vorhandenen Fällen, wo die Umwandlung des Pyroxens beendet ist, während dagegen Granat und Muscovit noch unverändert sind, erhält man Gesteine mit secundärem Feldspath, entweder zu Zonen und Streifen angeordnet, oder in Flächen zerstreut, und zwar besonders Gneisse, welche an die sogen. Prasinitgneisse (wesentlich albitführende Gneisse mit eisen- und magnesiumhaltigen Elementen) der sogen. „Zona delle pietre verdi“ GASTALDI'S erinnern.

Manchmal ist die Anordnung des Amphibols sehr merkwürdig, wie in dem Gesteine der Taf. II Fig. 1, an dem der dunkle Rand, welcher den Quarz von den mehr oder weniger veränderten Pyroxenmassen trennt, aus der Vereinigung vieler blauer Amphibolnadelchen mit Chlorit und Epidot besteht. Grössere Amphibole sind auch in der secundären Feldspathmasse verbreitet. Manchmal beobachtet man im Quarz etwas Feldspath mit wenigem weissen, sericitischen Glimmer. Der Feldspath ist von orientirten Glaukophannadelchen umhüllt, während andere Glaukophankrystalle im Feldspath liegen; es handelt sich also um die Metamorphose eines Pyroxenkrystalls.

Die merkwürdige Anordnung des Amphibols, welche an diejenige der aus Salzlösungen sich bildenden Krystalle erinnert, findet sich auch in anderen Gesteinen. Es scheint mir, dass dies eine gewisse Bewegungsfreiheit der chemischen Elemente während des Umwandlungsprocesses beweist, im Gegensatze zu dem, was ich in anderen metamorphischen Gesteinen beobachtet hatte, wo diese Bewegungsfreiheit fast ganz fehlte. Ausser dem Glaukophan kommen im Feldspath

---

<sup>1</sup> Diese Benennung, die V. NOVARESE (Boll. R. Com. geol. 1895) von der früheren KALKOWSKY'schen Bezeichnung Prasinit abgeleitet hat, um eine bedeutende und in den westlichen Alpen sehr ausgedehnte Gesteinsfamilie zu bezeichnen, wurde von manchen Autoren nicht in richtigem Sinne angewendet, während einige andere dieselbe Benennung zwar genau in NOVARESE's Sinne, aber ohne die Quellenangabe beschrieben und abgebildet haben.

auch sehr zahlreiche, dünne, bläuliche und meergrüne Amphibolnadelchen, Sericitblättchen, Epidotkörner, sowie Titanit und Chlorit vor. Im Quarz bemerkt man selten Granatkörner, spitze Oktaëder von Anatas, Ilmenit und sehr selten isotrope Krystalle, welche als Würfel mit abgestumpften Kanten erscheinen und ein ausserordentlich starkes Lichtbrechungsvermögen besitzen (Perowskit?).

Die deutlichen Beispiele, welche wir kurz beschrieben haben, helfen uns, ähnliche Erscheinungen an Gesteinen zu erkennen, an welchen das Phänomen weniger überzeugend ist, weil der Pyroxen nur einen kleineren Thonerde- und Natriumgehalt besitzt, so dass der aus ihm entstehende Feldspath spärlich ist. Auch hier aber liegen die Amphibolfasern, welche sich aus dem Pyroxen ausscheiden, in den Feldspathlamellen eingebettet. Manchmal bieten die grösseren Pyroxenelemente Punkte, wo der Umwandlungsprocess begonnen hat; man kann an ihnen gleichzeitig Feldspath, Amphibol, Epidot und Kalkspath beobachten.

Einige dieser Glimmerschiefer, welche, obwohl der Pyroxen ganz verschwunden ist, doch bezüglich ihres Aussehens, ihrer Structur und ihrer mineralogischen Zusammensetzung klar denen mit Pyroxen entsprechend erscheinen, zeigen den Feldspath besser charakterisirt, mit einer mosaikartigen Structur aus vollkommen einheitlichen Individuen bestehend. Die Einschlüsse von Amphibol, Sericit und Epidot sind etwas besser idiomorph und vollkommener krystallisirt. Diese Gesteine könnten zu Irrthümern führen, weil man das Quarzmosaik mit Glimmer und Granat und das Feldspathmosaik mit seinen Einschlüssen für gleichzeitig entstanden halten könnte. Manchmal kann man zweifeln, ob man einen metamorphosirten eklogitischen Glimmerschiefer oder einen feinkörnigen Gneiss vor sich hat.

Die Gesteine, an welchen die soeben genannte Umwandlung deutlich ist, bilden verbreitete Zonen mit den verschiedensten Gesteinstypen im Oropa-Thale, sowie in dem naheliegenden Cervo- und Elvo-Thale. Merkwürdig ist eine Zone, welche sich im Oropa-Thale von den Bergen Toro und Camino bis zum Mucrone ausdehnt. Aus dieser Zone findet man zahlreiche erratische Blöcke von eklogitischem Glimmerschiefer



mit sehr wechselnden Structuren, vom Derben bis zum Schieferigen, in der alten Moräne, auf der die Kirche von Oropa erbaut ist. Andere Zonen derselben Gesteine kommen im oberen Cervo-Thale, sowie in den darin einmündenden Thälern von Gragliasca, Melogno und Chiobia vor.

Bei den Eklogiten ist die Erscheinung weniger deutlich, manchmal ist aber die Umwandlung des Pyroxens in grünen Amphibol mit wurmförmiger oder faserig-skeletartiger Structur ziemlich klar; die Räume zwischen den Amphibolnadelchen sind von Feldspath oder von einer weissen, unbestimmbaren Substanz erfüllt. Von diesen Gesteinen muss man daher bessere und reichlichere Handstücke untersuchen, um das Phänomen deutlich zu erkennen.

Ich habe schon gesagt, dass die relative Menge des Feldspaths und des Amphibols unter den Umwandlungsproducten des Pyroxens sehr wechselnd ist, und dass auch die chemische Natur des Amphibols verschieden ist, weil man gleichzeitig Glaukophan und Strahlstein finden kann. Und wie beim Amphibol, so ist es wahrscheinlich, dass auch beim Feldspath die chemische Zusammensetzung wechselt. Ich kann aber darüber nichts Sicheres angeben, weil der Feldspath wegen der Kleinheit der Individuen, der Seltenheit der Zwillinge und der von den Einschlüssen herrührenden Trübheit oft unbestimmbar ist. Die häufigen Contacte zwischen Feldspath und Quarz haben die Anwendung der BECKE'schen Methode gestattet, so dass ich die schwächere Doppelbrechung des Feldspaths feststellen konnte. Dies ist mit den beobachteten symmetrischen Auslöschungen, die immer geringer als  $15^{\circ}$  sind, in völliger Übereinstimmung. Es handelt sich also um einen sauren Plagioklas der Oligoklas-Albitreihe. Eine genauere Bestimmung war bis jetzt unmöglich. Im Allgemeinen scheint es, dass der secundäre Feldspath gewöhnlich calciumarm ist, obwohl eine bedeutende Menge von Calciumsilicat bei dem Uralitisirungsprocess aus den Diopsid- oder Salitmoleculen austritt. Dieses Calciumsilicat wirkt wahrscheinlich bei der Entstehung wasserhaltiger Calciumalumosilicate mit. Dieses Phänomen ist demjenigen, das bei der Umwandlung der Gabbros, Diabase und Diorite beobachtet wird, vergleichbar; der ursprüngliche Plagioklas zerfällt in einen, dem Albit sehr nahe-

stehenden Feldspath, welcher als neuer Gesteinsgemengtheil bleibt, und in Anorthitmolecüle, welche hauptsächlich in Neubildungen wasserhaltiger Calciumalumosilicate (Lawsonit<sup>1</sup>, Zoisit, Epidot) aufgenommen werden.

Diese Thatsache und die Häufigkeit von kalkspathreichen, albitführenden Prasiniten, sowie von reichlich albitführenden Kalkglimmerschiefern und Calciphyren zeigen, dass die chemischen Prozesse des alpinen Regionalmetamorphismus sich unter Umständen abgespielt haben, die weder der Erhaltung noch der Neubildung von basischen Plagioklasen günstig waren.

Wir haben in dem Gestein der Taf. II Fig. 1 einen weissen sericitischen Glimmer unter den Umwandlungsproducten des Pyroxens gesehen. Nun fehlt aber der Epidot in den Gesteinen, in welchen dieser Glimmer häufig ist, fast ganz oder vollständig, so dass dieser Glimmer vielleicht den Epidot ersetzt. Es müsste sich also um einen Kalkglimmer handeln. Die Kleinheit der Individuen hat bis jetzt die Bestimmung der optischen Eigenschaften verhindert; ich konnte nur nachweisen, dass die Doppelbrechung die des Muscovits ist.

Das Phänomen, welches wir hier beschrieben haben, hat nichts Wunderbares, weil der Pyroxen natron- und thonerdehaltig ist, so dass wir in ihm die Anwesenheit des Jadeit-silicates  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$  vermuthen können. Von diesem Silicat könnte der von F. ZAMBONINI untersuchte Pyroxen 51,4% enthalten, und noch mehr der von PENFIELD analysirte. Jedes Jadeitmolecül kann noch zwei Molecüle  $\text{SiO}_2$  aufnehmen, um ein Albitmolecül zu bilden, während aus den anderen Bestandtheilen des Pyroxens die gewöhnlichen Producte der Uralitisirung, nämlich Amphibol und Epidot, hervorgehen. Ferner spielt das Jadeitmolecül auch in der Constitution des Glaukophan  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot m(\text{Mg Fe})_3\text{CaSi}_4\text{O}_{12}$  eine wichtige Rolle, und dies erklärt leicht, dass wir unter den Umwandlungsproducten des Pyroxens gleichzeitig Albit und Glaukophan gefunden haben<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Bei der Feldspath-Uralitisirung der Pyroxene ist Lawsonit bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

<sup>2</sup> In einigen Eklogitgesteinen von St. Marcel wandelt sich dieselbe Pyroxenmasse bald in Albit und grünen Amphibol, bald ausschliesslich in blauen Amphibol um. Im ersten Fall erhalten wir einen Prasinit, im

Die Kieselsäure, welche zur Umwandlung der Jadeitmolecüle in Albit nothwendig ist, konnte nicht fehlen in den Wässern, welche die Gesteine durchtränken und welche die Metamorphose hervorgerufen haben. Die Glimmerschiefer sind ja sehr reich an Quarz, welcher den Pyroxen umhüllt. Von den Grenzen des Quarzes aus drängte die Feldspathuralitisirung auf den Spaltungsrisen und den Brüchen gegen das Innere der Pyroxene vor. Auch für die Eklogite kann man annehmen, dass die nöthige Kieselsäure vom Wasser geliefert wurde, weil dieselben in kleinen Massen zwischen den quarzreichen Glimmerschiefern liegen.

Die Figuren der Tafel zeigen klar, wie das Phänomen in die Erscheinung tritt und wie man mit einer gewissen Annäherung die Menge des secundären Feldspaths schätzen kann. Diese Menge könnte uns bis zu einem gewissen Grade über den Jadeitgehalt des Pyroxens Aufschluss geben. Nach der Menge des secundären Feldspaths müssten einige der untersuchten Pyroxene aus den Glimmerschiefern einen höheren Natriumgehalt besitzen, als die Pyroxene, welche von AICHINO, ZAMBONINI, PIOLTI und COLOMBA analysirt wurden.

Eine andere merkwürdige Thatsache habe ich an einigen eklogitischen Glimmerschiefern beobachtet und besonders an dem vom Monte Rosso (Oropa-Thal), dessen Dünnschliff in der Tef. II Fig. 2 dargestellt ist. Es handelt sich um die Umwandlung des weissen Glimmers in ein Mineral, welches ich nicht genau bestimmen konnte, das aber vielleicht Feldspath ist. Dieses Phänomen kommt gleichzeitig mit der Feldspath-

---

zweiten einen Natronamphibolit, also zwei parallele Gesteinsreihen, wie ich schon aus der Metamorphose der Gabbros und derjenigen der Diabase mit ihren Tuffen nachgewiesen hatte. Die chemische Zusammensetzung beider Reihen von so verschiedener mineralogischer Zusammensetzung stimmt fast ganz überein, wie es aus den Analysen AICHINO's hervorgeht (Boll. R. Com. geol. 1895). Diese doppelte, aus der Metamorphosirung der Diabasgesteine entstandene Gesteinsreihe wurde später von H. ROSENBUSCH (Zur Deutung der Glaukophangesteine. Sitz.-Ber. Berliner Akad. 1898) und von H. S. WASHINGTON in einer sehr wichtigen Arbeit über Gesteine von verschiedenen Fundorten (Amer. Journ. of Sc. 1900. 11) bestätigt. Über denselben Gegenstand soll von mir in Boll. Com. geol. 1902. eine neue Untersuchung mit einigen chemischen Analysen von AICHINO publicirt werden.

uralitisirung vor. Der Glimmer zeigt einen grossen Axenwinkel, er ist durchsichtig, oft verzwilligt und die Doppelbrechung beträgt 0,040.

Rings um die Glimmerindividuen bemerkt man einen Hof eines farblosen zweiaxigen Minerals, welches von Säuren nicht angegriffen wird und eine geringere Doppelbrechung und Lichtbrechung als der Quarz zeigt. Diese Beschaffenheit gestattet auch in der Photographie die Grenzen zwischen dem Mineral und dem Quarz leicht zu erkennen. Alle die erwähnten Eigenschaften sind dem Albit und dem Orthoklas gemeinsam. Die rechteckige Gestalt dieses Minerals in dem Hofe (wie man z. B. an dem Ende von zwei Muscovitlamellen im SW. und gegen NO. der Taf. II Fig. 2 sieht), sowie das Auftreten dieses Minerals in einigen Rechtecken mit oder ohne Muscovit deuten auf seine Entstehung aus dem Glimmer. Um die Glimmerreste herum fand ich einmal Zoisit und in anderen Fällen Körner von unbestimmbaren Mineralien.

Die Umwandlung des Glimmers in Feldspath wäre, wie man aus der mikroskopischen Untersuchung annehmen müsste, eine anomale Erscheinung, weil die entgegengesetzte Umwandlung des Feldspaths in Glimmer sehr häufig wahrnehmbar ist. Die Zoisitindividuen könnte man durch das Freiwerden von Thonerde bei der Metamorphose des Glimmers in Feldspath erklären; ersterer müsste jedenfalls etwas Margarit-silicat enthalten.

Die Unsicherheit bezüglich der chemischen Natur des ursprünglichen, sowie des anscheinend secundären Minerals ist zu bedeutend, als dass eine entscheidende Meinung geäussert werden könnte. Wir müssen daher die Untersuchung von weiterem Material abwarten, um festzustellen, ob es sich thatsächlich um die Umwandlung des weissen Glimmers in Feldspath handelt.

Nun könnte man sich die Frage aufwerfen, welcher Art von Metamorphismus die Feldspathuralitisirung zuzuschreiben sei. Die Nähe der Grenze des biellesischen Syenitstockes bei der Eklogitglimmerschieferzone Monte Tovo—Monte Mucrone, aus der die Handstücke stammen, an welchen das in Rede stehende Phänomen am deutlichsten beobachtet wurde, könnte vermuthen lassen, dass dies eine Erscheinung der Contact-

metamorphose sei. Es genügt aber, unsere Aufmerksamkeit auf die Natur der metamorphisch neugebildeten Mineralien zu richten, um ein echtes Contactphänomen sogleich auszuschliessen; denn wir haben es mit Mineralien zu thun, deren Bildung wir bei dem gewöhnlichen sogen. Regionalmetamorphismus stets wahrnehmen, während die Gesteinstypen aus der Contactzone des Syenitmassivs durch eine reichliche Biotitneubildung charakterisirt sind, wovon keine Spur in den oben beschriebenen metamorphen Gesteinen wahrgenommen wurde.

Die reichliche Feldspath- und Biotitneubildung, die wir in den Contactgesteinen wahrnehmen, erschwert die Entscheidung darüber, welche secundäre Mineralien der Umwandlung der Natron-Thonerde-Pyroxene zuzuschreiben seien. Aber in einigen Fällen ist doch deutlich zu ersehen, dass diese Pyroxene in ähnlicher Weise wie bei der Feldspath-uralitisirung sich ganz bestimmt in Feldspath (Albit) mit einer Durchdringung parallel orientirter Biotitlamellen umgewandelt haben.

Die Zeit der Einpressung des Syenitstockes, sowie der zahlreichen Porphyritgänge ist bis jetzt unbekannt, so dass wir keine Vorstellung haben, ob die Contactmetamorphose vor oder nach der Feldspathuralitisirung vor sich gegangen ist. Vielleicht wird später ein vollkommeneres Studium der Contacthöfe des Syenitmassivs etwas mehr Licht darüber verbreiten.

## Erklärung der Tafeln.

## Tafel I.

Fig. 1. Eklogitischer Glimmerschiefer aus dem Oropa-Thal. Gewöhnliches Licht. Vergrößerung 60 D.

Grosser Apatitkrystall (O.), Granat (NW.), Quarz (N.), weisser, fast einaxiger Glimmer. Einige parallel orientirte Überreste eines grossen Krystalls von Natronthonerdepyroxen in ein von Amphibol und Sericit durchspicktes Feldspath-(Albit-)feld umgewandelt. In der Mitte Epidot- und Zoisitkörner und -Kryställchen, sowie spärlicher Chlorit.

„ 2. Ein anderer Theil desselben eklogitischen Glimmerschiefers. Gewöhnliches Licht. Vergrößerung 60 D.

Weisser Glimmer und Quarzmosaik (N.) mit grossen Rutil- und Titaniteinsprenglingen (NO.).

Apatit. Grosse Granatindividuen, zahlreiche Rutilkörner einschliessend. Natronthonerdepyroxen theilweise in Feldspath und Strahlstein umgewandelt (O.).

Feldspathfeld, von einem Ringe parallel orientirten Amphibols umhüllt und von nahezu parallel orientirten Strahlsteinnädelchen durchsetzt (SO.). (Dieser Theil ist in Taf. III Fig. 1 bei einer Vergrößerung von 140 D abgebildet.)

Secundäre Feldspathmosaik von zahlreichen Strahlsteinnadeln, skeletartigen Zoisit-Epidot-Körnern und Sericitschüppchen durchspickt (SO., W. u. SW.).

## Tafel II.

Fig. 1. Feinkörnige, glimmerarme und granatfreie Knollen eines eklogitischen Glimmerschiefers aus dem Oropa-Thal. Gewöhnliches Licht. Vergrößerung 60 D.

Quarzmosaik-Zonen mit spärlichem weissen Glimmer, mit secundären, aus der Umwandlung von Natronthonerdepyroxen hervorgegangenen Feldspath-Zonen. Diese sind von den Quarz-Zonen durch einen dunkeln Saum von Glaukophan, Epidot und Chlorit abgegrenzt und durch zahlreiche Sericitschuppen, ausserdem durch blauen und grünen Amphibol, Epidot und Chlorit getrübt.

„ 2. Eklogitische Glimmerschiefer vom Monte Rosso (Oropa-Thal). Gewöhnliches Licht. Vergrößerung 60 D.

Grosse goldgelbe Rutilkrystalle. Hellrosa Granatdodekaëder. Quarz. Einaxiger resp. zweiaxiger weisser Glimmer mit Feldspath(?)höfen (in der Figur durch die schwächere Lichtbrechung vom Quarz unterscheidbar).

Natronthonerdepyroxen, mehr oder weniger in Feldspath, Amphibol, Sericit und Epidot umgewandelt.

## Tafel III.

Fig. 1. Hier ist der südöstliche Theil der Taf. I Fig. 2 im polarisirten Licht bei 140facher Vergrößerung abgebildet.

Ein grosser klarer Apatitkrystall, welcher einen grossen, sich in Feldspath und Amphibol umwandelnden Pyroxenkrystall durchsetzt. In der unteren Hälfte ein breiteres Feldspathfeld, der Länge nach von nahezu parallel orientirten Amphibolnadelchen und darüber von Epidotkrystallen durchspickt. Dieses Feldspathfeld ist von einem klaren Ring uralitischen Amphibols mit Pyroxenüberresten umhüllt.

- „ 2. Eklogitischer Glimmerschiefer der Contactzone des Syenit-Stockes bei Rosassa (Cerro-Thal).

Ausser den secundären Mineralien der Feldspath-Uralitisirung beobachtet man in dem Feldspath längsgestreiften Strahlstein, welcher durch die Umwandlung eines Natronthonerdepyroxens entstanden ist und zahlreiche, sehr stark gefärbte Biotithäutchen.



Fig. 1.



Fig. 2.





Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [1902\\_2](#)

Autor(en)/Author(s): Franchi S.

Artikel/Article: [Ueber Feldspath-Uralitisirung der Natron-Thonerde- Pyroxene aus den eklogitischen Glimmerschiefern der Gebirge von Biella \(Graische Alpen\). 112-126](#)