

XXII. Ueber Umwandlungspseudomorphosen von Skapolith nach Granat.

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

Von

A. Cathrein in Karlsruhe i. B.

(Mit 4 Holzschnitten.)

Die mächtigen und zu bedeutenden Höhen emporragenden Diluvial-Ablagerungen des Inns beherrschen nicht allein das Hauptthal, sondern sind auch in die Seitenthäler der nördlichen Kalkalpen tief eingedrungen, unter anderen namentlich in das Achenthal und Brandenberger Thal. Betritt man letzteres an seiner Mündung gegenüber Rattenberg und beachtet das Bett der Ache, so erblickt man eine überraschende Fülle und Mannigfaltigkeit von Geschieben des krystallinischen Schiefergebirges, so dass jeder fremde und mit der Geologie jener Gegend nicht näher vertraute Beobachter sich wohl unwillkürlich im Gebiete der Centralalpen wähnen oder doch zum Mindesten weiter hinten im Brandenberger Thal einen Complex von anstehenden Schiefergesteinen vermuthen möchte. Mit grossem Interesse musterte ich im verflossenen Herbste diese Geschiebe der Brandenberger Ache und fand darunter selbst Cubikmeter grosse Blöcke von ausgezeichnetem Hornblende-Chloritschiefer mit schönen Amphibolkry stallen, von Phyllit mit grossen Staurolithzwillingen, und unter den kleineren Geröllen besonders die Variationen granatführender Amphibolite, wie sie alle in der Centralkette aufzutreten pflegen. Auffällig war mir ferner die Häufigkeit jener von A. von Pichler im Inn-Diluvium bei Innsbruck entdeckten Findlinge mit den in Hornblende und Chlorit umgewan-

delten Granaten *), welche makroskopisch auch von Blum, mikroskopisch von Rosenbusch studirt worden sind **). Das Anstehende dieses Gesteins ist noch nicht eruiert. Hervorzuheben ist der oft recht massige Charakter und das regellos körnige Gefüge, trotzdem scheint mir nach der an manchen Stücken unverkennbaren Flaserung und Lagenstructur die Zugehörigkeit zu den krystallinischen Schiefnern der Centralalpen wohl zweifellos. Die Grundmasse, in welcher die Granat-Dodekaëder liegen, besteht, wie ich mich durch mikroskopische Analyse überzeugt habe, vorherrschend aus zoisitirtem Feldspath (Saussurit), der theilweise von Epidot vertreten wird. Daher die ausserordentliche Zähigkeit des Gesteins.

Unter den genannten Rollstücken der Brandenberger Ache erblickte ich beim Schloss Achenrain auch ein kleines Geschiebe eines Amphibolits, aus dessen glänzend-schwarzer Grundmasse zahlreiche graulichweisse Punkte von circa 4 mm Durchmesser hervorleuchteten, welche in ihren quadratischen, rhombischen und hexagonalen Querschnitten Dodekaëder von Granat verriethen, der in unveränderten braunen Kernen da und dort noch zu entdecken war. Der ungewöhnliche Ausdruck dieser Gebilde, welche ein feinkörniges Aggregat eines nicht erkennbaren, an Quarz oder Feldspath erinnernden Minerals darstellten, ermunterte zu einer voraussichtlich nicht uninteressanten und erfolglosen näheren Untersuchung.

Zu dem Behufe wurde vor Allem ein Dünnschliff des betreffenden Geschiebes der mikroskopischen Analyse unterzogen, welche ein klares Bild von der Zusammensetzung der schwarzen Grundmasse ergab, als deren wesentliches Element lebhaft grüne, stark pleochroitische Hornblende zu nennen ist. Zwischen ihren Prismen schieben sich einzelne wasserhelle Quarzkörner, nicht seltene Magnetit-Oktaëder und Apatitkrystalle ein. Bemerkenswerth sind ferner von Magneteisen umrandete Pyritkerne ***).

Die dem Dodekaëder entsprechenden, nicht sehr scharf begrenzten, meist sechsseitigen Querschnitte der fraglichen graulichweissen Flecken erscheinen durchsichtig und farblos, enthüllen sich aber bei gekreuzten Nicols als ein Aggregat unregelmässig polygonaler Körner mit in der Regel matten bläulichgrauen Polarisationsfarben, wie sie wohl auch dem Quarz und Orthoklas eigen sind. Irgend welche charakterisirende Spaltbarkeit oder optische Orientirung war an den Individuen nicht bemerkbar, und die Identificirung mit einem gewöhnlichen bekannten Mineral unmöglich. Abgesehen davon erblickt man in diesen Körneraggregaten durchweg nicht wenige Magnetit-Oktaëderchen von durchschnittlich geringerer Grösse als

*) Neues Jahrb. für Min. 1874, 55 und 56.

**) Blum, Pseudomorphosen, 4. Nachtrag 1879, 78 und 79.

***) Diese Zeitschr. 8, 325.

im Nebengestein, häufige von aussen hereinragende Hornblendesäulchen, dann und wann einen oder auch mehrere isotrope hellbräunliche Granatkerne mit stets unregelmässiger Begrenzung, welche ebenfalls von Hornblendemikrolithen durchsetzt sind, endlich ganz vereinzelt zwillingsgestreifte Körnchen von Plagioklas und öfter eigenthümliche opake Staubhäufchen, welche im reflectirten Lichte graulichweiss erscheinen, bei starker Vergrösserung sich aber in Körnchen und Nadelchen auflösen, die durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen, den Pleochroismus von Gelb zu Weiss, die lebhaften Polarisationsfarben als Epidot sich erweisen und auch mit ganz zweifellosen quergegliederten Epidotfasern durch stete Uebergänge verknüpft sind. Bei stärkerer Vergrösserung kommen winzige Spheukörnchen sowohl in dem unbekanntem Mineral als auch in den Granatkernen und in der Hornblende allenthalben zum Vorschein.

Leider vermochte auch das Mikroskop für die Bestimmung der räthselhaften Natur der weissen Flecken keine weiteren Anhaltspunkte zu liefern, als der makroskopische Befund. Es schien daher geboten, durch eine chemische Analyse die Lösung des Problems zu erstreben. Dies erheischte aber vor Allem die Trennung und möglichste Reinigung des zu analysirenden Materials. War das schon bei der Kleinheit der weisslichen Körner und ihrer besonders durch die von aussen hereinragenden Hornblendesäulchen bewirkte innige Verschränkung mit dem Muttergestein keine leichte Arbeit, so traten noch andere Verhältnisse erschwerend hinzu; namentlich die Verwachsung der zu isolirenden Körnchen mit zahlreichen Magnetit-Oktaëderchen und Hornblendenadelchen, sowie nicht seltenen Granatkernen, welche die Verwendbarkeit einer Trennungsflüssigkeit von höherem specifischen Gewicht vereitelte, weshalb nur die mühsame und langwierige Isolirungsmethode durch Handscheidung übrig blieb, die mit verschiedenen Vorsichtsmassregeln durchgeführt werden musste.

Das Gestein wurde vorerst gepulvert, das leicht Abschlämbbare entfernt und so ein mehr gleichmässig gröbliches Pulver erhalten, aus dem mittels einer feinen Pincette einmal alle hellgrauen Körnchen ausgelesen und dann unter der Lupe einer sorgfältigen Prüfung auf ihre Reinheit unterworfen wurden, wobei es sich namentlich um Beseitigung anhaftender Hornblendenadelchen, eingeschlossener brauner Granatkerne und der beigemischten klaren Quarzkörnchen aus dem Gesteinsgemenge handelte. An eine mechanische Trennung des nun noch reichlich eingewachsenen Magneteisens war bei der Kleinheit seiner Kryställchen gar nicht zu denken, dagegen konnte dessen Löslichkeit in Säuren zum Ziele führen. Es wurde daher die Substanz in der Achatschale fein zerrieben und mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure $\frac{1}{4}$ Stunde lang digerirt. Nach dieser Behandlung ergab die mikroskopische Untersuchung des Pulvers, dass der Magnetit vollkommen verschwunden, während Hornblende und Epidot in verschwin-

dender Minorität vertreten waren, und die eigentliche Substanz in klaren und scharfberandeten Körnchen sich scheinbar unangegriffen zeigte. Nichtsdestoweniger liess sich eine, wenn auch sehr geringe Löslichkeit in Säure nachweisen, indem nach längerem Kochen des feinsten Pulvers in concentrirter Salzsäure im Filtrat durch Ammoniak ein schwacher Thonerde-ähnlicher Niederschlag entstand.

Das so für die Analyse vorbereitete Material wog 0,114 g. Der Aufschluss geschah mit kohlen-sauren Alkalien. Die Schmelze wurde in Wasser und Salzsäure gelöst, zur vollständigen Abscheidung der Kieselsäure bis zur gänzlichen Trockniss eingedampft, dann wieder mit Salzsäure und Wasser aufgenommen. Der ammoniakalische Niederschlag im Filtrat der Kieselsäure wurde zur Zerstörung etwaiger Magnesiaverbindungen mit Salmiak gekocht bis zur vollständigen Verflüchtigung des freien Ammoniaks, filtrirt und in der klaren Lösung mit Ammoniumoxalat Kalk gefällt, der als Carbonat gewogen wurde. Die Reaction mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron ergab nur Spuren von Magnesia, in welchem Umstande eine Bestätigung für die unwesentliche Verunreinigung der Probe durch Hornblende zu erblicken ist. Der Thonerde-Niederschlag zeigte eine schwache bräunliche Färbung durch Beimengung von Eisen, dessen Menge nachträglich durch Titrirung ermittelt wurde und welches wohl von den fremden Mineralien — vielleicht von noch verborgen gebliebenem Magnet-eisen — herrühren mochte. Betrachtet man das unter I. zusammengestellte Ergebniss der Analyse, so findet man, dass hier ein Kalk-Thonerdesilicat vorliegt, dessen quantitative Zusammensetzung keinem anderen Minerale als dem Labrador oder Skapolith entspricht. Da nun beim absoluten Mangel von Zwillingstreifung die Gegenwart eines triklinen Feldspaths ausgeschlossen ist, so liegt vom chemischen Standpunkt die Entscheidung für Skapolith auf der Hand, und ist zum Vergleich der Uebereinstimmung unter II. die Analyse des Skapoliths von Gouverneur nach Sipöcz*) beigefügt. Daraus geht auch hervor, dass die in I. fehlenden Procente auf Alkalien und Chlor (Wasser) zu setzen sind, deren Ermittlung wegen Mangel an Substanz leider nicht mehr möglich war.

Die mittlere Reihe giebt dann die den beiden Analysen entsprechende Berechnung für eine Mischung von 45 % Mejonitsilicat und 55 % Marialithsilicat **).

*) Mineralog. und petrogr. Mittheil. 4, 265.

**) Tschermak, Skapolithreihe. Sitzungsberichte der k. Akad. Wien 88, 1883, Nov. 1142—1179.

	I.	<i>Me</i> 45%, <i>Ma</i> 55%	II.
Kieselsäure	52,63	53,24	52,65
Thonerde	26,12	25,61	25,32
Eisenoxydul	1,85	—	0,44
Kalk	40,82	44,29	44,30
Magnesia	Spur	—	0,23
Natron	} a. d. Differenz	8,07	6,64
Kali		—	4,58
Chlor		8,58	2,34
Schwefelsäure		—	0,44
Wasser		—	0,42
	100	100,52	100,53

Unser Mineral würde demnach zu jenen Werneriten gehören, die einen Kieselsäuregehalt von 48—56% aufweisen und zu denen auch der Passaut gezählt wird. Im Einklang mit dieser Acidität steht auch die geringe Zersetzbarkeit durch Säure*).

Dieses auf chemisch-analytischem Wege gewonnene interessante Resultat liess eine mikroskopisch-krystallographische Bestätigung allerdings recht wünschenswerth erscheinen. Unterstützt durch die neue Erfahrung schritt ich mit neuem Muthe und geschärftem Blicke an das Mikroskop. Nachdem über das mikroskopische Verhalten von Skapolith nichts näher Charakterisirendes bekannt ist, so wurde vorerst ein Dünnschliff des Passauts von Oberzell, der ja eine körnige Skapolith-Varietät repräsentirt, welche wie gesagt, auch quantitativ ähnlich constituirt ist, als Vergleichsobject angefertigt, und ist in der That die Aehnlichkeit des mikroskopischen Bildes nicht zu leugnen, welches wohl zu einer Verwechslung mit Quarz, wie auch Rosenbusch bemerkt hat**), oder mit Orthoklas verleiten könnte. Nun folgte eine eingehende Prüfung des tirolischen Präparats. Anfangs wollte es mir wiederum nicht gelingen, in den Körneraggregaten orientirte Krystallumrisse zu entdecken, erst nach längerem eifrigem Suchen im polarisirten Lichte, wo die Begrenzungsflächen der Individuen durch die Verschiedenheit der optischen Orientirung lebhafteren Ausdruck gewinnen, gewahrte ich einige deutliche kurze Säulchen mit einem symmetrisch dachförmigen Ende, dessen Flächen mit einander Winkel von 64° oder $47\frac{1}{2}^{\circ}$ bildeten, welche Werthe mit den Winkeln je zweier Flächen von $o = (111)P$, beziehungsweise $t = (101)P\infty$ über $c = (001)0P$ beim Skapolith auffallend übereinstimmen (Fig. 4). Nun einmal aufmerksam geworden, fand ich bald weitere Belege für die Gegenwart von Skapolith. Wiederholt waren gedrungene Säulchen vom Typus der Wernerite, an ein-

*) Tschermak, Mineralogie 1884, 454.

**) Physiographie 1873, 498.

ander gereiht oder einzeln mit deutlichen Endflächenpaaren und innerhalb der obigen Grenzen liegenden Neigungen, zuletzt fast in jedem Aggregat zu beobachten, es fehlten auch nicht beiderseitig ausgebildete Kryställchen, zu den pyramidalen Flächen gesellte sich manchmal auch die Basis (Fig. 2).

Der Untersuchung über die optische Orientirung der Kryställchen trat die starke Aggregatpolarisation natürlich hemmend und störend entgegen, so dass es schwer fiel, von einander unabhängige und unbeeinflusste Individuen aufzufinden, und der Parallelismus der Auslöschung bei Längsschnitten, die Apolarität der zur Hauptaxe normalen Querschnitte meistens aufgehoben und viele Individuen in keiner Stellung bei gekreuzten Nicols dunkel wurden. Trotzdem gelang es mir auch, Längsschnitte mit paralleler Auslöschung, seltener schon wegen ihrer vieleckig gerundeten Umrisse undeutliche Querschnitte mit steter Dunkelheit zu constatiren. Eine noch weitergehende und zuverlässigere Bestätigung der Skapolithnatur liegt in der mehrfachen Beobachtung einer anderen charakteristischen Fläche des Skapoliths, nämlich der Pyramide (344)3P3, welche durch ihre

Fig. 1.

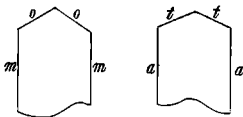


Fig. 2.

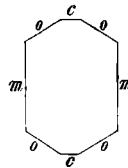
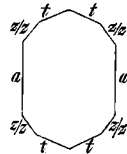


Fig. 3.



unten verzeichneten Neigungen, die sich in bester Uebereinstimmung mit den aus dem Tschermak'schen Axenverhältniss*) berechneten befinden, sicher bestimmt ist (Fig. 3). Diese Schnitte löschten parallel und normal zu ihrer symmetrischen Diagonale aus, es entspricht also auch ihre optische Orientirung vollkommen den Forderungen des quadratischen Systems.

Unter dem Mikroskop gemessen:		Berechnet nach $a : c = 1 : 0,441$:	
$o : o = 111$	$: \bar{1}\bar{1}1 = 64^{\circ} 0'$	$63^{\circ} 54' 4''$	
$t : t = 011$	$: 0\bar{1}1 = 47 30$	$47 35 42$	
$o : m = 111$	$: 110 = 58 0$	$58 2 58$	
$t : a = 011$	$: 010 = 66 45$	$66 42 9$	
$c : o = 001$	$: 111 = 32 0$	$34 57 2$	
$c : t = 001$	$: 011 = 23 45$	$23 47 51$	
Polkante von $z(344) : t$	$011 = 29 0$	$29 7 6$	
Polkante von $z(344) : a$	$010 = 37 0$	$37 5 3$	

*) Tschermak, Mineralogie 450.

Die geschilderten Resultate der mikroskopischen Untersuchung der weisslichen Flecken unseres Amphibolits sind somit vollkommen geeignet, den aus der chemischen Constitution gezogenen Schluss auf Skapolith zu bestätigen und endgültig zu beweisen.

Nachdem nunmehr die Substanz dieser räthselhaften Gebilde erkannt ist, erhebt sich die Frage nach ihrer Entstehung. In dieser Hinsicht ist vor Allem die schon Eingangs erwähnte Thatsache bemerkenswerth, dass die äussere Form der Skapolith-Aggregate dem Rhombendodekaëder entspricht, welches, wie schon die Art des Vorkommens vermuthen lässt und die theilweise noch erhaltenen Kerne beweisen, dem Granat angehört. Daraus folgt aber, dass man es mit einer Pseudomorphose zu thun hat. Diese Regelmässigkeit der äusseren Gestalt im Gegensatz zur Unregelmässigkeit der inneren Granatkerne, dann der völlige Mangel der letzteren schliessen die Annahme einer Umhüllung oder Verwachsung aus und sprechen vielmehr zu Gunsten einer centripetalen Umwandlung der Granatsubstanz in Skapolith, welche durch die chemischen Beziehungen beider Mineralien noch erklärlicher wird. Unter der Voraussetzung nämlich, es habe ursprünglich ein Eisenthongranat vorgelegen, welche Zusammensetzung gerade den Granaten der krystallinischen Schiefer in der Regel zukommt, beruht der durch kohlen säurehaltiges Wasser bewirkte metasomatische Process lediglich in einer Zunahme der Kieselsäure und des Kalkgehaltes, da die betreffenden Almandine meist etwas Kalkthonerdesilicat in isomorpher Mischung enthalten, einer Aufnahme von Alkali und Wasser und Entfernung des Eisenoxyduls, welches unter höherer Oxydation sich in Gestalt zahlreicher kleiner Oktaëder von Magneteisen in und um die Pseudomorphosen ausgeschieden hat. Als ganz untergeordnete Nebenproducte dieser Umwandlung sind zu betrachten die mit Wernerit ähnlich zusammengesetzten Mineralien Epidot und Labrador, dem die seltenen Plagioklaskörnchen wohl zugetheilt werden können. Hingegen sind die dem Skapolithgemenge eingewachsenen Hornblendesülchen und erst bei starker Vergrösserung wahrnehmbaren Sphenkörnchen primäre Elemente, indem sie von genau derselben Beschaffenheit auch schon mit dem unveränderten Granat verwachsen sind.

Wir haben hier also den als Gesteinsbestandtheil ungewöhnlichen Skapolith in der gleichen Mineralassociation, wie in dem »gefleckten Gabbro« von Brögger und Reusch*) in Bamle, wo ihn Michel-Lévy erkannt**), kennen gelernt, jedoch nicht in primärer Form, sondern als Umwandelungspseudomorphose nach Granat, ein Vorkommen, welches bisher nicht nur den Alpen fremd, sondern meines Wissens auch

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. 1875, 648.

**) Bulletin de la société min. de France 1878, Juni, 43—46.

anderwärts nicht beobachtet worden ist. Die Mittheilung G. Leonard's über ein grosses, rauhes und zerfressenes Granat-Dodekaëder von Arendal, dessen Inneres mit theils krystallisirtem, theils nadelförmigem Wernerit und Epidot erfüllt war*), bezieht sich auf einen isolirten ganz verschiedenen Fall, wo es sich offenbar um keine Pseudomorphose, sondern um eine Perimorphose handelt, die man in Ermangelung von Beweisen einer Umwandlung eher für eine Verwachsung zu halten berechtigt ist.

*) Neues Jahrbuch für Min. 1844, 76.