

XXVII.

ÜBER EINE
UMWANDLUNG VON GRANAT

in

diopsidartigen Pyroxen, gemeine Hornblende u. basischen Plagioklas

in einem Granat-Amphibolit.

VON

Dr. Heinrich Barviř.



PRAG 1893.

Verlag der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.
In Commission bei Fr. Řivnáč.

XXVII.

Ueber eine Umwandlung von Granat in Diopsid-
artigen Pyroxen, gemeine Hornblende und basischen
Plagioklas in einem Granat-Amphibolit.

Von Dr. Heinrich Barviř in Prag.

(Vorgelegt den 19. Mai 1893.)

Oberhalb des Serpentin bei *Hrubšitz* am rechten Ufer des Iglava-Flusses kommt eine Geröllablagerung mit vielen Stücken von granathaltigem Amphibolit vor. Der letztere besteht aus einer feinkörnigen schwarzen Grundmasse, in welcher man neben kurzen und breiten Hornblendekörnern mit deutlicher prismatischen Spaltung bei der Betrachtung mit einer Loupe auch vereinzelt Quarzkörner wahrnimmt; in derselben liegen porphyrartig eingebettet bräunlich-rothe, durchschnittlich 3—4, vereinzelt bis zu 6 mm grosse Granatkörner, welche etwa ein Drittel der Gesteinsmasse ausmachen. Von einer Parallelstructur ist an dem Gestein nichts wahrzunehmen. Spaltblättchen der Hornblende zeigen braune Farbentöne und einen starken Pleochroismus, ||c dunkelbraun in's Olivengrüne, \perp zu c hell gelblichbraun; ihre Auslöschungsschiefe habe ich auf ∞P durchschnittlich zu $12\frac{1}{2}^\circ$ bestimmt. Die Granatkörner sind kantendurchscheinend und geben in der Phosphorsalzperle, auch wenn man recht viel Pulver anwendet und lange erhitzt, nur Eisenreaction. Mikrochemisch lassen sich an geschmolzenen Splintern mittelst Flusssäure als Hauptbestandtheile nachweisen: Eisen und Kalk, in geringerer Menge Magnesia und Aluminium. V. d. L. schmilzt der Granat leicht zu einem schwarzen Glase und dürfte wohl dem sogen. „gemeinen Granat“ angehören. Jedes Korn wird von einer gelblich-weißen Rinde umgeben und zeigt mit derselben eine zwar nicht sehr vollkommene, aber doch unverkennbare dodekaëdrische Gestalt, der frische Kern dagegen eine ganz unregelmässige und stark wechselnde

Umgrenzung. Die Rinde ist daher bei einem und demselben Individuum von sehr wechselnder Dicke. Bei kleineren Dimensionen findet man oft kein Granatkorn mehr, wobei allerdings zu beachten ist, dass ein nahe am Rande geführter Schnitt nur durch die Rinde allein gehen könnte. Es besteht deutlich eine Beziehung zwischen der Grösse des frischen Granatkernes und derjenigen seiner rindenartigen Hülle, welche man besonders deutlich im Dünnschliff wahrnehmen kann. Hier ist die Rinde noch deutlicher als makroskopisch nach aussen 4, 6, selten fast 8eckig umgrenzt, während das Granatkorn unregelmässig lappige und öfters geradezu angenagt ausschauende Umrisse aufweist, welche sehr auffallend erscheinen. Manchmal dringt die Rindensubstanz in Form einer Bucht tief in das Innere des Granatkernes, und wenn dieser quer gegen die Längsrichtung der Bucht durchschnitten ist, liegt die Rindensubstanz in der Mitte des Granates, als wenn sie sich im Innern desselben gebildet hätte.

Betrachtet man u. d. M. zuerst die zwischen den berindeten Granatkörnern befindliche Grundmasse, so findet man, dass sie stark vorwiegend aus Hornblende besteht, welcher sich vorzugsweise Quarz und Titaneisen, ferner in nicht unbedeutender Menge auch Titanit hinzugesellen. Der vorliegende Amphibolit ist also quarzreich, während die übrigen von mir aus dieser Gegend untersuchten Amphibolitartigen Gesteine quarzarm oder quarzfrei sind. Diese Bestandtheile sind allotriomorph und so angeordnet, dass gewöhnlich eine grössere Zahl von Hornblendeindividuen zusammen mit Titaneisen und wenig Quarz, sowie mit sehr spärlichem Plagioklas — beide letzteren in kleinen Körnern — sich zu umfangreicheren Partien vereinigen, während der übrige Theil des Quarzes sich in grösseren Körnern oder Aggregaten zwischen jenen hinzieht. Die Anordnung der Bestandtheile ist regellos, nicht centrisch.

Die Hornblende ist eine gemeine braune. Ihre Individuen besitzen auch gegeneinander fast nur lappige Contouren; sie schliessen nebst Titaneisen und Titanit hie und da ein unregelmässiges oder im Durchschnitte fast sechsseitiges Quarzkörnchen oder ein Apatitkryställchen ein, ferner kleine Flüssigkeitseinschlüsse.

Das Titaneisen tritt — und zwar vorzugsweise — auch als selbständiger Gemengtheil zwischen den Individuen der Hornblende eingeklemmt auf und bildet in der Regel zierliche, auch gestrickte Wachstumsformen oder compacte Partien, welche randlich in solche auslaufen. Seine Körner erreichen bis über $\frac{1}{2}$ mm Länge, werden

vom Magneten nicht angezogen und von warmer conc. Salzsäure nur schwer angegriffen.

Auch der Titanit tritt selbständig auf, zwar in bedeutend geringerer Menge als das Titaneisen, ist aber doch immerhin reichlich vorhanden. Es sind meist walzenförmige, stark gerundete Individuen, oft von charakteristischer tropfenförmiger Gestalt. Sie besitzen eine stark runzelige Oberfläche und enthalten oft zahlreiche feine Einschlüsse in Form bräunlicher walzenförmiger Mikrolithe, welche in braunen Tönen pleochroitisch sind, schief auslöschten, und sehr an Amphibol erinnern: parallel der Längsrichtung haben sie eine bedeutend stärkere Absorption als in der dazu senkrechten Richtung. Andere Einschlüsse sind fast farblos und erinnern mitunter an Glas. Nebst diesen kommen im Titanit sporadisch gedrungene gelbe Rutilkörnchen und etwas Titaneisen vor. Die Durchschnitte von Titanit liefern zum Theil schöne Axenbilder von optisch-positivem Charakter.

Die Quarzkörner enthalten zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse von rundlicher, viereckiger oder ganz unregelmässiger Gestalt mit beweglichen Libellen und meist in Reihen geordnet, vereinzelt Mikrolithe und Kryställchen von Amphibol, seltener Körnchen von Titanit und Titaneisen.

Die Plagioklase kommen gelegentlich auch zu mehreren gruppenweise vereinigt vor, sind immer allotriomorph und häufig nicht verzwillingt. Um ihre Natur zu ermitteln, ätzte ich einen Theil des Dünnschliffes $\frac{1}{4}$ Minute mittelst Flusssäure und tingirte dann mit Anilinblau. Einige grössere Körner von Plagioklas wurden stark angegriffen und demgemäss stark gefärbt. Die übrigen Feldspathe wurden fast sämmtlich ebenfalls angegriffen, zeigten aber eine schwächere, obwohl recht deutliche Färbung, die Vertheilung des Farbstoffes war eine gleichmässige. Die nicht tingirten farblosen Körner halte ich wenigstens theilweise für Quarz. Dieser nahm den Farbstoff nur an Rissen und in angeschliffenen Poren auf, sonst blieb er farblos. Aus der leichten Angreifbarkeit der Feldspathe durch Flusssäure sowie daraus, dass manche derselben merklich höher im Relief hervortreten als die Quarzkörner, lässt sich schliessen, dass sie wenigstens grösstentheils in die Abtheilung der basischen Feldspathe gehören.

Die Granaten sind u. d. M. blassroth durchsichtig und erscheinen von reichlichen Sprüngen durchsetzt, welche theils annähernd nach (110), meistens aber ganz unregelmässig verlaufen. Diese Sprünge treten oft dadurch besonders stark hervor, dass ihre Wandungen von

schmutzig gelb gefärbten, in Salzsäure löslichen Eisenhydroxyden bedeckt sind, wie es auch bei anderen Bestandtheilen des Gesteins der Fall ist. Die Granaten enthalten zahlreiche Einschlüsse, welche mitunter einen beträchtlichen Theil ihrer Masse ausmachen. Zu diesen gehört vorwiegend wasserklarer Quarz, welcher nach seinem Habitus und seinen Polar.-Farben leicht bestimmt werden kann. Seine Durchschnitte sind theils hexagonal, theils gerundet oder lappig begrenzt, öfters wie Bruchstücke aussehend. Derselbe beherbergt Flüssigkeitseinschlüsse, Kryställchen von Apatit nebst winzigen Körnchen von Eisenerzen. Weniger zahlreich kommt im Granat Titanit vor, aber doch noch häufig, dessen gerundete Körner mit ihrer runzeligen Oberfläche stark im Relief hervortreten. Ferner trifft man im Granat Apatitkryställchen, vereinzelte bräunlichgelbe, oft nadelförmige Rutil und spärliche Körnchen von Titaneisen, welche wie in der Hornblende mitunter mannigfache Wachstumsformen erkennen lassen und hie und da von Leukoxen umhüllt werden. Den Reichthum an solchen Einschlüssen überblickt man in den Granaten am besten zwischen gekreuzten Nicols, wobei der Granat stets vollständig dunkel bleibt, und die doppelbrechenden, nicht opaken Einschlüsse, namentlich solche von Mikrolithen-Dimensionen grell hervortreten. Ausserdem enthalten manche Granatkörner winzige, mitunter auch sechsseitig begrenzte Hohlräume, welche vielleicht z. Th. mit Flüssigkeit erfüllt sind.

Der dem Granat zunächst sich anschliessende Rindentheil ist sehr fein struirt und besteht aus zahlreichen, sehr feinen, gewöhnlich mannigfach gebogenen, mitunter keulenförmig gestalteten Stengeln von sehr blasser, grünlicher Färbung, zwischen welchen eine farblose, doppelbrechende Substanz liegt und mit jenen innig verwachsen ist. Gegen diese Rinde setzt der durchaus frische Granatkern mit seinem hohen Relief anscheinend scharf ab, d. h. die Rinde scheint an den Kern nur angesetzt zu sein. Nicht selten liegt zwischen dem Kern und der Rinde eine ebensolche Haut von Eisenhydroxyden, wie sie auch die Sprünge im Innern des Granats auskleidet. Seltener gewinnt man dort, wo die Granatoberfläche feiner ausgezackt ist, den Eindruck, als ob die Stengel der Rinde aus dem Granat hervorge wachsen wären.¹⁾

¹⁾ Bei Umwandlungen der Mineralien fehlt gewöhnlich jede Uebergangszone zwischen dem ursprünglichen und dem neugebildeten Mineral und lässt sich auch durch Anwendung von stärksten Linsen nicht constatiren. V. Zirkel, Mikr. Beschaff. der Min. und Gest. 1873, p. 100.

Die mannigfachen Formen der Stengel mit Worten zu beschreiben, wäre keine leichte Aufgabe. Ebenso ist die mineralogische Bestimmung der beiden genannten Substanzen in ihrer feinsten Ausbildung nicht leicht, sie liegen mannigfach auf einander. Zum Ziele kann man nur durch Aufsuchen der spärlich vorhandenen breiteren Individuen gelangen. Bei den schwach grünlichen Partien lässt sich an vereinzelt Stellen eine augitische Spaltbarkeit constatiren, bei stengeliger Ausbildung eine Auslöschungsschiefe über 35° , und in Schnitten nach 001 erhält man mit Hilfe feiner Objectivlinsen das Bild einer opt. Axe. Sie sind gar nicht, oder höchstens sehr schwach pleochroitisch und besitzen einen etwas höheren Relief als die Hornblende. Hiedurch ist wenigstens festgestellt, dass diese grösseren Individuen einem monoklinen Pyroxen angehören. Nach dem Gasamthabitus zu urtheilen, kann man sie der Diopsid-Reihe hinzurechnen. Die feinen, an und für sich nicht näher bestimmbar Stengel gleichen nun jenen bestimmbar so vollständig, dass die Identität beider mir zweifellos erscheint. Nur wenige bräunlich gefärbte und deutlich pleochroitische Individuen dürften dem Amphibol angehören.

Die zwischen den Pyroxenstengeln liegende farblose, strahlig mit ihnen gruppirte Substanz ist im Relief und im Habitus gleich dem sonst in der Nähe befindlichen Feldspath. Hie und da, wenn auch sehr selten, findet man zwei, höchstens drei parallele Zwillingsstreifen; es liegt ein Plagioklas vor, der vorzugsweise in einfachen Individuen auftritt, und zwar nach den hohen Interferenz-Farben und nach der Zersetzbarkeit durch Digestion des Dünnschliffes mit Salzsäure ein dem Anorthit nahe stehender. Eine Identificirung kleiner einfacher Körner mit Plagioklas lässt sich stellenweise am Rande vornehmen, wenn gut bestimmbar Feldspathe in der nächsten Nachbarschaft vorkommen.

In der Regel ist in den inneren Rindenpartien der Diopsid reichlicher entwickelt als Plagioklas, gelegentlich jedoch herrscht auch letzterer vor.

In der äusseren Zone der Rinde findet man meistens erheblich gröber struirte, ebenfalls strahlenförmig gruppirte Verwachsungen von scharf prismatisch begrenzten Hornblendestengeln mit allotriomorphem gestreiften oder ungestreiften Plagioklas. Dieselben gehören noch zu der eigentlichen Rinde und ragen an einzelnen Stellen bis an den Granat selbst. Die Hornblende ist dieselbe wie in der Grundmasse, ebenso gehört auch der Plagioklas zu den basischen. Nicht selten scheinen sich einige Hornblendestengel nach aussen in grössere

Hornblendekörner auszubreiten, letztere löschen jedoch anders aus. Mitunter legt sich an die Rinde theilweise eine Umsäumung von eckigen, wie Bruchstücke aussehenden Körnern von Amphibol, Quarz, gestreiftem und ungestreiftem Feldspath.

An einigen Stellen der Rinde — besonders in tangentialen Schnitten — beobachtet man mikropegmatitische Verwachsung von Diopsid oder Hornblende mit Plagioklas. Grössere Partien zerlegen sich in eine Anzahl kleinerer, von denen jede für sich einen einheitlichen Mikropegmatit bildet; d. h. der Plagioklas einerseits, und der mannigfach gestaltete Diopsid oder die stengelige Hornblende andererseits löschen je für sich in allen Theilen gleichzeitig aus.

Die Rinde schliesst ebensolche, von Salzsäure nur schwer angreifbare Körner von Titaneisen — gestrickt oder compact — ein, wie sie im Amphibol und in den Granaten vorkommen, vereinzelt zieht sich auch ein solches Körnchen aus dem Granat bis in die Rinde hinein. Aber ihre Menge ist besonders in dem inneren Theile der Rinde bedeutend grösser als im Granat, und selbst wenn die Rinde nur eine enge Einbuchtung in jenen bildet, werden sie reichlich vorgefunden. Auch Titanitkörnchen kommen vor, dagegen Quarz und Apatit sehr spärlich.

Die äusseren Contouren der Rinde sind u. d. M. nicht geradlinig, sondern schwach wellig ausgebuchtet, doch aber einer geradlinigen Begrenzung recht nahe liegend, wie es sich besonders zwischen gekreuzten Nicols ergibt. Sonst sieht man deutlich, dass die Granatrinde breiter wird, wo im Granat eine Einbuchtung vorkommt, schmaler, wo der Granat sich ausbuchtet. In einigen Schnitten liegt das angenagte Granatkorn sehr excentrisch, in anderen ist es in mehrere Theile zerlegt, zuweilen ist der Granat durch die Rinde ganz verdrängt. Die Breite der letzteren steht offenbar in einem reciproken Verhältnisse zu dem eingeschlossenen Granat. Berücksichtigt man dabei, dass die äusseren Umrisse der Rinden in den Durchschnitten im Ganzen fast symmetrisch vier- und sechsseitig ausgebildet sind, dass aber die Granatkerne lappig und wie angenagt aussehen, so wird man nur annehmen können, dass die Rinde sich auf Kosten der Granaten entwickelt hat. Bei diesem Processe bleiben von den Graniteinschlüssen wenigstens Titaneisen und Titanit unverändert und liegen in der Rinde eingebettet; Quarzeinschlüsse findet man nur ganz vereinzelt, Titaneisen ist zweifellos noch stark hinzutreten.

Dass der Quarz wenigstens zum Theil mit zur Bildung der

Rindensubstanz beigetragen hat, schliesse ich aus dessen sehr häufigem Auftreten im Granat, sehr spärlichem in der Rinde; denn es erscheint wenig wahrscheinlich, dass gerade die peripherischen resorbirten Theile des Granats frei von Quarzeinschlüssen gewesen sind, welche in den erhaltenen Kernen oft sich direct bis an die Rinde erstrecken.

Aehnliche Granatrinden kommen an verschiedenen Localitäten vor und zwar namentlich in Olivin-Pyroxen-Gesteinen, Amphiboliten und Eklogiten. Sie bestehen theils aus einem Mineral, wie aus Pyroxen, Hornblende, Chlorit etc., theils werden Verwachsungen mehrerer Mineralien beschrieben, unter welchen auch Plagioklas mitunter genannt wird.

Diejenigen Verwachsungen, welche Plagioklas enthalten, werden häufig, vielleicht in der Regel, nicht für Umwandlungsproducte der Granaten gehalten und zwar unter Anführung immerhin recht gewichtiger Gründe. So beschreibt *Becke* aus dem Eklogit von Altenburg im Nied. Öst. Waldviertel Rinden um allotriomorphen Granat,¹⁾ welche aus Verwachsungen von Hornblende und Feldspath bestehen und von strahlig geordneten Verwachsungen der gleichen Mineralien ohne Granatkerne begleitet werden. Die Granate haben jedoch keine auffälligen Auszackungen und entbehren mitunter jeder derartigen Umhüllung; deswegen hält er die Rinden nicht für Umwandlungsproducte der Granaten, sondern eher für Erscheinungen der centrischen Structur. *Patton* fand in den Eklogiten der Umgebung von Marienbad ähnliche Rinden, welche aus Hornblende und Plagioklas bestehen²⁾ und führt mehrere Gründe dafür an, dass sie nicht aus dem Granat entstanden sind. Besonders wird von ihm hervorgehoben und verdient beachtet zu werden, dass die Granaten oft scharfe Dodekaëderform beibehalten haben, und dass in jenem Gestein ähnliche Mäntel von Hornblende mit oder ohne Feldspath auch um die einzeln vorkommenden Zoisite, Quarze, Rutil beobachtet werden. In der Mikroskopischen Physiographie der petrogr. wichtigen Mineralien von *Rosenbusch*³⁾ finden sich keine Angaben über eine derartige Umwandlung von Granat in Pyroxen oder Amphibol zugleich mit basischem Plagioklas.

Wenn ich im vorliegenden Falle nach der Form der Gebilde

¹⁾ *Tschermak*, Min. petr. Mittheilungen, 1881, p. 318, cf. auch 294, Abb. Taf. III. Fig. 12.

²⁾ *Ibidem*, 1887, Sep. Abdr. p. 40.

³⁾ Stuttgart 1892, 3. Aufl., Granat, bes. p. 302, 303.

und nach der Ausbildung des Granats die Entstehungsweise der Rinden auf Kosten des letzteren annehme, möchte ich diese Erscheinung mit der Entstehung der Kelyphite insoweit vergleichen, als auch hier von einer Verwitterung meines Erachtens nach keine Rede sein kann; die Masse zur Bildung der Rinde liefert aber in dem Amphibolit-Gerölle von Hrubšitz nach der ganzen Art des Auftretens der Granat allein, höchstens vielleicht mit einem Theile seiner Quarzeinschlüsse, während für die Kelyphitbildung eine Mitwirkung noch anderer Gesteinsgemengtheile — wie z. B. Olivin — wenigstens oft angenommen wird.

Die oben geschilderten Verhältnisse erinnern an die Ergebnisse, welche durch Schmelzen der Granaten von *Des Cloizeaux*, *Bourgeois*, *Doelter* und *Hussak* erzielt wurden. Schmilzt man nämlich Granaten und lässt die Schmelze krystallisiren, so zerfallen sie nach den Versuchen genannter Autoren gewöhnlich in verschiedenartige Mineralien, unter welchen auch Pyroxene, Anorthit und Eisenglanz genannt werden. So bekam *Des Cloizeaux* nach *Fouqué* Anorthit und Augit durch Schmelzen von Melanit. Nähere Angaben über diese Versuche finden sich in der Arbeit von *Doelter* und *Hussak* zusammengestellt.¹⁾ Die Structur besonders des inneren Theiles der oben beschriebenen Granatrinden von Hrubšitz würde wohl kaum gegen eine ähnliche Entstehung sprechen.

Es erscheint mir die Umwandlung von Granat in dem Hrubšitzer Granat-Amphibolit-Gerölle nach mehrfacher Richtung bemerkenswerth. Einerseits scheint sie mir darzuthun, dass wohl manches, was gewöhnlich zur centrischen Structur gerechnet wird, ja auch gewisse mikropegmatitisch struirte Partien in Amphiboliten und eklogitartigen Gesteinen einen ähnlichen Ursprung haben, d. h. als Umwandlungsproducte aufgefasst werden können; andererseits ist bemerkenswerth, dass die Umwandlungsproducte des Granats denjenigen ähnlich sind, welche aus dem letzteren durch Umschmelzung erhalten werden. Diese Thatsache könnte vielleicht auch bei Betrachtungen über die Bildungsgeschichte mancher Amphibolite und eklogitartigen Gesteine Verwerthung finden.

Am Schluss der Arbeit drücke ich dem Herrn Professor *E. Cohen* für seine gefälligen Rathschläge bei ihrer Ausführung meinen besten Dank aus.

Greifswald, Mineralog. Institut der k. Universität, im Mai 1893.

¹⁾ Neues Jahrbuch für Min. 1884, I. 158, zu vergl. dortselbst p. 33—40.