

Umwandlungen
der
Granaten in Amphibolschiefern der Tiroler Centralalpen.

Von

A. Cathrein.

Mit Taf. XIII, Fig. 1—5.

(Separat-Abdruck aus: „Zeitschrift für Krystallographie etc.“ X. 5.
Leipzig, Wilhelm Engelmann 1885.)

XXVI. Umwandlungen der Granaten in Amphibol-schiefern der Tiroler Centralalpen.

(Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium des Polytechnikums zu Karlsruhe. X.)

Von

A. Cathrein in Karlsruhe i. B.

(Hierzu Taf. XIII, Fig. 4—5).

Unlängst habe ich die Zersetzung von Granat zu Skapolith in einem Amphibolitfindling aus der Brandenberger Ache in Nordtirol besprochen^{*)}. Jener vereinzelt Fund reizte mich im vergangenen Herbste wieder das Achenbett mit geschärfter Aufmerksamkeit zu durchsuchen. Alsbald entdeckte ich auch einige solcher Diluvialgeschiebe, welche mit dem beschriebenen auffallende Aehnlichkeit besaßen, insofern deren Granaten ebenfalls durch eine graulichweisse Substanz ersetzt waren.

Die unbekannte Lagerstätte dieser Gesteine hatte ich in der Oetzthaler Alpengruppe vermuthet. Als ich nun hierauf nach Innsbruck kam, machte mir Herr Professor Pichler die erfreuliche Mittheilung, er glaube, es sei ihm geglückt, das Anstehende des von mir untersuchten Geschiebes mit den eigenthümlich veränderten Granaten auf der Stanser Alpe aufzufinden, und übergab mir gleichzeitig einen Splitter seines Fundes zur mikroskopischen Bestätigung der Identität mit dem meinen.

Durch das Studium der Dünnschliffe der mitgebrachten Gesteine wurde die aus der makroskopischen Betrachtung gewonnene Anschauung nur theilweise bestätigt, dafür manche neue Thatsache ermittelt, welche mir einer Beschreibung werth erscheint. In einer Schlussnotiz hat dann Herr Professor Pichler die Mittheilung seiner Beobachtungen über die Fundorte und das Auftreten dieser Gesteine freundlichst übernommen.

^{*)} Diese Zeitschrift, 9, 378—385.

I. Umwandlung in Skapolith.

Was vorerst den von Herrn Professor Pichler anstehend gefundenen Amphibolit betrifft, so kann ich auf Grund der mikroskopischen Untersuchung dessen Uebereinstimmung mit meinem Geschiebe von Achenrain vollauf constatiren. Auch hier konnten in krystallographischer und optischer Beziehung dieselben Verhältnisse beobachtet werden, welche bei jenem für die Skapolithnatur des Umwandlungsproductes der Granaten sprachen. Trübe blaugraue Polarisationsfarben, gerade auslöschende prismatische und isotrope basische Schnitte; an den Krystallumrissen die früher bestimmten Winkel*), denen ich noch zwei neue hinzufügen kann, welche ebenfalls den Krystallformen des Skapoliths entsprechen. Es sind dies die Neigungen der Polkante $z' : z'$ der ditetragonalen Pyramide zu den Flächen der Grundpyramide und des Prisma, welche ich in diesem Präparate wiederholt an einseitig und beiderseits ausgebildeten Individuen mit gerader Exstinction (Fig. 4) zu messen Gelegenheit fand.

	Messung:	Rechnung $a : c = 1 : 0,441$:
$o : o = 111 : \bar{1}\bar{1}\bar{1} = 64^\circ$		63° 54' 4"
Polkante von $z : o = [311, 131] : 111$ 30		29 55 34
- - $z : m = [311, 131] : 110$ 28		28 7 24

Einzelne gestreifte Plagioklaskörner, Fasern und Staubhäufchen von Epidot sind allenthalben vertreten, ebenso durchsetzen zarte Hornblendsäulchen die Pseudomorphosen, welche da und dort noch frische Granatkerne zeigen, wie denn überhaupt das ganze Bild der Veränderung genau dasselbe ist, wie bei meinem Original. Auch die Zusammensetzung des Gesteins ist fast durchweg dieselbe geblieben; an ihr betheiligt sich vorwiegend lebhaft grasgrüne Hornblende mit starkem Pleochroismus von gelblich- zu bläulichgrün in theils unregelmässigen, theils krystallographisch wohlumgrenzten Individuen, zwischen welche sich einzelne Quarz- und Feldspathkörner einschieben. Dazu gesellt sich Magnetit, der manchmal mit Pyrit verwachsen ist und häufig von Sphen umrandet wird, seltener sind dann winzige Rutilprismen und Apatitsäulen.

Unter den von mir letzthin gesammelten Amphibolitgeschieben befinden sich nach mikroskopischer Analyse nur ein Paar, welche die Umwandlung der Granaten in Skapolith unzweideutig erkennen lassen, während makroskopisch doch alle die an Stelle der Granaten erscheinenden schmutzigweissen Flecken vom Aussehen der Skapolithpseudomorphosen, mitunter auch frische Granatkerne zeigen. Es sind dunkle, sehr feste und massige Gesteine, die wesentlich aus glänzend schwarzen kleinen Hornblendsäulen, zwischen denen oft einzelne grössere liegen, zusammengesetzt erscheinen.

*) Diese Zeitschrift 9, 383.

Bemerkenswerth ist das Auftreten von schwarzen Erzkörnern mit graulich-weißen Randzonen, genau von der Beschaffenheit des sogenannten Titanomorphits von Lasaulx's aus den Amphiboliten von Lampersdorf in Schlesien*), mit welchen auch unsere Gesteine sehr viel Aehnlichkeit besitzen. Unter dem Mikroskop ist dieser Titanomorphit von dem Lampersdorfer nicht zu unterscheiden. Es sind klare Aggregate deutlicher, durchsichtiger Sphenkörner, welche sich oft strahlig um die opaken Erzkörner, die aus ihren Krystallumrissen auf Magnetit schliessen lassen, gruppiren. Mit dem Magneteisen ist oft Rutil verwachsen, der in Körnern und Säulen mit messbarer pyramidaler Endigung auch für sich allein im Gestein auftritt und gleichfalls von Titanomorphit umrandet wird. Sehr schön ergibt sich hier die Genesis des letzteren durch Zersetzung des Titanmagneteisens aus der Zerrissenheit der Erzkerne bei ganzrandigen Titanitzonen, aus der quadratischen oder rhombischen Gestalt des Titanomorphitsaumes bei unregelmässigen Conturen des Magnetitkernes und aus der schliesslichen Entstehung vollkommener Pseudomorphosen von Sphen nach Magneteisen, auf welche Verhältnisse näher einzugehen ich früher schon Gelegenheit hatte**).

Interessant ist, dass die zumeist ganz in Skapolith, dem sich etwas Plagioklas und Epidot beigesellen, umgewandelten Granaten oft einen inneren Kranz von primären Hornblendesäulchen beherbergen, welche das Bestreben einer zu den Seiten der Granatformen normalen Lagerung erkennen lassen (Fig. 2); ausserdem bildet die Hornblende auch centrale Anhäufungen in der umgewandelten Granatsubstanz, was auf eine Perimorphose zurückzuführen ist. Der Amphibol zeigt neben unregelmässigen häufig deutlich entwickelte Krystalle, deren achtseitige Querschnitte die Combination $(110)\infty P$, $(100)\infty P\infty$, $(010)\infty P\infty$ verrathen. In Bezug auf Farbe und Pleochroismus wiederholt sich das schon oben Gesagte. Zwischen den Hornblende-Individuen liegen vereinzelt quergegliederte Apatitsäulen, sowie Plagioklas- und Quarzkörner, welche auch in den Pseudomorphosen auftreten.

II. Umwandlung in Epidot.

Eine zweite Art von Veränderung, welcher die Granaten unserer Amphibolschiefer unterliegen, ist die in Epidot. Ich habe schon darauf hingewiesen, dass dieses Mineral in staubartiger oder mikrolithischer Gestalt in den Skapolithpseudomorphosen sich ansiedelt; von diesem Epidot steht es nun allerdings nicht fest, ob er ein primäres Umwandlungsproduct von Granat oder vielleicht aus einer Veränderung des Wernerits hervorgegangen ist, welche

*) Jahresber. Schles. Ges. 1877, 31. Jan. 45. Neues Jahrbuch für Min. 1879, 568 u. 569. Diese Zeitschrift 4, 162—168.

**) Diese Zeitschrift 8, 324 u. 325.

Umwandlung bekanntlich der Skapolith von Arendal zeigt. Oder es könnte eventuell auch der beigemengte Plagioklas den Epidot geliefert haben, eine sonst ja so häufige Erscheinung. Anders verhält es sich entschieden in dem nun vorliegenden Falle. In manchen dieser Hornblendegesteine erkennt man schon mit freiem Auge in den Granaten Epidot, unter dem Mikroskop ist derselbe durch seine gelbliche Farbe, eigenthümlichen Pleochroismus, die lebhaft chromatische Polarisation, Schwingungsrichtung, das starke Lichtbrechungsvermögen, die Spaltbarkeit und Krystallform unzweideutig bestimmt. Seine Individuen sind durchschnittlich grösser oder doch mindestens eben so gross, als die Skapolith- und Plagioklaskörner, zugleich reicht er in den Durchschnitten der Granaten bis hart an deren Rand oder erfüllt dieselben auch völlig, woraus aber einerseits folgt, dass dieser Epidot nicht aus Plagioklas oder Skapolith entstanden sein, andererseits auch nicht als primärer Einschluss im Granat nach Art einer Perimorphose aufgefasst werden kann. Einen weiteren Beweis für die thatsächliche Umwandlung der Granatsubstanz in Epidot bringt uns ein anderes Geschiebe eines central-alpinen Hornblendeschiefers, das ich auch in der Brandenberger Ache gefunden und wegen seiner auffallenden oft über 5 mm grossen weisslichen Granaten einer näheren Untersuchung werth hielt.

Das Gestein weicht in seinem Habitus dadurch von den besprochenen Amphiboliten ab, dass es bei weitem hellere Farbe und nicht massige, sondern deutlich faserige Lagenstructur besitzt, ohne damit eine gewisse Zähigkeit eingebüsst zu haben. An seiner Constitution betheiligen sich vor Allem Fasern einer grasgrünen, glänzenden, strahlsteinartigen, seltener schwärzlichen Hornblende und ein grünlich-gelblichweisses saussuritähnliches Aggregat in Schnüren und Bändern mit jener wechselnd, und die dodekaëdrischen Granatformen umschmiegend, deren ursprüngliche Substanz nicht mehr zu entdecken ist. An ihrer Stelle sehen wir, wie gesagt, ein schmutzigweisses Gemenge von körniger Beschaffenheit, dessen mineralogische Zusammensetzung man nicht so ohne weiteres erkennt, und damit vereint, es umsäumend oder stellenweise vertretend, schwärzliche Hornblende. Ein accessorisches Gesteinselement ist Magnetkies, an der tombackbraunen Farbe und dem Magnetismus erkennbar, mit braunen Verwitterungshöfen von Eisenoxydhydrat.

Die mikroskopische Analyse giebt speciellere Aufklärung über die Zusammensetzung der Gesteinsgrundmasse und die Art der Veränderung der Granaten. Die lichten Parteen des Gesteins bestehen aus einem feinkörnigen Gemenge von Epidot mit Plagioklas, dessen Epidotisirung sich in einem weit vorgeschrittenen Stadium befindet, so dass die Streifung vielfach undeutlich und verwischt ist, ausserdem mögen ungestreifte Körner wohl auch dem Orthoklas angehören. Daneben macht sich Hornblende bemerkbar, dieselbe erscheint in grösseren Individuen, die eng verknüpft

sind mit wirren Aggregaten kleinster Prismen und gelappter Körnchen (Fig. 3), durch deren Gegenwart die Zähigkeit des Gesteins erklärlich wird. Farbe und Pleochroismus sind meist lebhaft, mitunter aber auch ganz schwach. Ferner findet sich oft in Verbindung mit schwarzem Erz Rutil in rothbraunen Körnern, Prismen und Zwillingen, sowie Sphen, welcher auch den Rutil umgiebt.

Die Granatdurchschnitte, welche uns besonders interessiren, sind von hellfarbigem körnigem Epidot mit schwachem aber doch merklichem Pleochroismus und lebhaften Polarisationsfarben ganz oder theilweise erfüllt, während die Lücken von stark pleochroitischen zwischen gelbgrün und blaugrün oscillirenden Hornblendefasern eingenommen werden. In anderen Fällen gewinnt diese Hornblende das Uebergewicht neben einigen wenigen Epidotkörnern. Dass nach dieser Erscheinungsweise an einen primären Einschluss, an eine ursprüngliche Verwachsung von Epidot mit Granat nicht zu denken, vielmehr eine Zersetzung von Granat anzunehmen ist, liegt auf der Hand. Von der genetischen Beziehung der Hornblende zu den Granaten soll später die Rede sein. Wir haben es also hier mit wirklichen Umwandlungs-Pseudomorphosen von Epidot nach Granat zu thun, für deren Entwicklung bei der Aehnlichkeit der chemischen Constitution von Epidot und Skapolith ganz ähnliche Vorgänge bedingend sein werden, wie bei der Umwandlung von Almandin in Wernerit*); im Wesentlichen Aufnahme von etwas Kalk und Wasser, und theilweise Ausscheidung und Oxydation des zurückbleibenden Eisenoxyduls.

Diese Umwandlung gewinnt um so mehr an Bedeutung, als sie meines Wissens bisher nur noch von einem einzigen Punkte der Alpen, vom Berge Lolen im Magisthal in Bündten durch Wisser, Volger, vom Rath und Blum bekannt geworden ist**), während wir dieselbe durch Reuss, vom Rath, G. Rose und Blum von Arendal***) kennen.

III. Umwandlung in Oligoklas.

Mehrere dieser Amphibolite mit weisslichen Granatoëdern, welche makroskopisch von den übrigen nicht zu unterscheiden sind, zeigen unerwarteter Weise unter dem Mikroskop ein ganz anderes Veränderungsproduct der Granatsubstanz. An Stelle von Skapolith und Epidot befindet sich

*) Diese Zeitschrift 9, 384.

**) Neues Jahrbuch für Min. 1842. 525 u. 1843. 298. Volger, Epidot und Granat, Zürich 1855. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. 1862, 14, 445. Blum, Pseudomorphosen 3, 14.

***) Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1853. 10, 61. Zeitschrift d. d. geol. Ges. 1862, 14, 436. Zeitschrift d. d. geol. Ges. 1864. 16, 6. Neues Jahrbuch f. Min. 1869. 721.

ein Aggregat relativ grösserer, theils klar durchsichtiger, theils durch staubartige Interpositionen getrübtter farbloser Körner mit unregelmässigen oder rechteckigen und rhomboidalen Contouren. Bei gekreuzten Nicols sehen wir blaugraue Polarisationsfarben und Auslöschungen, welche von den Seiten der Durchschnitte und den nicht selten wahrnehmbaren dazu parallelen Spaltungsfugen unmerklich abweichen. Manche dieser Körner verathen sich ausserdem als einfache und polysynthetische Zwillinge, deren Streifung verwischt wird durch die staubförmige Trübung, welche sich vorzugsweise an den Rändern und längs den Spaltrissen der Krystalle einstellt, und, wie die nähere Untersuchung bei stärkerer Vergrösserung gelehrt hat, durch winzige Hornblendeleischen und Epidotkörnchen bewirkt wird. Jene sind durch allmähliche Uebergänge mit der gesteinsbildenden Hornblende verknüpft und daher wohl primäre Einschlüsse, während der Epidot eher ein Umwandlungsproduct des Feldspaths zu sein scheint. Die gegebenen Merkmale gestatten kaum einen sicheren Schluss auf die Natur unseres Feldspaths. Sehr nahe läge es, in den häufigen ungestreiften Individuen Orthoklas zu vermuthen. Doch wird diese Annahme schwankend schon in Anbetracht der übrigens durchaus gleichartigen Beschaffenheit aller Feldspathkörner, noch mehr aber durch Erwägung der bekannten Thatsache, dass die Plagioklase nicht immer in Viellingen, sondern oft auch in Zwillingen und Einzelindividuen auftreten. Zur Entscheidung musste daher bei der Unsicherheit, welcher die mikroskopische Diagnose der Feldspathe im Gesteinsdünnschliff an und für sich preisgegeben ist, eine exacte Bestimmung ausgeführt werden. So versuchte ich denn zuerst durch Isolirung der betreffenden Feldspathkörner die Auslöschungsschiefe an Spaltungslamellen zu ermitteln. Allein alle Bemühungen, die für solche Messungen geeigneten Objecte zu gewinnen, blieben ob der Feinheit des Kornes und der wenig entwickelten Spaltbarkeit des Feldspaths leider erfolglos, obgleich grössere Quantitäten des ziemlich feinen Pulvers unter dem Mikroskop durchsucht wurden. Das zuverlässigste Mittel zur Bestimmung des Feldspaths war nunmehr die quantitative chemische Analyse. Dies erforderte vorerst die Gewinnung und Reinigung des hierfür tauglichen Materials. Ich wählte hierzu eine Amphibolitstufe mit typischen, möglichst frischen und reinen Feldspathpseudomorphosen mit Ausschluss aller anderen, welche Stufe einen besonderen Vorzug noch darin besass, dass in ihrer Grundmasse nur äusserst wenig Quarz erschien, wodurch es möglich war, bei der Isolirung die Kaliumquecksilberjodid-Lösung vortheilhaft in Anwendung bringen zu können. Zu diesem Behufe wurde vor Allem die Gesteinsprobe fein gepulvert, die in Wasser leicht suspendirbaren Theilchen entfernt und dann mit der Thoulet'schen Flüssigkeit im Becherglase behandelt. Die Trennung der schwärzlichen Hornblendepartikel von den weisslichen Feldspathkörnchen trat sofort ein, doch zeigte die mikrosko-

pische Prüfung der letzteren, dass eine nicht unbedeutende Menge mit Feldspath verwachsener Hornblende noch mitgefallen war. Es musste deshalb das Pulver bis zur äussersten Grenze verfeinert und nach Abschlämmung der staubartigen Theilchen die Operation mit der Trennungsflüssigkeit wiederholt werden, um schliesslich die Substanz in höchst befriedigender Reinheit zu erhalten. Ausser Hornblende, von welcher nur einige wenige Splitterchen, die keinen merklichen Einfluss auf die Analyse auszuüben vermochten, beim Feldspath zurückblieben, waren in Folge ihres noch höheren Volumsgewichtes entfernt etwa vorhandene Granatkerne, Epidot, Sphen, Rutil und Erze. Das so gereinigte und nachher feinst zerriebene Pulver wog 4,171 g, wovon 0,8 g zur Alkalienbestimmung mit verdünnter Schwefelsäure und Fluorwasserstoff, und 0,371 g zur Bestimmung der Kieselsäure mit kohlen-saurem Kali-Natron aufgeschlossen wurden. Die nach den üblichen Methoden ausgeführte Analyse ergab nur eine Spur von Eisenoxyd, wodurch die Thonerde schwach gelblich gefärbt war, auch Magnesia konnte nur in Spuren nachgewiesen werden. Diese verschwindenden Mengen von Bittererde und Eisen sprechen zu Gunsten der Reinheit der angewandten Substanz von Hornblende und Epidot, welche beiden Elemente auch als mikrolithische Einschlüsse im Feldspath nicht in solcher Menge vorhanden waren, um einen irgendwie merklichen Einfluss auf die Constitution desselben in der Analyse zum Ausdruck bringen zu können.

Gefunden:	Berechnet zu Ab_3An_1 :
Kieselsäure 64,79	62,23
Thonerde 24,62	23,88
Kalkerde 5,44	5,03
Natron 7,57	8,86
Kali 0,69	—
400,08	400,00

Dieses Resultat bestätigt nun die auf die mikroskopische Erscheinung gestützte Ansicht von der Orthoklasnatur der ungestreiften Körner keineswegs, mahnt vielmehr zur Vorsicht bei ausschliesslich mikroskopischen Bestimmungen von Feldspathen; denn während die relativen Kieselsäure-, Thonerde- und Kalk-Quantitäten ebenso gut einem Gemenge von Orthoklas und Plagioklas entsprechen würden, folgt aus der Armuth an Kali und dem Reichthum an Natron die Zugehörigkeit der analysirten Substanz zu den Kalknatronfeldspathen und zwar, wie ein Vergleich der Analyse mit der beistehenden berechneten Zusammensetzung ergibt, zum Oligoklas von dem Molekularverhältniss $Ab : An = 3 : 1$. Die kleine Kalimenge ist auf etwas beigemengten Orthoklas, oder dem Plagioklas isomorph beigemisctem Kalifeldspath zurückzuführen. Mit den Auslöschungsschiefern von un-

gefähr 4° auf (004) und $3\frac{1}{2}^{\circ}$ auf (040), die Ab_3An_1 zukommen, stimmen auch die im Dünnschliff beobachteten geringen Abweichungen der Extinction von den Spaltungsfugen überein.

Die Verdrängung der Granatsubstanz durch den Feldspath schreitet von aussen nach innen allmählich fort, es bleiben oft nur mehr vereinzelt im Gegensatz zu den regelmässigen Granatoedern ganz unregelmässige frische Kerne von Granat, oder, und das ist sogar die häufigste Erscheinung, auch die letzte Spur der ursprünglichen Substanz ist verschwunden, die Ausfüllung der Granatformen mit Feldspath eine vollständige, so dass eine vollkommene Pseudomorphose von Oligoklas nach Granat vorliegt. In Anbetracht der Aehnlichkeit der chemischen Constitution der betreffenden Mineralien beruht der Umwandlungsprocess auf einem einfachen Austausch von Bestandtheilen. Setzt man einen Kalkeisenthongranat (Almandin) voraus, so muss Eisenoxydul abgegeben, Kieselsäure und Alkali dagegen zugeführt werden. Diese Pseudomorphose und Umwandlung von Granat in Oligoklas beansprucht um so höheres Interesse, als dieselbe bisher noch nicht nachgewiesen wurde, und überhaupt weder eine Umwandlung von Granat in Plagioklas noch in Orthoklas bekannt ist*).

Es ist schon oben bemerkt worden, dass die Granaten selten einer Veränderung allein unterliegen, dass im Gegentheil die eine die andere begleitet; dies geschieht auch im zuletzt beschriebenen Falle. Neben Oligoklas stellen sich Epidot und Skapolith nicht nur in demselben Präparat, sondern auch in demselben Granatdurchschnitt ein. Oft erscheint die Epidotisirung und Feldspathisirung lagenweise im Gestein vertheilt. Vom Auftreten vereinzelter Körner von Skapolith unter den Feldspathindividuen, ist eine successive Zunahme ihrer Zahl bis zum Ueberwiegen durch unsere Amphibolite leicht zu verfolgen. In diesen Uebergängen tritt zumal mit Berücksichtigung der übereinstimmenden Korngrösse die genetische Gleichzeitigkeit und Unabhängigkeit von Skapolith und Oligoklas so recht deutlich hervor, und wird die Annahme, es sei der Oligoklas etwa ein secundäres Umwandlungsproduct von Granat aus dem Zwischenglied Wernerit, unhaltbar. Auf der anderen Seite darf man sich nicht verhehlen, dass gerade diese Association der mikroskopisch so ähnlichen Mineralien Skapolith und Oligoklas die sichere Unterscheidung erschweren kann, nachdem sie makroskopisch unmöglich ist. Doch wird man durch Beachtung der rechteckigen,

*) Mineralog. und petrogr. Mittheilg. 4, 279 steht eine Notiz von Dr. J. Blaas zwar unter der Aufschrift »Pseudomorphose von Feldspath nach Granat«, indessen handelt es sich, ganz abgesehen vom Mangel der Bestimmung von Feldspath, weder um eine Pseudomorphose noch um eine Umwandlung von Granat in Feldspath, sondern um eine ursprüngliche Verwachsung oder Perimorphose, da durch centrale Häufung primärer Feldspathinterpositionen ein unregelmässiger von einer Hornblendehülle mit Granatform umgebener Kern gebildet ist (s. auch diese Zeitschr. 7, 345).

rhomboidalen Formen der Oligoklassenschnitte, ihrer randlichen und innerlichen Trübung und der Andeutung der Spaltbarkeit und Zwillingsstreifung, gegenüber den polygonalen, sechseckigen kurzsäulenförmigen Skapolithschnitten mit Klarheit und Frische bei Abwesenheit von Spaltrissen und Zwillingslamellen und Gegenwart von apolaren Körnern im Allgemeinen Verwechslungen vorbeugen und zur richtigen Entscheidung gelangen können.

IV. Umwandlung in Hornblende.

In der Darstellung der Veränderungserscheinungen am Granat soll nun ein vierter Fall, welchen man in den diluvialen Geschieben aus der Brandenberger Ache so häufig zu beobachten Gelegenheit hat, zur Sprache kommen. Ich meine die Umwandlung in Hornblende, welche zuerst Pichler in Findlingen des Indiluviums bei Innsbruck entdeckte*), während dieselbe Veränderung von Groth am Granat des Serpentin vom Leberthal im Elsass beobachtet wurde**) und nach Dathe die Granaten in den Serpentin von Greifendorf und Waldheim im sächsischen Granulitgebirge betroffen hat***).

Auch das Anstehende dieser bislang muthmasslich centralalpinen Gesteine wurde, wie mir Herr Professor Pichler freundlich mittheilte, von ihm wirklich in den Centralalpen bei Matrei aufgefunden, worüber auf den Schluss dieser Abhandlung verwiesen werden muss. Der Habitus dieser Gesteine weicht von den besprochenen schwarzen Amphiboliten ab und schliesst sich vielmehr an den oben beschriebenen hellen Typus mit epidotisirtem Granat an. Es sind im einzelnen Handstücke oft recht massige, im Ganzen und Grossen aber stets unverkennbar schieferige Gesteine von nephritähnlicher Zähigkeit und Härte, die dem Hammer grossen Widerstand entgegensetzen und scharfe schneidende Splitter abgeben. Ihre Farbe ist graugrün mit deutlichen vorwiegend schwarzbraunen Granatformen. Bei näherer Betrachtung sieht man mit blossem Auge in der graulichen mitunter schön grasgrünen nephrit- oder saussuritartigen dichten Grundmasse zahlreiche wohlumgrenzte, etwa hanfkorngrosse Granatoëder, welche sich aber in einer vom Rande gegen das Innere fortschreitenden Umänderung zu grüner und schwärzlicher Hornblende befinden und meistens noch centrale Kerne unveränderter brauner Granatsubstanz zeigen. Accessorisch ist Schwefelkies eingesprengt.

Unter dem Mikroskop löst sich die Grundmasse in ein Gemenge von

*) Neues Jahrbuch f. Min. 1874, 55 u. 56, vergl. auch Blum, Pseudomorphosen 4, 1879, 78 u. 79.

**) Abhandlungen zur geol. Specialkarte von Els.-Loth. 1877. 1, 472.

***) Neues Jahrbuch f. Min. 1876. 246.

Hornblende, Feldspath, Zoisit und Epidot auf, welche Elemente sich folgendermassen an deren Zusammensetzung betheiligen. Der Feldspath besitzt theils ungestreifte einfache Individuen und Karlsbader Zwillinge, welche als Orthoklas deutbar sind, theils polysynthetische Körner, deren Streifung durch Ansiedelung fremder Mineralien häufig verwischt wird. Es sind dies Epidot und Zoisit, welche durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen, ihre Krystallumrisse, gelbliche Farbe und Pleochroismus, beziehungsweise absolute Farblosigkeit zweifellos charakterisirt und nach ihrem ganzen Auftreten als Umwandlungsproducte des Feldspaths aufzufassen sind. Bald in einzelnen Kryställchen, bald in dichten Schwärmen verdrängen dieselben den Feldspath und mengen sich auch unter den zweiten primären Bestandtheil der Gesteinsgrundmasse, die Hornblende, welche quantitativ darin wohl die Hauptrolle spielt. Der eigenthümliche mikroskopische Habitus dieser Hornblende erinnert völlig an den oben unter II. beim Schiefer mit den epidotisirten Granaten beschriebenen. Sie bildet nämlich wirre Aggregate winziger prismatischer oder unregelmässig gelappter pleochroitischer Körner, unter welche sich auch grössere Amphibolsäulchen und Zoisitanhäufungen mischen (Fig. 3). Dieser Hornblende-filz ist es, der vorzugsweise neben den Epidot- und Zoisitmikrolithen die grüne Färbung und Zähigkeit, kurz die Nephritähnlichkeit des Gesteins bedingt. Bemerkenswerth sind dann noch typische Umwandlungszonen von Sphen um Kryställchen und Körner von Rutil. Am Pyrit ist Verwitterung zu Brauneisen wahrzunehmen.

Die Granaten nun befinden sich ausnahmslos in einem mehr weniger vorgeschrittenen Stadium der Umwandlung in Hornblende von lebhafter Farbe und Pleochroismus. Diese zeigt stängeligerige Structur, wobei die Individuen eine zur Grenze der Umwandlung der Granaten normale Stellung einzunehmen pflegen. Die Zersetzung schreitet im Allgemeinen von der Peripherie gegen das Centrum der Krystalle vor, dringt aber auch in deren Sprünge, wodurch dann mehrere Kerne entstehen. Die rhombischen, rechteckigen oder sechsseitigen Umrisse der Granatdodekaëder sind durch die Hornblende stets deutlich wiedergegeben, so unregelmässig und gerundet auch die übrigens scharfe Contactgrenze zwischen Granatkern und Hornblenderand verlaufen mag (Fig. 4). Dieser Umstand im Verein mit der auch zu beobachtenden völligen Verdrängung der Granatsubstanz beweist, dass hier keine ursprüngliche Verwachsung mit Hornblende, sondern eine wirkliche Umwandlung, eventuell eine vollkommene Pseudomorphose von Hornblende nach Granat vorliegt, als welche sie auch von Pichler und Blum aufgefasst worden ist*).

Zu primären Einschlüssen der Granaten sind wohl isolirte blasse Epi-

*) a. a. O.

dotsäulchen und -Zwillinge mit Quergliederung, Längsspaltung, gerader Auslöschung und lebhafter chromatischer Polarisation zu stellen.

Die Umänderung von Granat in Hornblende erfordert Aufnahme von Kieselsäure, Kalk und Magnesia unter Abscheidung von Eisenoxydul.

Wieder eine andere Beschaffenheit zeigt ein ganz massiges Geschiebe, das ich Herrn Prof. Pichler verdanke, und welches ein verbindendes Uebergangsglied in der betrachteten Umwandlungsreihe von Granat darstellt. Makroskopisch erscheinen in einer graulich- und gelblichgrün gefleckten, ziemlich zähen und harten Grundmasse schwärzliche scharf conturirte Granatdodekaëder, welche Erbsengrösse erreichen. Während man in jener wesentlich nur feinkörnigen Pistazit und einzelne Hornblendesäulchen sicher zu erkennen vermag, sind die Granaten, wie schon ihre Farbe verräth, stark verändert und mit Hornblende und etwas Epidot zwischen den zurückgebliebenen frischen Kernen erfüllt.

Im Dünnschliff tritt als vorherrschendes Element der Grundmasse ganz blassgelblicher und in Folge dessen auch nur schwach pleochroitischer Epidot hervor, der übrigens durch starke Lichtbrechung, Spaltbarkeit und grelle Polarisationsfarben gut charakterisirt ist. Dazu kommt stark pleochroitische stängelige Hornblende innig vergesellschaftet mit meist scharf umrandeten trüben Aggregaten feinsten Faserbüschel, welche theils an Uralit, theils an Nephrit erinnern und gewiss die Ursache der Zähigkeit des Gesteins sind (Fig. 5). Die enge Verschmelzung beider Hornblende-Varietäten, das Eindringen der Faserbündel in die grösseren Individuen spricht für eine Entstehung aus diesen. Randlich sind diese Hornblendegruppen von Epidotkörnchen umsäumt, welche secundärer Natur zu sein scheinen, wogegen dem gröberkörnigen Pistazit der Gesteinsgrundmasse bei gänzlicher Abwesenheit von Umwandlungerscheinungen und eines Mutterminerals ohne weitere Anhaltspunkte eine primäre Genesis zugeodacht werden kann. Ausserdem findet sich auch hier wiederum Sphen in Form von Leukoxen um Rutil und Magneteisen, welche beide einander auch gerne begleiten.

Interessant ist dann das mikroskopische Bild, welches die Granatdurchschnitte gewähren, und das von dem früheren etwas abweicht. Alle sind sie der Veränderung unterlegen. Es hat sich in Folge davon durch Oxydation des Eisenoxyduls randlich Magneteisen, ferner Epidot und faserige Hornblende ausgeschieden. Allein nicht nur die Peripherie, sondern auch die Klüfte der Granatkrystalle bieten der Umwandlung willkommene Ausgangspunkte. In der Mitte solcher Sprünge erblickt man wieder Magnetschnürchen, die seitlich durch Bänder von faseriger Hornblende und körnigem Epidot eingefasst sind. Auch hier stellen sich die Fasern der Hornblende beiläufig normal zu den Umwandlungsgrenzen. Zweifellos secundärer Epidot erscheint auch im Innern der Granaten in einzelnen

körnigen Parteen, die sich durch ihr dunkles Gelb und den kräftigen Pleochroismus von dem Epidot der Grundmasse unterscheiden.

Wir hätten hiermit abermals ein Beispiel complicirterer Umwandlung der Granatsubstanz durch Verschmelzung zweier Umwandlungsprocesse und daraus resultirende gleichzeitige Neubildung von Hornblende und Epidot.

V. Umwandlung in Saussurit.

Während meiner Anwesenheit in Innsbruck zu Ostern dieses Jahres erhielt ich wieder durch die Gefälligkeit des Herrn Professor Pichler ein prächtiges Exemplar unserer Amphibolite, welches er eben beim Sprenger Kreuz aufgefunden hatte.

Aus dem schwärzlichen Hornblendegrunde treten die weissen scharf-randigen Granatpolygone von 1—2 mm Durchmesser meist mit noch braunen unveränderten Kernen von verschiedener Grösse lebhaft hervor und gewähren ein recht charakteristisches Bild aller Stadien der Umwandlung. Die makroskopisch auffallend typische und schöne Entwicklung dieses Diluvialfindlings bewog mich, auch eine mikroskopische Anschauung davon zu erlangen. Da war es gleich bei der Herstellung der Präparate sonderbar, dass die sonst sehr bald durchsichtig werdenden Granatquerschnitte ihre Opacität nicht verloren und selbst in abnorm dünnen Schlifften trüb durchscheinend blieben. Das Mikroskop gab Aufklärung über diese Erscheinung, indem die undurchsichtigen, im reflectirten Lichte graulich-weissen Durchschnitte beim ersten Blick mich an den sogenannten Saussurit erinnerten. Kreuzt man nun die Nicols, so erkennt man durch den Schleier der Trübung hindurch an der Polarisation, dass die Granatsubstanz durch ein Aggregat relativ grosser, vorwaltend prismatischer, oft rechteckiger und rhomboidaler Individuen mit blaugrauen Polarisationsfarben ersetzt ist. Bei schärferer Betrachtung konnte ich sogar an durchsichtigeren Stellen der Krystalle da und dort feine Zwillingsstreifung entdecken. Diese nach ihrem ganzen Auftreten dem Plagioklas angehörigen Körner sind theilweise oder völlig von einem Staub getrübt, welcher oft durch seine streifenweise Vertheilung innerhalb der Individuen gewissermassen die Spaltungsrichtungen des Feldspaths anzudeuten scheint.

Zur nun folgenden näheren Erforschung dieses Staubes bedurfte es stärkerer, 300—600facher Vergrösserungen. Dann erst lösten sich die dichten Knäuel und Wolken etwas auf, und erkannte ich als ihre Elemente winzige farblose, nicht pleochroitische, stark lichtbrechende Körnchen und Säulchen meist ohne deutliche Endflächen, häufig quer gegliedert und mit grosser Neigung zu paralleler Verwachsung, wodurch der Eindruck eines faserigen Gefüges erzeugt wird. Von einer chromatischen Polarisation ist nichts zu bemerken, ebenso wenig eine selbständige Auslöschung der Mi-

krolithe, welche bei ihrer geringen Grösse von dem bewirthenden Plagioklas natürlich total beeinflusst werden. Diese Kryställchen, welche nach den gefundenen Merkmalen jedenfalls zum Zoisit oder Epidot zu stellen sind, bewirken eben in der feinen Verwachsung mit Feldspath den Saussurit-Charakter der umgewandelten Granaten. Der Vergleich mit anderen typischen Saussuriten lehrte die volle Uebereinstimmung und zugleich die ausserordentliche Feinkörnigkeit dieses Vorkommens. Die Thatsächlichkeit einer Umwandlung der Granatsubstanz ist hier, wo die stets unregelmässige Gestalt der frischen braunen Kerne, gegenüber den bestimmten Granatformen der weissen Säume, und das völlige Verschwinden der Kerne so deutlich wahrgenommen werden, nicht zu bezweifeln.

Nachdem wir die Umänderung der Granaten in Oligoklas in denselben Hornblendegesteinen soeben kennen gelernt haben, liegt es nahe, hier zwei consecutive Umwandlungsvorgänge anzunehmen, so dass sich der Granat zuerst in Plagioklas und dieser dann in Saussurit umgesetzt hat, womit auch die allgemeine Auffassung über die Genesis des Saussurits, als Umwandlungsproduct von Feldspath, im Einklang steht.

Ausser den Pseudomorphosen von Saussurit nach Granat finden sich einzelne unzweideutige Perimorphosen in Gestalt centraler Anhäufungen der gesteinsbildenden Hornblende, welche mitunter auch von Quarz begleitet werden.

Bezüglich der sonstigen Zusammensetzung und mikroskopischen Eigenthümlichkeiten dieses Gesteins wiederholten sich alle bei obigen Amphiboliten beschriebenen Beobachtungen.

VI. Umwandlung in Chlorit.

Von dieser bekanntlich vielfältig wahrgenommenen Zersetzung des Granats waren in den vorliegenden Gesteinen nur einzelne Anfänge zu bemerken. Der Chlorit erscheint in grünen gelappten Blättchen und schmalen Leisten ohne terminale Flächen. Erstere ändern bei der Drehung ihre Farbe nicht und bleiben bei gekreuzten Nicols dunkel, letztere zeigen einen deutlichen Pleochroismus von licht gelblichgrün zu graugrün und gerade Auslöschung mit meistens grünlichen, oft auch blauen und braunen Polarisationsfarben. Die häufig strahlig gruppirten Chloritaggregate gesellen sich da und dort in den veränderten Granaten zu Plagioklas, Epidot und Saussurit, ohne irgendwo für sich allein aufzutreten, wie dies von Pichler in einem Gneissfindling aus dem Diluvium bei Innsbruck beobachtet wurde*).

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie. 4874. 53.

Ueber das Vorkommen der oben beschriebenen Gesteine theilt mir Herr Professor Pichler Folgendes mit:

Der Gebirgsgrat, der sich vom Eingang des Sellrain bis zur Mündung der Oetz zieht, und im Norden gegen den Inn, im Süden gegen Kühthei und den Stuibebach abfällt, gehört in den Nordflügel der Oetzthaler Masse. Vom berühmten Kloster Stams zieht ein steiler Pfad zur Alm Maria Heimsuchung (1856 Meter) empor. Er durchquert zuerst Quarzphyllit mit erbsengrossen trüben braunröthlichen Granaten und erreicht unter der Alm den ächten Glimmerschiefer. Steigt man von hier zum Kreuzjoch (2563 m), einem vielbetretenen Pass empor, so gelangt man in eine Mulde, durch die von Nordwest gegen Südost parallel dem Streichen des Grates ein Hornblendezug geht. Er enthält die bezüglichen Skapolith- etc. Pseudomorphosen. Darüber liegt wieder prächtiger Glimmerschiefer (Biotit, Muscovit, Quarz) mit etwas schwarzem Turmalin, braunrothem Staurolith (Zwillingsbildung nach $\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$), häufigem unzersetztem rothem Granat und etwas Cyanit. In Nestern von Quarz wohl auch ein trüber weisser Plagioklas und in grösseren Quarzausscheidungen manchmal fingerdicke braune Rutilkrystalle. Der Weg am Südgehänge ergab nur gewöhnlichen Glimmerschiefer.

Die Pseudomorphosen von Hornblende nach Granat in den Hornblendschiefern, welche so häufig in unserem Diluvialschotter begegnen, traf ich zum erstenmal eingelagert in den Glimmerschiefern des Steinbruches westlich bei Matrei. Dort findet man hier und da auch Prismen von schwarzem Turmalin. Da ich im nächsten Jahre einzelne Theile des Oetzthalermassivs untersuchen will, hoffe ich noch manches von Pseudomorphosen, denen bisher verhältnissmässig weniger Aufmerksamkeit zugewendet wurde, zu entdecken.

Innsbruck, 12. März 1885.

Adolf Pichler.

Fig. 1.

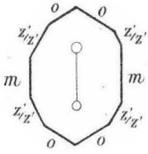


Fig. 2.



Fig. 3.

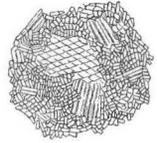


Fig. 4.

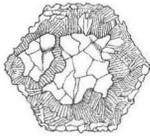
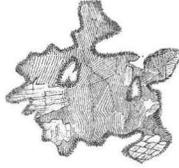


Fig. 5.



H. Baumhauer, Buntkupfererz.

Fig. 7.

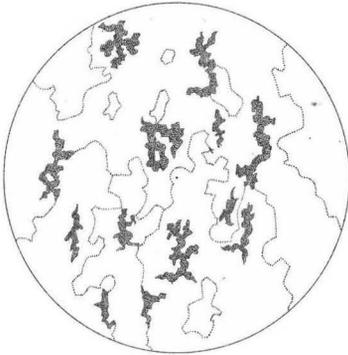


Fig. 6.

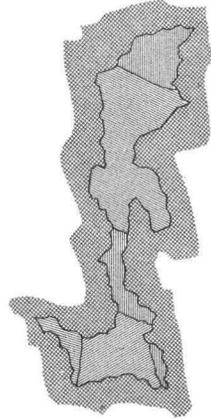


Fig. 8.

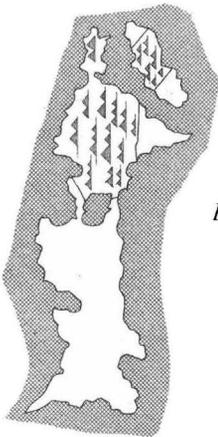


Fig. 9.

