

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. B E C K E.

P. INNOCENZ PLONER. ÜBER GRANAT-GRANULIT IN TIROL.

WIEN,

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

XXII. Ueber Granat-Granulit in Tirol.

Von P. Innocenz Ploner in Innsbruck.

(Aus dem mineralogisch-petrographischen Institute der Universität.)

(Mit 3 Textfiguren.)

In den verflossenen Jahren hat Herr Prof. Dr. A. Cathrein die krystallinen Schiefergebiete der Tiroler Alpen für eine herauszugebende Sammlung von Dünnschlifftypen näher durchforscht. Die reichlichen neuen Ergebnisse dieser Begehungen erfordern zunächst mehrere einzelne Vorarbeiten, um schliesslich den Gegenstand einer grösseren Abhandlung über die krystallinen Schiefer Tirols zu bilden. Mit einer dieser Specialuntersuchungen nun hat Herr Prof. Dr. A. Cathrein mich betraut und mir hierbei seine Anleitung und Unterstützung zukommen lassen. Die Wanderungen von 1889 hatten Herrn Prof. Cathrein auch nach Nons- und Sulzberg und in das Val Pescara oder Val di Rumo, welches bei Cagnò an der Grenze zwischen Nons- und Sulzberg in die Noceschlucht mündet, geführt, wo ihm in der weit ausgebreiteten Schottermasse des Pescarabaches einige grössere und kleinere Geschiebe auffielen, die nach ihrem äusseren Ansehen für Granatgneisse zu halten waren. Der eigenthümliche Schimmer auf den Absonderungsfächen der Granate, sowie das Vorhandensein von Bestandtheilen, die man in den Gneissen gewöhnlich nicht findet, kurz die Eigenart des Gesteines veranlassten Herrn Prof. Cathrein, Handstücke mitzunehmen, die er mir mit den betreffenden Dünnschliffen zur näheren Untersuchung übergab.

Die einzelnen Stücke, wie sie in dem Bachschotter liegen, zeigen in Ausbildung, Zusammensetzung und Gefüge einige Mannigfaltigkeit, doch trägt ihre Gesammtheit ein ganz bestimmtes, einheitliches Gepräge, so dass ihre Zusammengehörigkeit nicht zweifelhaft bleibt. Wie bei den meisten anderen Gesteinstypen finden wir auch hier nichts Eintöniges, sondern die äussersten Glieder sind durch stetige Uebergänge mit einander verknüpft. Die Häufigkeit und das Auftreten in dem einen Bachbette berechtigen zur Annahme, dass dieses Gestein in den Gründen des Pescarathales anstehe. Die mir vorliegenden Handstücke gehören zweien von einander ziemlich abstehenden Gliedern an; sie unterscheiden sich wesentlich durch

die Korngrösse und sollen daher durch die Bezeichnung grobkörnig und feinkörnig unterschieden werden.

Es folgt zunächst deren makroskopische Beschreibung.

Die Gneissähnlichkeit spricht sich vorerst in der Schieferung aus. Im grobkörnigen Handstücke ist dieselbe allerdings mehr versteckt, dafür ist sie beim feinkörnigen umso ausgeprägter. Sowohl am Längs- als am Querbruche verlaufen hier in parallelen, geknitterten Wellen weisse und bläulichbraune Bänder, welche ohne scharfe Grenzen allmählich in einander verfließen und durch ihre regelmässige Vertheilung dem ganzen Gesteine ein schönes, gleichmässiges Aussehen geben. Die Länge der Flasern wechselt; einzelne lassen sich um den ganzen Umfang des Handstückes als Grenzen durchgehender Blätter verfolgen, während sich andere schon in einer Länge von einigen Centimetern allmählich verlieren. Ihre Breite ist im allgemeinen gering, selten grösser als 2 Millimeter. Auch in den Bestandtheilen und deren Gefüge stimmt unser Gestein auffallend mit den Gneissen überein. Wie bei den meisten Gneissen treten hier hellere und dunklere Bestandtheile auf; die helleren entsprechen dem Quarz und den Feldspathen der Gneisse, die dunkleren können dem Biotit und seinen Vertretern verglichen werden. Dazu kommt noch, dass besonders im feinkörnigen Handstücke zahlreiche Muscovitschüppchen eine der Schieferungsebene entsprechende Lagerung besitzen und dadurch dem Gesteine auf dem Hauptbruche ein schimmerndes Aussehen verleihen, wie es die typischen Gneisse charakterisirt.

Unter den Bestandtheilen tritt vor allem der Granat hervor, und zwar vermöge seiner selbständigen Gestalt, seiner beträchtlichen Grösse, sowie durch bedeutende Anzahl und auffallende Färbung. Im feinkörnigen Gesteine haben fast alle Granatkrystalle denselben Durchmesser von 3—4 Millimetern. Im grobkörnigen Gesteine kommen Nester vor, wo eine Unmasse kleiner Granatkryställchen dicht nebeneinander gelagert sind, so dass die übrigen Gemengtheile bis auf ein Drittheil des Raumes zurückgedrängt werden. Im übrigen Theile dieser Gesteinsvarietät erreicht die Mehrzahl der Granate, welche in dem weissen Aggregate gleichsam porphyrisch eingesprengt erscheinen, einen Durchmesser von 6—8 Millimetern; zwischen diesen grösseren Körnern sind einige kleinere eingelagert. In der Vertheilung der Granate ist also hier eine bestimmt ausgesprochene Regelmässigkeit nicht zu erkennen; an einzelnen Stellen sind sie

mehr gehäuft, an anderen wieder spärlicher, doch sind immer so viele vorhanden, dass wenigstens ein Viertheil der Bruchfläche von Granaten besetzt ist. Ihre Färbung ist gelblich- bis röthlichbraun; das ganze Gestein erhält dadurch ein ins Röthliche schlagendes Aussehen. Das Merkwürdige an diesen Granaten liegt darin, dass viele am Bruche spiegelnde, perlmutterglänzende Flächen zeigen, die sich hie und da über die ganze Bruchfläche erstrecken, meist jedoch kleiner sind. Seltener trifft man den Fall, dass mehrere solcher Flächen anscheinend parallel das Korn durchsetzen, und dass dann durch Abbröckeln einzelner Theile mehr oder weniger regelmässige, spiegelnde Treppen entstehen. An manchen Krystallen erkennt man im Innern einen aus glänzenden Biotitblättchen zusammengesetzten Kern, andere Granate sind von schwarzen Biotitschüppchen, wie von einer Hülle, umgeben. Schon das weist darauf hin, dass der Biotit Ursache jener Spiegelung sein dürfte, was der Dünnschliff bestätigte. Im übrigen sehen die Granate frisch aus und zeigen matten Glasglanz oder Fettglanz. Einzelne sind so sehr zerbrechlich, dass sie sich schon zwischen den Fingern zu Pulver zerreiben lassen. Die Ursache hiervon liegt wieder in zahllosen kreuz und quer das Korn durchsetzenden Sprüngen, welche durch Biotit leicht verbunden sind. Vollkommene Krystallflächen sind selten, scharfe Kanten oder Ecken nicht entwickelt, so dass die Granate fast durchwegs die Form gerollter Dodekaëder haben.

Im Granat haben wir den wichtigsten der dunkleren Bestandtheile kennen gelernt, welcher auf Grund seiner regelmässigen Umrisse, die auch beim Schlagen des Gesteines hervortreten, zu den zuerst gebildeten Gesteinsgemengtheilen gehört. Unter den helleren Elementen tritt der Feldspath in den Vordergrund. Im Handstücke mit feinerem Korn setzt er in kleinen Körnchen die oben erwähnten weissen Bänder zusammen, während er im Handstücke mit größerem Korn in grösseren, innig verwachsenen Krystallen eine Art Grundmasse bildet, in welcher die Granate eingebacken sind. Es treten hier oft mattglänzende Krystallflächen von Feldspath in der Grösse eines Quadratcentimeters auf; diese Flächen lassen oft schon mit freiem Auge Zwillingstreifung erkennen. Neben den Feldspathen kommen im feinkörnigen Gesteine noch Quarzkörnchen vor, die stellenweise auch über die Feldspathe vorherrschen können; in der grobkörnigen Varietät fehlt Quarz anscheinend ganz.

Der Färbung nach die Mitte haltend zwischen den braunen Granaten und weissen Feldspathen, tritt ein anderer Bestandtheil auf, welcher seiner Menge nach den Granaten oder Feldspathen wenig nachstehen dürfte, aber so innig mit letzteren verwachsen ist, dass er sich nur bei genauer Beobachtung gut abhebt. Es sind kleine bis sehr kleine, lebhaft- oder blassbläuliche Körner, welche im Handstücke mit feinerem Korn etwas grösser erscheinen und einen Längendurchmesser von 5—7 Millimetern erreichen können. Diese grösseren Säulchen sind auch deutlich von den anderen Bestandtheilen zu unterscheiden. An den blauen Flecken und den wellig gebogenen, oft geknickten Flächen, nach denen auch Spaltbarkeit auftritt, lässt sich dieser Bestandtheil als Cyanit erkennen.

Als nächst wichtiges Element ist der Glimmer zu nennen. Im Handstücke mit feinerem Korn ist er reichlich vorhanden, sowohl als Muscovit, als auch, und zwar in viel bedeutenderer Menge, als Biotit; als Biotit namentlich hilft der Glimmer jene dunklen Bänder zusammensetzen, welche die Schieferung so deutlich charakterisiren. Die Färbung des Muscovits ist weiss, oft schwach ins Gelbliche. Im Handstücke mit gröberem Korn findet man nur verstreute Biotit- und Muscovitschüppchen zwischen den Feldspathen und in und um die Granate herum. Dafür sind hier so viele dunkle, röthliche, halbmetallisch glänzende Rutilnadelchen ausgeschieden, dass die Masse der Feldspathe fast grau erscheint. In beiden Gesteinsproben sind demnach Granat, Feldspath und Cyanit gleichmässig entwickelt, hingegen wechselt der Gehalt an Glimmer, Quarz und Rutil.

Wir betrachten jetzt das Gestein im Dünnschliff. Wenn wir uns die Dünnschliffe zunächst mit freiem Auge ansehen, so finden wir Folgendes zu bemerken:

1. Der Dünnschliff zum Handstücke mit gröberem Korn. In einer glasisg durchsichtigen, stellenweise etwas wolkig getrübbten Grundmasse eingebettet liegen theils grössere, theils auch kleinere Krystalle von Granat und mittelgrosse Cyanitkörner. Ausserdem bemerkt man, namentlich um die Granate und Cyanite herum, braune Glimmerschüppchen; kleine röthlichgelbe Rutilstängelchen sind selten gut zu unterscheiden. Die Grundmasse ist von zahllosen unregelmässig verlaufenden Sprüngen und Klüften durchsetzt, welchen sie zum Theile die erwähnte weissliche Färbung verdankt. Ein ähnlich verworrenes Netz von Klüften überspannt und durchfurcht die Schnitt-

fläche der Granate. Die äussere Form der letzteren ist sehr unregelmässig zerrissen, dass man nur selten noch die ursprüngliche Dodekaëdergestalt erkennen kann. Die Cyanitdurchschnitte bilden längliche Tafeln, deren Aussehen frisch ist, deren Umrisse aber ebenso unregelmässig und gefranst erscheinen, wie wir es bei den Granaten beobachten konnten. Für die Cyanite sehr charakteristisch ist ein lebhafter, perlmutterartiger Schimmer, der durch zahllose Längsstreifen und Klüfte hervorgebracht wird, welche der Spaltbarkeit der Krystalle nach den Pinakoiden entsprechen. Dieser Schiller ist sowohl im auffallenden als auch im durchfallenden Lichte gleich lebhaft zu beobachten. Schon mit freiem Auge sieht man, dass diese Klüfte nicht gerade verlaufen, sondern ein- oder auch mehrmal wellig gebogen sind. Demgemäss schillert bei einer bestimmten Lage nicht das ganze Blättchen, man kann jedoch den Schiller über das ganze Blättchen verfolgen, wenn man dasselbe in seiner Ebene dreht.

2. Der Dünnschliff zum Handstücke mit feinerem Korn. Dieser Schliff unterscheidet sich vom früheren vorzüglich dadurch, dass die Gneissstruktur hier sehr schön hervortritt, wie sie schon das Handstück selbst gezeigt hat. Es wechseln zwei hellere, einschliessfreie Zonen mit drei anderen ab, in denen die weisse Grundmasse fast vollständig von Granaten, Biotiten, Muscoviten und Cyaniten verdrängt wurde; die Grenzlinie zwischen den Zonen ist nicht scharf ausgeprägt. Die Granate sind hier im allgemeinen kleiner aber frischer, mit deutlich rhombendodekaëdrischen Umrissen. Die Glimmer liegen besonders gehäuft um die Granate herum. Auch die Cyanite zeigen gut erhaltene Formen; ihre Grösse wechselt. Rutil sind sehr spärlich vorhanden.

Wir gehen nun über zur mikroskopischen Untersuchung der Dünnschliffe und betrachten zunächst jenen Theil, den man bei Ansicht mit freiem Auge für eine Art Grundmasse hält, in welcher die dunkleren Bestandtheile eingelagert erscheinen.

Auch unter dem Mikroskope ohne Analysator macht diese Masse den Eindruck einer mehr gleichartigen, etwas getrübbten Substanz, welche im Schliffe zum Handstücke mit feinerem Korn einige Spuren körnigen Gefüges verräth, indem einzelne, mehr oder weniger scharfe Grenzlinien unregelmässiger Krystalle sich beobachten lassen; solche Grenzlinien fehlen im zweiten Schliffe. Die erwähnte Trübung

wird hervorgebracht einerseits durch grünlichgelbe Körnchen mit starker Lichtbrechung, oder dunklere Pünktchen und Stängelchen mit bald glatter, bald knorriger Umgrenzung. Es sind diese Partikelchen entweder in der weissen Masse in vollkommener Unordnung vertheilt oder bilden bald parallel verlaufende, bald einander kreuzende dunklere Linien und Bänder von wechselnder Breite. Andererseits rührt die Trübung daher, dass sich durch Zersetzung weissliche, unregelmässig umgrenzte Flecke gebildet haben, während in einem dritten Falle zahlreiche und ganz unregelmässig verlaufende Klüfte und Sprünge eine Trübung der Grundmasse hervorrufen.

Unter gekreuzten Nicols ist das Bild ein wesentlich anderes; auch treten da zwischen beiden Schliften merkliche Verschiedenheiten auf, so dass es sich empfiehlt, dieselben getrennt zu behandeln. Die scheinbare Grundmasse im Schlitze zum Handstücke mit größerem Korn entpuppt sich als ein Aggregat ziemlich grosser Feldspathkrystalle, welche mehr isodiametrisch ausgebildet sind und in ihrer Anordnung keine Richtung bevorzugen, dass etwa dadurch eine Schieferung zum Ausdruck käme. Die Ränder der Krystalle zeigen eine ziemlich weit vorgeschrittene Zersetzung und sehen wie gefranst aus; dagegen ist das Innere ziemlich frisch und von der Zersetzung wenig oder häufig auch gar nicht berührt. Die oben erwähnten dunkleren und parallel verlaufenden Linien, in denen sich zahlreiche kleine Körnchen ansammeln, erweisen sich als Zwillingslamellen, während die breiteren Bänder Individuen der Zwillingskrystalle sind. Die Zwillingsbildung ist polysynthetisch und häufig auch doppelt, indem der Krystall von zwei aufeinander fast senkrecht stehenden Systemen paralleler Zwillingslamellen durchzogen wird. In den Zwillingslamellen und in einzelnen Individuen des Zwillings begegnet man gewöhnlich einer weiter vorgeschrittenen Zersetzung. Als Zersetzungsproducte sind zu nennen Epidot, der die genannten grünlichgelben und stark lichtbrechenden Körnchen bildet, ferner Glimmer und Calcit, welche den Feldspathen ein eigenthümlich irisirendes Aussehen geben. Im allgemeinen sind die Feldspathe farblos und zeigen kleine Auslöschungsschiefen, die sie als Oligoklase charakterisiren. Die Zwillingslamellirung ist oft undeutlich. Orthoklas, sowie Perthit, ist spärlich vorhanden und nicht immer sicher zu bestimmen.

Am zweiten Schlitze, der aus dem Handstücke mit feinerem Korn gewonnen wurde, ist es nicht mehr Feldspath allein, der die

weissliche Grundmasse zusammensetzt, sondern es gesellt sich zu ihm noch Quarz in solcher Menge, dass er stellenweise sogar über die Feldspathe vorwaltet. Es ist zu bemerken, dass quarzreiche und quarzarme Parteen schichtenweise abwechseln, indem in der Grenzzone zwischen den hellen und dunklen Gesteinslagen der Feldspath vom Quarze fast vollständig verdrängt wird, während dagegen die centrale Lage der weissen Bänder nur hin und wieder zwischen den lückenlos aneinander schliessenden Feldspathkrystallen ein kleineres Quarzkorn birgt. Die Quarzkrystalle kommen an Grösse den Feldspathen sehr nahe, unterscheiden sich aber davon durch die wellenförmig gebogenen und häufig gezackten Umrisse, welche beim Feldspath mehr geradlinig sind, durch die unregelmässigen Sprünge und durch die vielen Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen. Diese Einschlüsse zeigen die bekannten, scharf abgegrenzten und dunklen Umrisse um einen hellen Kern und sind zu geraden oder gebogenen Schnüren geordnet.

Der Feldspath ist, im Gegensatze zum zuerst besprochenen Schlicke, hier vorzugsweise Orthoklas, der wenig Zersetzung zeigt und in kleineren Krystallen ausgebildet ist als der Plagioklas des ersteren Schlickes. Der Plagioklas tritt hier nur sehr spärlich, aber in ganz ähnlicher Ausbildung wie dort auf; dafür ist der Orthoklas häufig faserig oder als Mikroklin mit undulöser Auslöschung entwickelt, während Perthit nur spärlich auftritt. Gleichsam wie Einsprenglinge erscheinen Granat, Cyanit, Glimmer, Rutil, Titaneisen und Leukoxen.

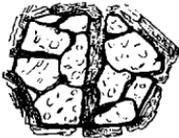
Die Granate sind hellröthlich gefärbt und heben sich vermöge ihrer starken Lichtbrechung von der Grundmasse reliefartig ab. Bei gekreuzten Nicols zeigen sie vollkommene Dunkelheit, welche sich beim Drehen des Objecttisches nicht aufhellt.

Im Schlicke zum Handstücke mit feinerem Korn sind die Granate nur wenig zerklüftet und zeigen noch deutliche dodekaëdrische Umrisse. Im Gegensatze dazu sind sie im zweiten Schlicke von zahlreichen Rissen und Gängen durchzogen, die manchmal im Inneren noch höhlenartige Erweiterungen bilden. Daneben kommen auch noch abgeschlossene Hohlräume vor, welche mit der Umgebung der Granate anscheinend nicht communiciren und, wie die erwähnten Klüfte und Gänge, von denselben Mineralen erfüllt sind, welche im Gesteine ausser den Granaten vorkommen, nämlich: Quarz, der namentlich in den Granaten des Handstückes mit gröberem Korn

massenhaft auftritt, während er in der Grundmasse fehlt; die Granate des anderen Handstückes, dessen Grundmasse viel Quarz enthält, entbehren dafür desselben fast ganz; ferner findet sich als Einschluss des Granats Feldspath in beiden Handstücken, sowie häufiger Glimmer. Der Umstand, dass die genannten Mineralien die gleiche Ausbildung im Inneren der Granate erfahren haben wie ausserhalb derselben, weist auf eine mechanische Zertrümmerung der Granate hin, die schon erfolgt sein muss, bevor noch diese Minerale auskrystallisirt waren. Dasselbe verrathen auch einzelne als Rutschflächen erscheinende Klüfte, längs welcher die Trümmer des Granats gegeneinander verschoben wurden. Damit in engem Zusammenhange steht auch die weitere Erscheinung, dass manchmal Biotitblättchen ein Stück weit dem Granatkrystalle aussen aufliegen, dann aber umbiegen, um in eine Kluft desselben einzudringen (Fig. 1).

Darf man die erwähnten Einschlüsse als primäre bezeichnen, so gibt es auch secundäre, oder Zersetzungsproducte des Granats. Letztere unterscheiden sich von den primären Einschlüssen durch ihre aggregirten Formen und unscharfen Umrisse und sind theils

Fig. 1.



Epidot, theils Biotit und Chlorit. Diese Zersetzungsproducte kommen bald nebeneinander, bald ineinander geschachtelt vor, wobei jedes der drei genannten Minerale den Kern oder die Hülle bilden kann. Der Epidot ist charakterisirt durch die starke Lichtbrechung, gerade Auslöschung und lebhaft polarisationsfarben,

der Chlorit bildet grünliche, der Biotit braune pleochroitische Schuppen, welche eine dem Verlaufe der Sprünge entsprechende Anordnung besitzen.

Ausser diesen primären und secundären Einschlüssen in den Klüften der Granate findet man noch kleine Säulchen und Körnchen, welche die Granatsubstanz selbst oft ganz durchspicken, in der sie in der grösstmöglichen Unordnung kreuz und quer gestellt liegen. Zum Theile sind es Zirkone, welche in gedrungensäuligen, körnchenähnlichen Krystallformen auftreten, blassgelblich und fast farblos erscheinen, jedoch sehr dunkle Ränder zeigen und lebhaft polarisiren; anderentheils sind es gelbliche bis rothbraune Rutil-Nädelchen oder Säulchen, meist mit deutlichen pyramidalen Polen, oft mit Zwillingsbildung. Diese ursprünglichen Einschlüsse des Granats müssen vor oder mit letzterem auskrystallisirt sein.

Der Cyanit hat eine typische und für die mikroskopische Untersuchung vorzüglich instructive Ausbildung erfahren. Der Zahl und Grösse nach stimmen die Cyanitkrystalle mit den Granaten nahe überein und zeigen in beiden Schlifften dieselben Verhältnisse. Aehnliche Erscheinungen, wie wir sie bei den Granaten beobachtet haben, weisen auch hier auf eine mechanische Zertrümmerung hin, indem man nicht selten gleichsam kleinere Krystalle um einen grösseren gruppiert findet, die durch breitere oder schmalere Bänder von Zwischensubstanz, wie sie sonst im Gesteine vorkommt, getrennt sind, während die optisch sich besonders gut ausprägende krystallographische Orientirung zu erkennen gibt, dass wir losgelöste Trümmer eines grösseren Krystalles vor uns haben. In anderen Fällen wurden Cyanitkrystalle durch äussere mechanische Kräfte ein- oder mehrfach *S*-förmig gebogen, was namentlich durch die weiter unten näher charakterisirten Spaltensysteme deutlich zum Ausdrucke kommt (Fig. 2). Die selbständigen Krystalle sowohl als auch die Krystalltrümmer haben ein sehr frisches Aussehen, indem nur die Ränder durch Zersetzung ausgezackt erscheinen, während das Innere noch davon fast unberührt blieb. Als Zersetzungsproducte treten sehr kleine und schwach schillernde Schüppchen auf, die in einer weisslichen Grundmasse eingebettet liegen, ähnlich, wie man es bei der Zersetzung der Feldspathe zu beobachten Gelegenheit hat, wo man dieselbe Erscheinung mit dem Ausdrucke Verglimmerung bezeichnet. Makroskopisch ist die Umwandlung von Disthen in Glimmer ja auch bekannt. ¹⁾ In der Stärke der Lichtbrechnng stimmt der Cyanit ebenfalls mit den Granaten überein, da auch er sich reliefartig von der Umgebung abhebt. Die Farbe ist meist weiss, mitunter blau, die Auslöschungsschiefe zur Hauptspaltungsrichtung an Schnitten parallel $OP(001)$ beinahe 0, beträgt dagegen an nahezu rechtwinkligen Schnitten parallel $\infty \bar{P}\infty(100)$ 30° , während sie an den rhomboidischen Schnitten parallel $\infty \check{P}\infty(010)$ nur gering ist. An den *S*-förmig gebogenen Krystallen lässt sich recht schön eine entsprechende undu-

Fig. 2.



¹⁾ Blum, Pseudomorphosen. Nachtrag II, pag. 25, III, 80 u. IV, 37. — Tschermak, Sitzungsber. d. Wiener Akademie. 1868, LVIII, 16. — A. Böhm, Min. u. petrogr. Mitth. 1880, II, 522.

löse Auslöschung beobachten. Die Polarisationsfarben haben lebhaftes Feuer, sind jedoch nicht bunt. An Einschlüssen sind die Cyanitkristalle ärmer als die Granate, ihrer Natur nach sind sie in beiden gleich. Bemerkenswerte mikroskopische Eigenschaften des Cyanits liegen ferner im Dichroismus und in der Spaltbarkeit. Wenn auch die meisten Schnitte bei Betrachtung mit eingeschaltetem unteren Nicol nur sehr schwachen Dichroismus verrathen, ist dieser an makropinakoidalen Schnitten, welche von keinem oder nur sehr schwachem, beinahe rechtwinkeligem Spaltensysteme durchzogen sind, häufig sehr deutlich und auf eine für den Cyanit höchst charakteristische Weise ausgeprägt. Solche Blättchen sind ganz farblos, wenn ihre Längsachse (c) zur Schwingungsrichtung des Nicol ungefähr um 70° geneigt ist. Beim Drehen des Objecttisches treten jedoch in denselben ein oder mehrere blaue Flecke auf, welche in der zur ersteren senkrechten Stellung am dunkelsten sind und bei weiterer Drehung wiederum allmählich erblässen. Entsprechend der sehr vollkommenen Spaltbarkeit nach $\infty \bar{P}\infty(100)$, der vollkommenen nach $\infty \check{P}\infty(010)$ und der unvollkommenen nach $OP(001)$ sind die das Makro- und Brachypinakoid treffenden basischen Schnitte von zwei ungleichen Systemen paralleler Spalten durchzogen; der Neigungswinkel beider Systeme beträgt beiläufig 74° . Die einzelnen Spalten sind gerade, scharfe und dunkle Linien, die für gewöhnlich durch das ganze Korn hindurchziehen, sonst auch im Inneren blind enden können. Die Schnittflächen nach $\infty \check{P}\infty(010)$ zeigen ein undeutliches System von Spalten nach $OP(001)$, aber ein sehr vollkommenes nach $\infty \bar{P}\infty(100)$; die Neigung beider beträgt ungefähr 80° . Die Schnittflächen nach $\infty \bar{P}\infty(100)$ zeigen auf die nämliche Weise das unvollkommene Spaltensystem nach $OP(001)$ und ein dazu unter beiläufig 88° geneigtes System von Spalten, welche der Spaltbarkeit nach $\infty \check{P}\infty(010)$ entsprechen, nicht scharf abgegrenzt sind, häufig abbrechen und oft nicht durch einfache Linien, sondern durch breitere Bänder dargestellt werden; dieselben entstehen überhaupt immer, wenn die Schnittfläche auf den Spaltungsebenen nicht senkrecht steht.

Nicht selten beobachtet man entweder einfache oder polysynthetische Zwillingsbildung nach $\infty \bar{P}\infty(100)$, wobei ein fiederiges Spaltensystem zum Vorschein kommt (Fig. 3) oder ein- und auspringende Spaltensysteme entstehen. Die Auslöschung erfolgt symmetrisch nach links und rechts, wenn die Zwillingsnaht zur Schwin-

gungsrichtung des Nicol ungefähr unter 6° geneigt ist. Ausserdem sind die Zwillinge oft durch Verschiedenheit der Polarisationsfarben leicht zu erkennen.

Fig. 3.



Der Glimmer häuft sich vorzüglich um die Cyanit- und Granatkörner herum an, wo die Anordnung seiner Leisten insoferne etwas regelmässig erscheint, als ihre Längsachse der jeweiligen Tangente des umhüllten Kornes mehr oder weniger parallel läuft; sonst liegen die Glimmerblätter in regellosem Gewirre bunt durcheinander in der Grundmasse, bald mehr einzeln, gewöhnlich aber viele zu Nestern vereint. Aus ihrer Anhäufung um die Granate und Cyanite herum erkennt man, dass die Glimmer sich erst ausgeschieden haben, nachdem die erwähnten grösseren Minerale bereits gebildet waren. Die Schnitte durch die Glimmer sind entweder tafelförmig, nämlich dann, wenn der Krystall mehr parallel zur Basis durchgeschnitten wurde, oder leistenförmig, wenn die Schnittebene zur Basis des Krystalls mehr senkrecht steht. Im ersten Falle lassen sich weder regelmässig verlaufende Spalten, noch auch geradlinige Umrisse erkennen, hingegen zeigen die leistenförmigen Durchschnitte viele der Längsachse parallel verlaufende Sprünge, welche der vollkommenen Spaltbarkeit nach $OP(001)$ entsprechen. Die Zersetzung ist im allgemeinen gering; nur selten ist ein Glimmerkrystall theilweise oder ganz in Chlorit umgewandelt worden, wobei sich noch gewöhnlich als Nebenzersetzungsproduct Rutil in wirren Nadelchen und Büscheln und Leukoxen ausgeschieden hat. Ursprüngliche Einschlüsse kommen spärlich vor. Am häufigsten treten kurze, gedrungene Rutilsäulchen auf, die sich durch starke Lichtbrechung und gelblichbraune Färbung leicht zu erkennen geben; manchmal lassen sie auch die Combination $\infty P(110) \cdot P(111)$ gut beobachten. Nicht gerade selten sind auch wässrig gefärbte Zirkonkrystalle mit starker Lichtbrechung und mit lebhaften Polarisationsfarben. Auch Feldspath tritt im Innern von Glimmer auf, die Grösse seiner Krystalle ist sehr wechselnd, dagegen sind die Formen meistens gut ausgebildet und stimmen die übrigen Eigenschaften mit denen der Feldspathe in der Grundmasse überein. Die optischen Verhältnisse charakterisiren den Glimmer theils als Biotit theils als Muscovit. Der Biotit ist lebhaft braun gefärbt, zeigt sehr starken Dichroismus und bedeutende Absorption

des Lichtes; die Polarisationsfarben sind mehr eintönig und nicht so lebhaft. Dagegen hat der Muscovit helle Farbe, keinen Dichroismus und geringe Absorption des Lichtes; die Polarisationsfarben sind bunt wechselnd und sehr lebhaft.

Beide Glimmerarten halten sich der Menge nach das Gleichgewicht; häufig ist Muscovit mit Biotit verwachsen, sei es, dass sie gleichsam nach Art polysynthetischer Zwillingsbildung mitsammen verbunden sind, oder sei es auch, dass Biotit in Schuppenform im Muscovit eingeschlossen wird.

Bislang haben wir den Rutil als Einschluss in Granat, Cyanit und Glimmer, ferner als Umwandlungsproduct des letzteren kennen gelernt; ausserdem kommt er auch neben den bisher betrachteten Mineralen frei ausgeschieden in der Grundmasse (Feldspath-Quarz) vor. Besonders häufig ist er im Schlicke zum Handstücke mit größerem Korn, wo uns schon makroskopisch die von zahllosen Rutilsäulchen herrührende röthliche Färbung des Gesteines auffiel. Die Krystalle sind bald nadelförmig und dünn, bald etwas gedrungener und säulenförmig mit deutlich pyramidalen Endflächen und besitzen gelb- bis rothbraune Farbe, starke Lichtbrechung, dagegen schwache Polarisationsfarben. Zwillinge sind nicht selten, sie sind bald gekniet, bald herzförmig, auch sagenitische Verwachsung kann man gelegentlich beobachten. Ebenso findet sich in allen Gemengtheilen der Zirkon in meist scharfen Kryställchen eingeschlossen. Theils selbständig, theils mit Rutil verwachsen, findet man auch dunkle Leisten oder Knorren von Titaneisen, welchem wegen seiner geringen Menge wohl nur eine untergeordnete Bedeutung zukommt. Noch seltener trifft man Kryställchen von Leukoxen, die sich wohl nur durch Zersetzung von Glimmer oder Rutil und Erz gebildet haben.

Wenn wir nun auf die Classification unseres Gesteines näher eingehen, so erkennen wir auf den ersten Blick, dass wir es mit einem krystallinen Schiefergesteine zu thun haben; denn, wenn auch im Vorausgehenden einerseits von einer „Grundmasse“ gesprochen wurde, so geschah es der Kürze des Ausdruckes wegen und um anzudeuten, dass das Gemenge Quarz-Feldspath ein einheitliches Ganze sei, das sich von den übrigen Bestandtheilen scharf abhebt, ohne jedoch auch nur eine Eigenschaft mit einer porphyrischen Grundmasse zu theilen. Auderseits spricht gegen eine

granitische Structur die in unserem Gesteine, namentlich im Handstücke mit feinerem Korn, so vollkommen und regelmässig ausgeprägte Schieferung, Flaserung und zumal die Lagenstructur, die an gneissartig gewordenen Graniten wohl nicht auftreten könnte. Davon abgesehen, verweist die Zusammensetzung und die Natur der einzelnen Bestandtheile unser Gestein in die Reihe der krystallinen Schiefer; Quarz, Feldspath, Glimmer führen uns da in die Gruppe der Gneisse, Granat und Cyanit speciell in die engere Gruppe der Granulite. In den Gneissen ist der Feldspath theils Orthoklas, theils Plagioklas und Mikroklin; der Quarz bildet bald mit den Feldspathen ein körniges Gemenge, bald aber durchzieht er in dünnen Flasern und Bändern das Gestein, so dass er stellenweise auch ganz fehlen kann; das Gleiche gilt vom Feldspath; von den Glimmern kommt entweder eine Art ausschliesslich vor, oder Biotit und Muscovit sind in den Gneissen nebeneinander ausgeschieden worden. In den Granuliten, welche typisch ein undeutlich schieferiges, feinkörniges Gemenge von Quarz und Feldspath mit Granat darstellen, kann der Granat theilweise oder fast vollständig durch Glimmer ersetzt werden, so dass ein allmählicher Uebergang zu den Gneissen hergestellt wird. Demnach steht unser Gestein zwischen den Gneissen einer- und den typischen Granuliten andererseits, nähert sich aber doch mehr den letzteren, da es immer auch Granat und Cyanit in bedeutend hervortretender Menge enthält, überdies in der grobkörnigen Probe Glimmer und Schieferung zurücktreten. Der bezeichnendste Name für das feinkörnige, glimmerreiche Gestein ist Glimmer-Granulit (Gneissgranulit), der einerseits die Granulitnatur desselben ausdrückt und andererseits die durch den Glimmergehalt begründete Verwandtschaft mit den Gneissen bezeichnet. Insoferne jedoch in unserem Gesteine der Granat stets vorwaltet, kann man dafür auch allgemein, aber besonders für den grobkörnigen Typus den Ausdruck Granat-Granulit wählen. Ebenso richtig wäre die Bezeichnung Cyanit-Granulit wegen der bedeutenden Menge der Cyanit-Krystalle, die auch das Aussehen des Gesteines merklich beeinflussen. Da der Feldspath grossentheils als Oligoklas entwickelt ist, wäre auch der sonst übliche Name Oligoklas-Granulit zutreffend. Unser Gestein ist also ein gut charakterisirter Granulit, bei dem zum Unterschiede von anderen Vorkommnissen der gänzliche Mangel an Turmalin noch Erwähnung verdient.

Wie anderswo, so ist der Granulit auch in Tirol ein bisher noch zu wenig erkannter und gewürdigter Gesteinstypus. Von den classischen Lagerstätten der Granulite in Sachsen hat sich die Erkenntnis derselben in verschiedene Länder fortgepflanzt, so dass man nunmehr manche Gesteine, die früher einfach als „Granat-Gneisse“ bezeichnet wurden, in die Abtheilung der Granulite stellt oder wenigstens als Granulit-Gneisse classificirt. In Tirol wurden schon Gesteine unter dem Namen „Granulite“ oder, besser gesagt, „Weisssteine“ beschrieben, die wohl keine eigentlichen Granulite, jedenfalls aber keine Granat-Granulite sind. So erwähnt G ü m b e l¹⁾ „Granulite“ aus der Gegend von Meran, welche jedoch vermöge ihres groben Kornes und der ungleichmässigen Vertheilung des Turmalins und des spärlichen Granates eigentlich Riesengneisse (Turmalin-Pegmatite) sind, wie auch C. W. C. F u c h s gefunden.²⁾ Damit identische „Weisssteine“ erwähnt A. Pichler aus der Gegend zwischen Sprechenstein und Freienfeld.³⁾ Ebenso spricht A. B. M e y e r⁴⁾ von „Weisssteinen“, die in der Nähe von Trens und Sprechenstein (Sterzing) gesammelt wurden. Es sind zum Theile ganz weisse und sehr feinkörnige Schiefer, welche, wie mir ein Dünnschliff zeigte, nur aus Quarz, Muscovit und Zirkon bestehen, also zum Glimmerschiefer gehören, nicht aber zu den eigentlichen Granuliten.

Was nun noch hier in Betracht kommende Granat und Cyanit führende Schiefergesteine betrifft, so beschreibt A. Pichler solche vom Penserjoch⁵⁾, Durnbolz⁶⁾ und Kreuzjoch bei Stams⁷⁾, hebt aber ausdrücklich hervor, dass dies lauter echte Glimmerschiefer seien, weshalb sie mit unserem, durch Feldspathgehalt ausgezeichneten, gneissartigen Gesteine nicht zusammenfallen. Ausserdem führen obige Gesteine Staurolith, der dem vorliegenden fremd ist. Nebenbei erwähnt wird das Vorkommen von „Granulit“ in Pfitsch⁸⁾ und Martellthal⁹⁾ von G. Stache, am Arlberg¹⁰⁾ von G. A. Koch, jedoch

¹⁾ Sitzungsberichte der königl. bayrisch. Akad. München 1872, II, 243.

²⁾ Neues Jahrb. 1875, pag. 825.

³⁾ Neues Jahrb. 1878, pag. 921, ebenso 1880, I, 173.

⁴⁾ Mittheilungen d. anthropologischen Gesellschaft in Wien. 1885, XV, pag. 5.

⁵⁾ Neues Jahrb. 1876, pag. 921.

⁶⁾ Neues Jahrb. 1879, pag. 141.

⁷⁾ Zeitschr. f. Krystallographie u. Mineralogie. 1885, X, 446.

⁸⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1870, pag. 217.

⁹⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1877, pag. 187 u. 1879, pag. 334.

¹⁰⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1876, pag. 85 u. 189.

findet sich in diesen Angaben eben nur das Wort Granulit ohne Begriffsbestimmung und bestätigende Gesteinsbeschreibung.

Mithin ist durch vorliegende Arbeit zum erstenmale das Vorkommen von Granulit, und zwar von Granatgranulit in Tirol constatirt.

Schliesslich sei in Bezug auf die Verbreitung dieses Gesteines noch erwähnt, dass im Ultenthale, welches in seinen südlichen Gründen mit dem Val di Rumo zusammenhängt, ein dem hier beschriebenen ähnlich sehendes Gestein vorkommt, wovon mir Herr Prof. Cathrein ein kleineres Handstück zeigte, wie solche in alten Tiroler-Mineraliensammlungen als Cyanitvorkommen von Ulten zu finden sind. Aussehen, Farbe und Grösse des Kornes erinnern an unsere Handstücke, doch fehlt die „Grundmasse“ Feldspath-Quarz ganz, so dass wir nur ein körniges Gemenge von Biotit, Granat und Cyanit vor uns haben. Der Längsbruch zeigt mehr Biotit als der Querbruch, wodurch eine Schieferung angedeutet wird. Die Granate sind kleine, niedliche Kryställchen mit hellröthlicher Farbe. Cyanitkrystalle sind nahezu ebensoviele als Granate; sie haben gestreckte Formen, grünliche und bläuliche Farben, einzelne sind schön dunkelblau. In der Vertheilung zeigen sie die bunteste Unordnung. Ein Dünnschliff fehlte. Es dürfte dieses Gestein wohl mit dem oben beschriebenen in engem localen und genetischen Zusammenhange stehen und einer quarz-feldspathfreien Lage desselben, wie ich sie oben beschrieben habe, entnommen sein, was erst eine Begehung der Lagerstätte näher feststellen kann.

Innsbruck, im August 1891.
