

EIN BEITRAG ZU DEN BEZIEHUNGEN EXOGENE - ENDOGENE KONTAKTMETAMORPHOSE

BEOBACHTUNGEN AN EINEM GRANIT - MARMOR - KONTAKT IM KIRŞEHİR - MASSIV (ZENTRALANATOLIEN)

Felix RONNER

Geologisch - Mineralogisches Institut der Technischen Hochschule, Graz

ABSTRACT — Relations of exogenetic and endogenetic contact metamorphism are studied on a granite - marble contact in the Kirşehir Massif (Central Anatolia) . After a general geological and petrographical review and a petrographical description of the original rocks, the sequence of formation of newly - formed contact minerals in granites and skarns is established and investigated. Then detailed comparisons are made between these mineral sequences : The exogenetic contact minerals prevail in the earlier, high - temperature (pneumatolytic) phases of the metamorphic process, whereas endogenetic contact minerals show characteristics of later formation under conditions of lower temperature. The presumable process of mineralization is outlined and the carrier substances are defined : fluorine above all, hardly any chlorine. Several examples of transitions between endometamorphic granite and pure skarn are described and discussed. These transitional members prove the genesis of genuine skarns from granitic primary rocks. Emplacement and direction of growth prove that the skarns originated predominantly from granite (not from marble) in the examples here described.

ZUSAMMENFASSUNG — An einem Granit - Marmor - Kontakt im Kirşehir - Massiv werden die Beziehungen : exogene - endogene Kontaktmetamorphose untersucht. Nach einem geologisch - petrographischen Überblick und der Petrographie der Ausgangsgesteine werden vor allem die Ausscheidungsfolgen der neugebildeten Kontaktminerale in den Graniten und Skarnen aufgestellt und untersucht. Danach werden eingehende Vergleiche zwischen diesen Mineralabfolgen gezogen: Die exogenen Kontaktminerale bevorzugen mehr den heissen «Früh-» und «Mittelbereich», die endogenen Kontaktminerale starker den kühleren «Mittel-» und «Spatbereich» . Der mutmassliche Vorgang der Mineralisation und die daran beteiligten flüchtigen Träger werden aufgezeigt : Vor allem Fluor, kein oder kaum Chlor. Mehrere Beispiele von Übergängen zwischen endometamorphem Granit und reinem Skarn werden geschildert und diskutiert. Diese Übergangsglieder beweisen das Entstehen echter Skarne aus granitischem Ausgangsgestein. Das Studium der Platznahme und Wachstumsrichtung ergibt ein überwiegendes Entstehen der Skarne aus Granit (und nicht aus Marmor) im besprochenen Beispiel.

I. EINLEITUNG

Beim Dorf Çelebi (Kreis Keskin, Vilayet Ankara) wurden vom M. T. A. Enstitüsü Ankara in einem scheelithoffigen Skarngebiet Bohrungen abgeteuft. Dabei fand Verfasser Gelegenheit, das Bohrgelände und die Bohrkerne näher zu studieren. Vorliegende Beobachtungen sind ein Teilergebnis eingehender Auswertung der Bohrproben nach verschiedenen Gesichtspunkten.

II. GEOLOGISCH - PETROGRAPHISCHER ÜBERBLICK

Die untersuchten Proben entstammen einer mineralisierten Zone. Marmore und Halbarmore wurden von einem sauren Intrusivgestein kontaktmetamorph verskarnt, das Massengestein selbst durch die pneumatolytischen bis hydrothermalen Restlösungen autometamorph verändert. Später wässrige Lösungen brachten neben einer vorausgegan-

genen Verquarzung eine Chloritisierung und starke Calcitisierung aller betroffenen Gesteine mit sich. Diese Calcitisierung verschleiert oft den kompetenten Mineralbestand und erschwert die Agnoszierung der Gesteine.

Das saure Intrusiv bricht rund 600 m ESE der Probenstellen am Gipfel des Hacet - Tepe in einem Stock auf, sinkt (im Profilstreifen zu den Bohrstellen) rasch unter den bankigen Marmor unter und fingert mit gangförmigen Apophysen durch den Marmor bis zur heutigen Oberfläche. Entlang an Unstetigkeitsflächen zwischen diesen Apophysen und dem Marmor drangen hochfluide Nachschübe aus tieferen Bereichen des Intrusivkörpers vor. Diese Mineralisationslösungen bewirkten die exogene und endogene Kontaktmetamorphose.

Eine spätere tektonische Phase zerscherte die Gesteine durch steilstehende subparallele Kluftflächen. Nach dem derzeitigen Stand der Feldbeobachtungen scheinen diese neuangelegten Flächen den alten tektonischen Richtungen zu folgen, also bloss wiederbelebt zu sein.

III. DIE AUSGANGS - GESTEINE

1. Das älteste Gestein ist ein feins bis mittelkörniger Marmor (bis Halbarmor) von grauer Farbe. Eine schwache Bänderung ist manchmal wahrnehmbar. Das Alter (paläozoisch oder mesozoisch) ist wegen Fossilmangels und Rekristallisation nicht zu bestimmen.

2. Das intrudierte Massengestein ist ein Aplitgranit mit stark alkalischer Vormacht. Mafite treten ganz zurück. Kalifeldspat dominiert und ist oft der einzige Feldspat; ein Orthoklas, Mikroklingitterung wurde in keinem Schüft festgestellt. Wenn kein Plagioklas (auch kein Albit) vorkommt,

ist das Gestein ein Kaliaplitgranit - zum Beispiel M. T. A. Koll. Nr. : 24352. 1

Häufig ist am Aufbau des Granites Albit beteiligt. Von einer geringen Albitisierung des Kalifeldspates — neben seltenem Perthit — bis zu beträchtlichem Anteil selbständiger Albit - Individuen sind alle Übergänge vorhanden. Nie jedoch tritt Albit als alleiniger Feldspat auf, stets ist Kalifeldspat massgeblich am Gesteinsaufbau beteiligt. Es ist ein Alkali - Aplitgranit (z. B. Nr. 24375).

Neben oder anstatt reinem Albit kann auch ein Plagioklas mit höherem An - Gehalt auftreten. Bis Oligoalbit wurde zu einem solchen Gestein noch Alkaliaplitgranit gesagt; war der Plagioklas jedoch schon ein Oligoklas, war die Bezeichnung Aplitgranit am Platz (z. B. Nr. 24374).

Selten reicht der Ca-Gehalt der zonalen Plagioklase bis An 40; Hand in Hand damit wird der Mafit - Anteil grösser als üblich. Da Kalifeldspat und Andesin in annähernd gleich grosser Menge am Gesteinsaufbau beteiligt sind, kommt dem Gestein die Bezeichnung Quarzmonzonit zu (z. B. Nr. 24365). Es gehört aber keineswegs einem anderen selbständigen Intrusivkomplex an, sondern stellt nur eine kleine, etwas basischere Partie des Aplitgranites dar. Hier erfasste eine massige Na - Zufuhr (- Metasomatose) nicht nur den Kalifeldspat, sondern bewirkte eine Blaufärbung der Hornblende und kam auch als Albitsäume um die Plagioklase zum Absatz. Mit Quarz wurde Myrmekit in Mikrodimensionen gebildet.

Charakteristisch für alle diese Granite ist das (fast) stete Vorhandensein von Zirkon.

Die etwas porphyrische Textur einiger Proben weist auf hypabyssische Entstehungsbedingungen; das heisst, dass die Abkühlung dieser Gesteine bei der Erstarrung rascher vor sich ging als inmitten des Intrusivkörpers. Es handelt sich dabei um eine randfaziesnahe Bildung - was durchaus dem geologischen Feldbefund entspricht.

IV. DIE EXOGENEN KONTAKTPRODUKTE

Die Skarne zeigen stark wechselnden Mineralbestand, sie sind keineswegs einheitlich beschaffen. Eine grössere Anzahl von Mineralien und Gliedern von Mineral - Mischreihen ist am Aufbau der Skarne beteiligt:

Aktinolith	Phlogopit: Fe-arm
Apatit	Plagioklas: bis An 70
Calcit	Pyrit: limonitisiert
Chlorit	Quarz
Diopsid	Rutil
Epidot: Fe-arm bis reich	Scheelit
Fluorit	Skapolith: Cl- und Na-frei
Gehlenit: Mg-arm	Titanit
Granit: Andradit - Grossular	Tremolit
Magnetit	(Para-) Wollastonit

Die einzelnen Skarnpartien zeigen entweder hochtemperierten Mineralbestand, einen mittel - tieftemperierten oder einen über eine grosse Temperaturspanne reichenden. Eine Ausscheidungsfolge ist jedoch nur selten in den einzelnen Proben gut feststellbar.

Die Häufigkeit und Beschreibung der einzelnen Skarnmineralien :

a. **Diopsid** und **Wollastonit** sind als früheste Ausscheidungen zu erkennen, wobei **Wollastonit** seltener auftritt. Zusammen trifft man sie im fluoritführenden (Para -) **Wollastonit** -, **Diopsid** - Skarn Nr. 24363, wo nur noch **Fluorit** in Hohlräumen als nennenswerte

Komponente hinzutritt. Ebenfalls treten sie gemeinsam auf in Nr. 24364, wo neben **Fluorit** auch noch basischer **Plagioklas** (An 70) dazukommt. **Diopsid** ohne **Wollastonit** ist im magnetitführenden **Granat** - **Diopsid** - **Skarn** Nr. 24353 die früheste Komponente und erst nach einer **Kataklase** treten die anderen Mineralien hinzu.

b. **Skapolith** ist ebenfalls eine frühe Ausscheidung und tritt z. B. im **Skapolith** - **Plagioklas** - **Epidot** - **Skarn** Nr. 24370 auf, wobei die übrigen Mineralien deutlich später gebildet wurden.

c. **Granat** und **Magnetit** treten meist gemeinsam auf und zwar z. B. in Rissen von **Diopsidfels** (Nr. 24363), oder in geschlossenen Kornhaufen z. B. zusammen mit **Phlogopit** im **Granat** - **Phlogopit** - **Skarn** Nr. 24355. Beim **Granat** handelt es sich um Glieder der **Andradit**-**Grossular**-Reihe.

d. An **Glimmermineralien** trifft man **Phlogopit** und **Chlorit** an. **Phlogopit** ist **Fe-arm** und spielt nur in oben erwähntem **Skarn** Nr. 24355 eine grössere Rolle. **Chlorit** tritt als späte Bildung nicht unhäufig, aber nur untergeordnet auf (z. B. in Nr. 24355, 24367, 24372).

e. Der **Plagioklas** ist bei den Skarnen meist **Anreich** (**Labradorit** - **Bytownit**). Er tritt (**An-reich**) zusammen mit den frühgebildeten Komponenten auf, z. B. mit **Skapolith** (neben **Epidot**) in Nr. 24370, oder mit **Diopsid** und **Wollastonit** (+ **Fluorit**) in Nr. 24364. Selten ist der **Plagioklas** **An-arm** (**Oligoklas**) und dann eine spätere, Bildung, z. B. im **Epidot** - **Tremolit** - **Skarn** Nr. 24356.

f. **Fluorit** ist eine spätere Ausscheidung als die unter a) bis e) besprochenen Mineralien (ausgenommen **Chlorit** und **Oligoklas**) und liegt in Zwic-

kein und Hohlräumen z. B. bei Nr. 24363 und 24364.

g. Titanit tritt stets gemeinsam mit den frühesten Ausscheidungen auf: z. B. mit Wollastonit, Diopsid und basischem Plagioklas (neben deutlich späterem Fluorit) in Nr. 24364, oder mit Skapolith und basischem Plagioklas (neben Epidot) in Nr. 24370. Er gehört zweifelsohne zu den frühen Ausscheidungen.

h. Gehlenit, Rutil und Apatit sind selten und nur sehr spärlich vertreten. Sie gehören (vermutlich) dem Frühbereich in der Ausscheidungsfolge an, werden aber wegen ihrer Seltenheit und der Unsicherheit ihrer Stellung in der unten folgenden Tabelle nicht angeführt. Beispiele für ihr Auftreten in den Skarnen : Rutil in Nr. 24363, Gehlenit und Apatit in Nr. 24355.

i. Scheelit tritt in höher und tiefer temperierten Skarnen zusammen mit Diopsid, Granat, Magnetit und Tremolit, vor allem aber mit Epidot gemeinsam auf (Makroskopische und UV-Lampen-Bestimmungen).

k. Epidot und Tremolit sind die häufigsten und überwiegenden Komponenten in den niedriger temperierten Skarnen. Sie treten fast stets gemeinsam auf, wenn auch in wechselnder Menge : Epidot, > Tremolit z. B. in Nr. 24372, Tremolit > Epidot z. B. in Nr. 24356. Epidot ohne Tremolit findet sich z. B. (zusammen mit basischem Plagioklas und Skapolith) in Nr. 24370, Tremolit (hier Aktinolith) ohne Epidot z. B. im zersetzten Aktinolithfels Nr. 24367.

l. Quarz ist meist eine noch spätere Bildung; er tritt z. B. im magnetitführenden Granat - Diopsid - Skarn Nr. 24353 auf, wo er in Rissen, die durch eine zweite, stärkere Kataklyse erzeugt wurden, (zusammen mit Calcit) auskristallisiert. (Die Risse der ersten Katak-

lyse wurden von Granat und Magnetit verheilt - siehe Punkt c.) Auch im Skarn Nr. 24372 wurde Quarz spät gebildet; später als Granat, Tremolit und Epidot.

m. Calcit ist die späteste Ausscheidung: er kommt in fast allen Skarnen als Infiltration und Verdrängungsmineral vor, wobei er (fast) alle übrigen Komponenten verdrängen kann. Vornehmlich jedoch wird Skapolith (völlig z. B. in Nr. 24368, teilweise z. B. in Nr. 24370) und Tremolit (z. B. in Nr. 24372 und Nr. 24367) calcitisiert.

n. Da Pyrit in diesem Kontakt stets limonitisiert ist, kann weiter nichts ausgesagt werden.

Als ungefähres (und unvollständiges) Schema der Ausscheidungsfolge der Skarnmineralien mag gelten:

Ausscheidung	früh		spät	
	pneumatolytisch		metothermal	
DIOPSID	■			
WOLLASTONIT	■			
SKAPOLITH		■		
GRANAT		■		
MAGNETIT		■		
PLAG (An-reich)		■		
PHLOGOPIT		■		
TITANIT		■		
SCHEELIT		■		
FLUORIT		■		
EPIDOT		■	■	
TREMOLIT		■	■	
PLAG (An-arm)			■	
QUARZ			■	
CHLORIT			■	
CALCIT				■

Tab. 1 - Die Ausscheidungsfolge der Skarnmineralien

V. DIE ENDOGENEN KONTAKT-PRODUKTE

Die Granite zeigen verschieden starken Grad der Autometamorphose, auch der neugeschaffene Mineralbestand wechselt von Gesteinspartie zu Gesteinspartie. Auch hier ist eine grössere An-

zahl von Mineralien und Gliedern von Mineral-Mischreihen Produkt der Autometamorphose, erreicht jedoch nicht ganz die Mannigfaltigkeit wie bei den Skarnen.

Aktinolith	Pyrit
Apatit	Quarz
Calcit	Scheelit
Chlorit	Serizit
Epidot: Fe-arm bis reich	Skapolith: Cl- und Na-frei
Kaolin (it)	Titanit
Phlogopit: Fe-arm	Tremolit
Plagioklas: bis An 20	Vesuvian

Die einzelnen Proben der autometamorphen Granite zeigen verschieden temperierte Umwandlung an, doch ist im grossen und ganzen der höhertemperierte Mineralbestand seltener als der mittel-bis tieftemperierte; demgemäss auch der über eine grössere Temperaturspanne reichende.

Noch schwieriger als bei den Skarnen ist bei den endogenen Kontaktprodukten in den einzelnen Proben eine Ausscheidungsfolge gut feststellbar.

Die Häufigkeit und Beschreibung der einzelnen endometamorph entstandenen Mineralien :

a. Am häufigsten von allen autometamorphen Produkten ist **Epidot**. Sein Fe-Gehalt schwankt stark, so dass von klinozoisitreichen bis zu pistazitreichen Gliedern alle Übergänge vorhanden sind. Fast in sämtlichen autometamorphosierten Gesteinsproben ist Epidot vorhanden, jedoch in stark wechselnden Mengen. So bildet er oft ganze Partien im granitischen Muttergestein, die in grösserem Umfang schon als Epidot-Skarn anzusprechen wären (z. B. Nr. 24357).

b. Ebenso häufig tritt **Calcit** auf. Auch dieser schwankt in seinem Mengegrad. Er ist eine späte bis letzte Bildung bei niedrigen Temperaturen. Er

tritt als Infiltration auf und dringt in die feinsten Risse ein. Von dort kann er ohne Unterschied und ohne Rücksicht auf den Chemismus alle übrigen Mineralien verdrängen, manchmal (fast) bis zur völligen Calcitisierung ganzer Gesteinspartien.

Als leichte Infiltration ist er z. B. im Quarznonzonit Nr. 24365 vorhanden, in Rissen abgesetzt und Flecken bildend z. B. beim leicht autometamorphen Kaliaplitgranit Nr. 24352, wo bei den Calcitflecken nichts mehr auf das verdrängte Mineral hinweist. Doch lassen sich manchmal die Umrissformea der calcitisierten Kristalle noch erkennen und dadurch wird das präexistente Mineral bestimmbar.² So z. B. beim Kaliaplitgranit Nr. 24360, wo noch Feldspatformen erkennbar sind. Bei diesem Gestein verdrängt Calcit sogar Quarz, in den er schlauchartig eindringt. (Dass der Calcitisierungsvorgang gerade bei diesem Schlauch-Stadium abgebrochen wurde, stellt einen glücklichen Zufall dar, denn sonst hätte die Verdrängung von Quarz durch Calcit nicht nachgewiesen werden können.)

c. Glimmer sind ebenfalls recht oft vertreten. Am häufigsten Phlogopit, dann Chlorit und in geringerer Menge Serizit. Daneben noch Kaolin (it).

Serizit tritt wie üblich als Füllmaterial in Kalifeldspat auf, so z. B. ist die Füllung schütter im leicht autometamorphen Kaliaplitgranit Nr. 24352- und dicht beim Kaliaplitgranit Nr. 24360.

Kaolin (it) fungiert ebenfalls als Feldspat - Füllmaterial und erschwert durch die von ihm hervorgerufene Trübung oft sehr lästig die mikroskopische Bestimmungsarbeit.

Chlorit findet sich in den Graniten häufig zussammen mit Calcit und Epidot, so z. B. beim Kaliaplitgranit mit Epidotpartien Nr. 24357, wo er spärlich auftritt; oder in grösseren Flecken z. B. im leicht autometamorphen Kalinplitgranit Nr. 24352, wo daneben noch Phlogopit dazutritt. Chlorit zeigt sich dabei als späte Ausscheidung.

Phlogopit ist meist sehr Fe-arm und daher von blasser bis schwach bräunlicher Farbe. Er tritt häufig und in wechselnder Menge auf. Paragenetisch zeigt er sich recht unabhängig; er tritt neben die verschiedensten Mineralgenossen und bekundet damit eine grosse Selbständigkeit. Häufig findet er sich zusammen mit Epidot, Chlorit und Calcit, im Mengenverhältnis zu seinen Genossen wechselnd: Während Phlogopit im leicht autometamorphen Kaliaplitgranit Nr. 24352 viel seltener als Epidot ist, ist das Mengenverhältnis umgekehrt beim autometamorphen Kaliaplitgranit Nr. 24354.

Zu obiger Paragenese: Phlogopit, Epidot, Chlorit und Calcit können noch andere Minerale treten, so Kaolin(it) und ein saurer Plagioklas (Oligoalbit) im autometamorphen Kaliaplitgranit Nr. 24374, oder neugebildeter Quarz und tremolitische Hornblende im autometamorphen hellen Intrusivgestein Nr. 24350.

Alle diese Mineralgenossen des Phlogopits weisen auf eine relativ niedrigtemperierte Paragenese.

Tritt Phlogopit jedoch als einziges Neu - Mineral auf, lässt sich über die Entstehungstemperatur nichts Verbindliches sagen, so z. B. beim Alkali - Aplitgranit Nr. 24361.

Phlogopit kommt jedoch auch mit hochtemperierten Genossen zusammen vor, wie Skapolith, Vesuvian, Titanit

und scheint hier eine Zwischenstellung zu den tiefertemperierten Mineralien Epidot und Kaolin(it) einzunehmen. Diese Paragenese ist z. B. im Gestein Nr. 24369 beobachtbar.

d. Über Skapolith, Vesuvian und Titanit wurde schon oben (voriger Absatz) berichtet. Skapolith und Vesuvian treten nur selten (in Gesteinen von gesichertem granitischem Ausgangsmaterial) auf, beim Titanit ist nur selten mit einiger Wahrscheinlichkeit festzustellen, ob er bei einer Autometamorphose neugebildet wurde, oder ob er schon dem primären Mineralbestand angehörte.

e. Tremolit, saurer Plagioklas und Quarz gehören ebenfalls einer Paragenese an. Sie begleiten oft Epidot, Chlorit und Calcit, wozu noch fast ebenso häufig Phlogopit tritt. Als Beispiele seien angeführt: Autometamorphes helles Intrusivgestein Nr. 24350, leicht autometamorpher Kaliaplitgranit Nr. 24352, etwas autometamorpher Aplitgranit Nr. 24374 und Kontaktfels Nr. 24371.

f. Scheelit kommt zusammen mit Titanit, Epidot, Tremolit, saurem Plagioklas und Quarz (daneben noch Calcit) vor, gehört also ungefähr dem mittleren Temperaturbereich an; zum Beispiel Kontaktfels Nr. 24371.

g. Apatit und Pyrit: Apatit tritt fast stets als ganz untergeordneter Gemengteil auf und es ist schwer zu entscheiden, ob er nicht schon dem primären Bestand zu zuschreiben ist. Pyrit tritt des öfteren in kleinen, idiomorphen Körnern auf, jedoch ist wegen seiner grossen Kristallisationskraft nicht zu sagen, in welchem Temperaturbereich er ausgeschieden wurde. Beispiel: Alkali-Aplitgranit Nr. 24361. Ob der häufige Limonit auf Pyrit oder auf Magnetit rückzuführen ist, kann nicht mit Bestimm-

heit entschieden werden, jedoch erscheint ersteres (aus Pyrit) wahrscheinlicher.

Als ungefähres (und unvollständiges) Schema der Ausscheidungsfolge der endogenen Kontaktminerale mag gelten :

VI. VERGLEICH DER EXOGENEN ENDOGENEN KONTAKTMINERALIEN

Stellt man die Listen der in den Skarnen und der in den autometamorphen Graniten auftretenden Mineralien gegenüber, ergibt sich folgende Aufstellung :

Hiebei zeigt sich mit grosser Deutlichkeit, dass mehr als die Hälfte aller vorkommenden Mineralien (13 von 23)

in beiden Kontaktpartnern auftreten. Die Ähnlichkeiten sind also gross. Dabei erscheint es rein zufällig, dass z. B. Rutil zwar in einem Skarn, aber nicht in einem autometamorphen Granit gefunden wurde, wo er ebenso gut vorkommen könnte. Es kann dies auf das immerhin beschränkte Probenmaterial zurückgeführt werden. Auf dieselbe Ursache wird auch das Fehlen von Vesuvian in den Skarnen und das Fehlen von Fluorit und Granat in den endogenen Kontaktprodukten zurückgeführt. Alle diese Mineralien wurden in Proben eines anderen Kontaktes desselben Intrusivmassivs gefunden; und zwar Vesuvian in ,karn (z. B. Nr. 24388), Fluor-

<i>Exogene Kontaktminerale</i>	<i>Endogene Kontaktminerale</i>
Aktinolith	Aktinolith
Apatit	Apatit
Calcit	Calcit
Chlorit	Chlorit
Diopsid	-----
Epidot (Fe - arm bis reich)	Epidot (Fe - arm bis reich)
Fluorit	-----
Gehlenit: Mg-arm	-----
Granat: Andradit-Grossular	-----
-----	Kaolin(it)
Magnetit	-----
Phlogopit: Fe-arm	Phlogopit: Fe-arm
Plagioklas: bis An 70	Plagioklas: bis An 20
Pyrit ? (limonitisiert)	Pyrit
Quarz	Quarz
Rutil	-----
Scheelit	Scheelit
-----	Serizit
Skapolith: Cl- und Na-frei	Skapolith: Cl- und Na-frei
Titanit	Titanit
Tremolit	Tremolit
-----	Vesuvian
Wollastonit	-----

Ausscheidung	früh pneumatolytisch	spät hydrothermal
SKAPOLITH	■	
VESUVIAN	■	
PHLOGOPIT	■	
TITANIT	■	
SCHEELIT	■	
EPIDOT	■	
TREMOLIT	■	
PLAG (An-arm)		■
QUARZ		■
SERIZIT		■
KAOLIN(IT)		■
CHLORIT		■
CALCIT		■

Tab. 2 - Ausscheidungsfolgen der Endogenen Kontaktminerale

rit und Granat³ in autometamorphem hellen Intrusivgestein (z.B. Nr. 24472).

Trägt man dem Rechnung, so verschiebt sich das Verhältnis der gemeinsamen Komponenten zur Gesamtzahl stark: 17 von 23, das sind fast 75 %.

Noch eindrucksvoller und vor allem aufschlussreicher ist ein Vergleich der Ausscheidungsfolgen. Hierbei werden Vesuvian in Skarn und Granat und Fluorit in autometamorphem Granit wie oben erwähnt in die Listen aufgenommen.

Wie aus dem Ausscheidungsdiagramm der Skarnminerale (Tabelle 1) ersichtlich ist, überwiegen bei den Skarnen die Mineralien des «Frühbereiches» stark über den «Mittel-» und «Spätbereich».

Bei den endogenen Kontaktminerale (Tabelle 2) ist es umgekehrt: der «Spätbereich» dominiert.

Bei obigem Gesamtdiagramm sind im «Frühbereich» nur relativ wenige

Mineralien gemeinsam: Skapolith, Vesuvian und Granat; und dann noch Phlogopit und Titanit, wogegen die übrigen—und auch frühesten—nur den Skarnen angehören.

Der «Mittelbereich» ist beiden Partnern gemeinsam.

Der «Spätbereich» ebenso, bis auf Serizit und Kaolin(it), die nur in den autometamorphem¹ Graniten vertreten sind. Doch ist dies leicht erklärbar: Serizit und Kaolin(it) treten uns als (späte) Umsetzungsprodukte in Kalifeldspat entgegen. Da im Skarn kein Kalifeldspat gebildet wurde, müssen auch diese Zersetzungsprodukte fehlen.

Also ist über obiges Diagramm folgendes zu sagen:

Beim «Mittel-» und «Spätbereich» der Ausscheidungen sind exogene und endogene Kontaktprodukte gleicherweise

Ausscheidung:	früh pneumatolytisch	spät hydrothermal
DIOPSID	■	
WOLLASTONIT	■	
SKAPOLITH	■	
VESUVIAN	■	
GRANAT	■	
MAGNETIT	■	
PLAG. (An-reich)	■	
PHLOGOPIT	■	
TITANIT	■	
SCHEELIT		■
FLUORIT		■
EPIDOT		■
TREMOLIT		■
PLAG. (An-arm)		■
QUARZ		■
SERIZIT		■
KAOLIN (IT)		■
CHLORIT		■
CALCIT		■

Tab. 3 - Die allgemeine Ausscheidungsfolge

Schwarz = endogene u. exogene Kontaktminerale
 ■■■■■ = exogene Kontaktminerale
 ||||| = endogene Kontaktminerale

und mit den gleichen Mineralien vertreten, während der «Frühbereich» vornehmlich den exogenen Kontaktprodukten vorbehalten ist. Will man diese Feststellungen interpretieren, so mag dies wie folgt geschehen:

VII. DER MUTMASSLICHE VORGANG DER MINERALISATION

Apophysen eines sauren Granites mit Kali - Vormacht drangen in einen Marmor ein und erkalteten ziemlich rasch (porphyrische Textur!). Während dieser Erstarrung drangen entlang von Festigkeits - Unstetigkeitsbahnen hochtemperierte (pneumatolytische) Lösungen auf. Da diese Lösungen ungefähr dieselbe Temperatur hatten wie die eben auskristallisierenden Granitapophysen (wobei weitere Restlösungen frei wurden wenn auch in geringerer Menge als die Hauptkörper, dafür aber um so stärker mit dem kälteren und stofflich so stark verschiedenem Marmor. Skarne mit dem Mineralbestand des «Frühbereiches» wurden gebildet.

Später, nach einer gewissen Erkaltung, trafen die nun hydrothermalen, nachströmenden Lösugen auf einen bereits verfestigten Granit und seine Nebengesteine. Die Lösungen nahmen auch das aus dem Marmor freigewordene Ca auf und bildeten, ohne Rücksicht auf den unterschiedlichen stofflichen Bestand der Wirtsgesteine, die Mineralien des «Mittel» und «Spätbereiches», die nun sowohl im «ecjiten» Skarn, als auch im endogen umgebildeten Granit auftreten. (Auf die scheinbaren Ausnahmen Serizit und Kaolin (it) wurde oben schon eingegangen.) Die letzte, späte Calcitisierung aller Gesteinstypen mag vorwiegend auf Kosten der vielen freigewordenen Kohlensäure bei der Skarnbildung zurückgeführt werden.

Betrachtet man die mutmasslichen flüchtigen Träger der Mineralisation,

so scheinen neben dem Hydroxyl (OH) vor allem Fluoride und Sulfide beteiligt gewesen zu sein. Die Teilnahme von Chloriden ist nicht wahrscheinlich. Es tritt uns kein einziges Cl-haltiges Mineral entgegen: Die optischen Eigenschaften des Skapoliths, der in Frage käme, sprechen eindeutig gegen eine Cl - Führung, er hat hohe Licht- und Doppelbrechung. Ob die Apatite Cl- oder F-haltig sind, konnte nicht festgestellt werden, doch scheint dies auch wegen der äusserst geringen Menge von Apatit nicht ins Gewicht zu fallen. Fluor spielte die grösste Rolle: Neben Fluorit tritt uns sehr häufig Phlogopit als F-Träger entgegen und weiters kommt neben dem schon erwähnten, aber unbedeutendem Apatit noch Vesuvian als F-haltig in Betracht.

Die Sulfid-Führung der Lösungen wird durch den auftretenden Pyrit (und auch Ghalcopyrit, der ebenfalls an diesem Kontakt—wenn auch nicht in diesen Proben—gefunden wurde) wahrscheinlich gemacht.

VIII. ÜBERGÄNGE ZWISCHEN SKARN UND ENDOMETAMORPHEM GRANIT

Skarne sind das Ergebnis von Reaktionen granitischer Restlösungen mit Carbonatgesteinen. Da bei diesen Reaktionen aber Calcium (und Magnesium) aus dem Kalk gelöst wird, treten durch endogene Kontaktmetamorphose auch Skarnmineralien in den Granit selbst ein. Beispiele solch autometamorpher und verskarnter Granite wurden weiter oben (Kapitel V.) ausführlich besprochen. Nun ist es denkbar, dass anhaltende endometamorphe Prozesse den granitischen Mineralbestand völlig vernichten und ein «echtes» Skarngestein schaffen. Ist dies jedoch geschehen, so lässt sich das granitische Ausgangsgestein nicht mehr erkennen und man ist geneigt, den Skarn als aus einem Carbonatgestein entstanden zu deuten.

Bei unserem Kontaktbeispiel sind wir in der glücklichen Lage, dies Über-* gange von endometamorphem Granit zu Skarn tatsächlich zu finden und an Hand von mikroskopischen Untersuchungen nachweisen zu können:

Beispiel 1: Bei einer Bohrung sind die ersten 14 Meter Skarne, auf die sodann autometamorpher Granit (anfänglich mit grösseren Epidotpartien) folgt. Diesen Skarnen ist bei ca. 8 m Tiefe eine ungefähr 1 m mächtige granitische, meist stark verskarnte Apophyse zwischengeschaltet. Weiters finden sich in ca. 2 m Tiefe noch Reste von granitischem Gestein. An dieser Stelle kann— ausser durch den makroskopischen Befund— an Hand von 2 Proben, die im Abstand von 0,40 m entnommen und mikroskopisch untersucht wurden, ein Übergang von endometamorph verändertem Granit zu Skarn wahrscheinlich gemacht werden. Es sind dies:

a. Das autometamorphe helle Intrusivgestein Nr. 24350 und

b. Der Epidot - Tremolit - Fels Nr. 24351.

Ist beim Beispiel a. - autometamorphes helles Intrusivgestein durch den neugewachsenen Mineralbestand (Quarz, Phlogopit, Epidot, Tremolitfasern und Chlorit) das Ausgangsgestein noch leicht zu erkennen (wenn auch die Feldspate nicht mehr bestimmbar sind), so lässt das Beispiel b. - Epidot-Tremolit-Fels gerade nur noch ahnen, dass ursprünglich ein Granit vorgelegen haben mag. Sind bei a. die früheren Feldspate noch in den Umrissen und in spärlichen Resten erhalten, so schimmern sie bei b. nur noch durch eine starke Trübung durch. Wäre bei b. nicht durch einen glücklichen Zufall der Vorgang der Epidot- und Tremolit-Bildung unterbrochen worden, so wäre kein Anhaltspunkt für ein präexistentes Intrusiv-

gestein erhalten geblieben. Vielleicht könnte auch noch der Quarz in b., der von Tremolitspiessen über- und durchwachsen wird, zum Teil auf den primären Mineralbestand zurückgeführt werden. Der neugewachsene Mineralbestand bei beiden Proben entspricht grossenteils dem «Mittel-» und «Spätbereich» der allgemeinen Ausscheidungsfolge. Die Mineralien Epidot und Tremolit sind im Beispiel a. noch spärlich entwickelt, während sie bei b. die kompetente Masse des Gesteins ausmachen.

Beispiel 2 : Bei einer anderen Bohrung liegen ungefähr 1,5 m Skarn zwischen hangendem Marmor und liegendem aplitischem Granit, der endometamorph verändert ist. Skarnfetzen schieben sich noch weiter in den Granit und Marmor vor und liegen auch wie «Xenolithe» in diesem Gestein. Umgekehrt sind noch Marmor- und häufiger granitische Reste im Skarn zu finden. Abbildung 1 mag ein schematisiertes Bild des betreffenden Abschnittes des Bohrprofils geben.

Fünf Proben im Gesamtabstand von 1,40 m (0,20 m - 0,20 m - 0,65 m - 0,35 m - von oben nach unten) wurden entnommen und mikroskopisch in Dünnschliffen untersucht: Gesteine Nr. 24368-Nr. 24372. Dabei ergab sich:

c. Die Probennummer 24368, die dem Marmor am nächsten liegt ist völlig calcitisiert, zur Calcitmasse geworden. Doch sind alte Strukturen und Umrisse noch so weit vorhanden, dass sich eine weitgehende Übereinstimmung mit der Probennummer 24369 feststellen Hess. c. ist ein calcitisierter Skapolithfels.

d. Das nur 0,20 m davon entfernte Gestein Nr. 24369 ist ebenfalls stark calcitisiert, die ursprünglichen Komponenten blieben aber noch so weit erhalten, dass sich die Gesteinsbestimmung

einwandfrei durchführen Hess: Es ist ein calcitisierter Skapolithfels (mit etwas Epidot, wenig Titanit, Vesuvian und farblosem Glimmer), wo noch stark kaolinisierte Kalifeldspatreste durchschimmern.

e. Die nächste Probe, Nr. 24370, wurde wieder 0,20 m von Probenummer 24369 entfernt entnommen. Hier ist die Calcitisierung nur mehr schwach und das Gestein gut bestimmbar. Es ist ein Skapolith - Plagioklas - Epidot - Skarn. Skapolith ist nur mehr in grösseren z. T. calcitisierten Resten vorhanden, Epidot überwiegt, basischer Plagioklas tritt partienweise auf. Ganz wenig Titanit und stellenweise Kaolintrübung.

Die Ähnlichkeiten zwischen diesen drei Gesteinsproben sind nicht zu übersehen: Wenn man die Calcitmasse c. beiseite lässt, zeigen der (calcitisierte) Skapolithfels d. und der Skapolith - Plagioklas - Epidot - Skarn e. fast die gleiche Zusammensetzung; Skapolith und Epidot Während jedoch bei ersterem (d.) nur wenig Epidot ist, überwiegt dieser bei letzterem (e.). Aus diesem Grunde — da nämlich die Epidotbildung bei d. noch nicht so weit fortgeschritten ist —, finden wir auch noch «nebulitische,» «phantomhafte» Relikte von Kalifeldspat. Ebenso ist das Vorhandensein von farblosem Glimmer (Serizit) auf dieses steckengebliebene Stadium des Epidotwachstums zurückzuführen. Auch dieser Glimmer wäre bei Fortdauer der Endometamorphose wahrscheinlich verschwunden, wie es beim Skarn e. der Fall ist. Dafür tritt hier Epidot stark hervor, von Kalifeldspat ist nichts mehr zu sehen, dagegen kommt basischer Plagioklas neu hinzu. Ob letzterer Gitterreste von Kalifeldspat bei seinem Aufbau mitverwendet hat, ist wegen Mangel an Relikten nicht feststellbar. Vielleicht stammen die kaolingetrübten

Stellen beim Skarn e. noch von der Kaolinisierung der Kalifeldspate.

Zeigte Beispiel 1—die Folge von autometamorphem hellen Intrusivgestein a., Nr. 24350, zu Epidot - Tremolit - Skarn b., Nr. 24351, den Übergang von einem noch sicheren Granit zu einem Kontaktfels mit kaolingetrübten Feldspatresten, so zeigen uns obige drei Proben des Beispiels 2) den Übergang von Kontaktfels d., Nr. 24369, mit «nebulitischen» Spuren von Kalifeldspat zu einem reinen Skarn e., Nr. 24370, der keinerlei Relikte mehr aufweist (ausser man fasst die Kaolintrübung als verdrängte Kalifeldspate auf).

Der neugewachsene Mineralbestand entspricht bei den beiden Proben d. und e. des Beispiels 2) mit Skapolith, Titanit, Vesuvian und An - reichem Plagioklas dem «Frühbereich» der Ausscheidungsfolge und mit Epidot dem Mittelbereich». Der «Spätbereich» ist nur spärlich vertreten.

Die nächste Probe f. Nr. 24371, wurde 0,65 m von Probe e. entfernt entnommen. Obwohl auch hier die Ähnlichkeiten mit der vorhergegangenen Probe e. gross sind, wird sie nur mit der darauf folgenden, letzten Probe g. verglichen, um Wiederholungen möglichst auszuschalten.

Probe f. ist ein Plagioklas - Tremolit - Epidot - Fels, mit etwas Quarz, Titanit und Scheelit, bei dem Oligoalbit früheren Kalifeldspat grössteils verdrängt hat. Tremolit wurde häufig calcitisiert.

Das hierauf folgende Gestein ist 0,35 m von obiger Probe f. entfernt; es ist.

g. ein calcitisierter Quarz - Tremolit - Epidot - Skarn, mit etwas Granat, Ghlorit und Limonit.

Auch bei diesen beiden Proben f. und g. zeigt der Mineralinhalt grosse

Übereinstimmung. Nur ist es nicht wie bei d. und e.

Skapolith und Epidot, sondern hier ist es Epidot und Tremolit. Dazu kommt bei den Proben f. und g., wenn auch in unterschiedlicher Menge, Quarz. Der saure Plagioklas in der Probe f. mag vielleicht die erste Umwandlung des früheren Kalifeldspats sein und beim stärker verskarnten Gestein g. vom Quarz verdrängt worden sein, der hier mehr in den Vordergrund tritt. Im Prinzip jedoch sind es dieselben Vorgänge wie bei den früher geschilderten Beispielen. Wieder weist der grösstenteils verdrängte Kalifeldspat auf ein granitisches Ausgangsgestein des Skarns.

Der neugewachsene Mineralbestand bei den Proben f. und g. gehört bevorzugt dem «Mittel - » und «Spätbereich» der allgemeinen Ausscheidungsfolge an.

IX. DIE PLATZNAHME UND WACHSTUMSRICHTUNG DER SKARNE

Die Probenfolge des Beispiels 2 (voriger Abschnitt) bietet; uns schönes Material für die Klärung der Richtungsfrage der Verskarnung, sowie für den Anteil der beiden Kontaktpartner Marmor und Granit als Skarn - Ausgangsgesteine. Ebenfalls kann die Temperatur beim Einsetzen der Mineralisation ermittelt werden.

Folgende Aufstellung zeigt die an den vier besprochenen Proben des Beispiels 2 (d. = Nr. 24369 bis g. = Nr. 24372) beteiligten Mineralien.

Man ersieht aus dieser Gegenüberstellung leicht die Ähnlichkeiten der jeweils benachbarten Gesteine, wie sie zum Grossteil im vorigen Kapitel unter Beispiel 2 besprochen wurden, aber auch die gemeinsamen Züge zwischen den

d	e	f	g
Kalifeldspat	—	Kalifeldspat	—
Calcit	Calcit	Calcit	Calcit
—	—	—	Chlorit
Epidot	Epidot	Epidot	Epidot
—	—	—	Granat
Kaolin (it)	Kaolin (it)	Kaolin (it)	—
—	Plag. (An-reich)	Plag. (An-reich)	—
—	—	Quarz	Quarz
—	—	Scheelit	—
Serizit	—	—	—
Skapolith	Skapolith	—	—
Titanit	Titanit	Titanit	—
—	—	Tremolit	Tremolit
Vesuvian	—	—	—

Ausscheidung:		früh pneumatolytisch	spät tieftiermal
d. No 24369	SKAPOLITH	■	
	VESUVIAN	■	
	TITANIT	■	
	EPIDOT	■	
	SERIZIT, KAOLIN(IT)		■
	CALCIT		■
e. No 24370	SKAPOLITH	■	
	PLAG. (An-reich), TITANIT	■	
	EPIDOT	■	
	KAOLIN(IT)		■
	CALCIT		■
f. No 24371	TITANIT		■
	SCHAEELIT		■
	EPIDOT, TREMOLIT		■
	PLAG. (An-arm), QUARZ, KAOLIN(IT)		■
	CALCIT		■
g. No 24372	GRANAT	■	
	EPIDOT, TREMOLIT	■	
	QUARZ		■
	CHLORIT		■
	CALCIT		■

Tab. 4 - Vergleich der Ausscheidungsfolgen von Beispiel 2

Proben e. und f., die oben nur gestreift wurden.

Noch aufschlussreicher ist der Vergleich der Ausscheidungsfolgen, der anschliessend in Diagrammform gebracht wird.

Hiebei—in obiger Tabelle—sind diejenigen Minerale, die nach der allgemeinen Ausscheidungsfolge (Tabelle 3) im gleichen Zeitraum auskristallisierten, der grösseren Übersichtlichkeit halber in eine Zeile projiziert.

Obwohl nun die obigen Gesteine eng beisammenliegen — nur 1,4 m ist Probe d. von Probe g. entfernt—lässt sich von d. zu g. eine deutliche, successive Tendenz zu den späteren, kühleren Ausscheidungen wahrnehmen. Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, dass die Probe d. (nach c.) dem Marmor am nächsten liegt. Da die Verskarnung nun unbedingt im Marmor und nicht im Granit beginnen muss und Probe d. den höchstemperierten Mineralbestand hat, beweist dies, dass die Mineralisationslösungen sofort im pneumatolytischen Bereich

einsetzen und nicht erst ein Ansteigen der Temperatur dem pneumatolytischen Stadium voranging, wie dies bei vielen Lagerstätten der Fall ist. Diese Feststellung ist aber leicht erklärbar, da wir die Mineralisation ja unmittelbar am Kontakt Granit zu Marmor finden und keine Entfernung vom Intrusivstock vorhanden ist, die eine Abkühlung der ersten Lösungen bewirkt haben könnte.

Es sei wiederholt: Die Metamorphose setzte am Kontakt mit pneumatolytischen Lösungen ein und bildete Marmor zu Skarn um. Nun wäre anzunehmen, dass die Verskarnung weiter in den Marmor hinein vordrang. Dies ist aber im geschilderten Beispiel nicht so, wie anhand von Abbildung 1 leicht zu ermitteln ist:

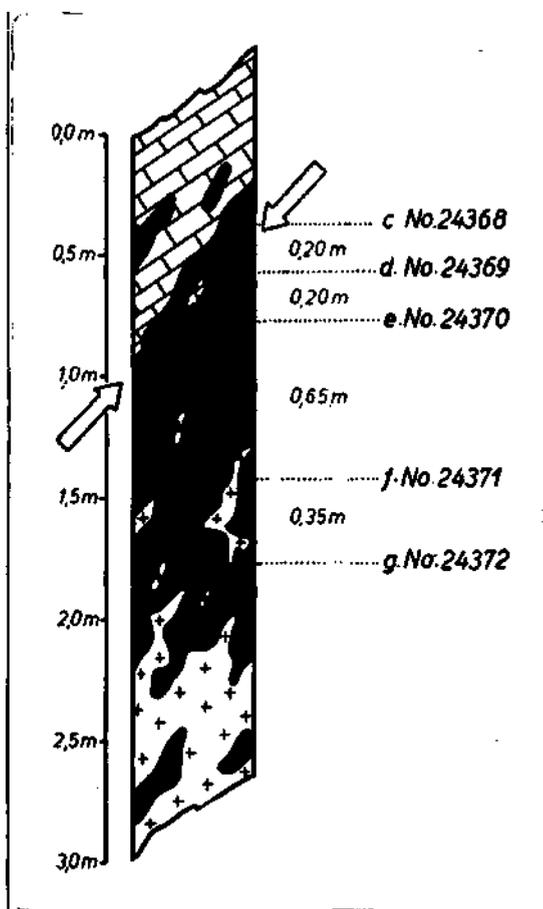


Abb. 1 - Der Bohrkern im Abschnitt von Beispiel 2. (schematisch)

Probe d. (Nr. 24369) ist nämlich; bereits ein Skarn, der einen Granit zum Ausgangsgestein hat, wie weiter oben (siehe S. 65) dargelegt wurde. Dasselbe gilt für Probe f. (Nr. 24371), wo ebenfalls noch «nebulitische» Granit-Relikte vorhanden sind. Die Verwandtschaft von Proben e. und g. zu diesen beiden (d. und f.) spricht für den gleichen Tatbestand. Daher ist mindestens von Probe d. an in Richtung nach unten (vom Kontakt weg) der Skarn durch Verdrängung von Granit — und nicht von Marmor entstanden.

Kurz zusammengefasst: Die Skarnbildung setzte am Kontakt Granit-Marmor ein. Die frühesten Skarnbildungen verdrängten Marmor, aber drangen nicht weiter in diesen vor. Der überwiegende Teil des Skarns geht auf Entsat, von granitischem Ausgangsgestein zurück.⁴

Abbildung 1 zeigt — durch Pfeile angedeutet — die ungefähre Grenze vom Marmor - Skarn zum Granit - Skarn.

(Selbst wenn im granitischen Anteil des Skarns ehemals einige Kalkfragmente gelegen haben mögen, die nun zu Skarn geworden sind, ändert dies nichts Grundsätzliches am Gesamtbild.)

Wie schon kurz angedeutet und aus Tabelle 4 ersichtlich, nimmt die Temperatur der Mineralisationslösungen mit fortschreitender Zeit immer mehr ab, der Mineralbestand der Skarne ändert sich zu hydrothermalen Bildungen und kommt schliesslich zum Erliegen. Nur mehr eine weitgehende Calcitisierung aller Skarnpartien dauerte noch lange fort bis stellenweise zur völligen Verdrängung aller früheren Mineralien (zum Beispiel Probe 2 c. Nr. 24368).

ANHANG: DÜNNSCHLIFFBESCHREIBUNGEN

Nr. 24350 : *Autometamorphes helles Intrusivgestein*. Von ursprünglichen mittelkörnigen Intrusivgestein sind als Komponenten nur noch Quarz erhalten und durch eine Kaolintrübung die Umrisse und Reste eines Feldspates zu erkennen. In diesem sind nun neugebildete Quarzrundlinge und grössere Schuppen von leicht grünlich bis hellfuchsbraun gefärbtem Phlogopit. Daneben etwas Chlorit.

Weiters treten Epidot und feinste tremolitische Hornblende-Spiesse auf. Eine schwache Kataklyse erzeugte Risse und Sprünge, die von Aggregaten von Quarzrundlingen verheilt wurden.

Nr. 24351: *Epidot - Tremolit - Fels*. Das Gestein besteht aus feinen bis grösseren (bis ca. 1 mm) Spiesen und Spies-

bündeln von Tremolit und Körnern und Kornaggregaten von Epidot.

Daneben tritt Quarz, Chlorit und Calcit auf (und ganz wenig Limonit).

Das Gestein ist partienweise stark kaoliningetrübt; dort scheinen Reste von Feldspaten durchzuschimmern und der Epidot (selten Fe-arm) erst in Bildung zu sein, wie auch die Tremolitspiesse dort faserdünn sind. Tremolit durchwächst stellenweise auch Quarz.

P. S. : Eine Verwandtschaft mit Gestein Nr. 24350 ist wahrscheinlich.

Nr. 24352 : *Kdli-Aplitgranit* (etwas porphyrisch und leicht autometamorph).

Struktur und Textur: fein bis mittelkörnig, etwas porphyrisch, richtungslos.

Komponenten:

Kalifeldspat: keine Mikroklingitterung, als Phenokristen und in der mittelfeinen Grundmasse. Kaolingetrübt und von Serizitschüppchen schütter bestreut. Zum Teil sind noch Zwillinge kenntlich.

Quarz: als Grossindividuen und in der Grundmasse.

Stark bis ganz untergeordnet:

Titanit

Zirkon

Apatit

Sekundär:

Epidot-Klinezoisit: häufige Neubildungen, unregelmässige Körner und Kornhaufen.

Quarz: Zum Teil neugewachsen.

Calcit: in Adern und als Flecken.

Phlogopit: als blasse Schüppchen.

Chlorit: in grösseren Flecken.

P. S. : Das Gestein stellt eine randfaziesnahe Bildung dar. Es ist etwas autometamorph und etwas kataklastisch.

Nr. 2453 : *Magnetitführender Granat-Diopsid-Skarn.* Ein mittelkörniger Diopsid-Skarn wurde zerbrochen und die Risse—nebst grösseren Partien—von hellem Granat (etwas optisch anomal) erfüllt. In den gleichen Rissen wurde auch Magnetit ausgeschieden, der jetzt zum Teil limonitisiert ist. Eine spätere, stärkere Kataklyse Hess Calcit eindringen, der zusammen mit Quarz feine Risse erfüllte und von dort aus das Gestein deutlich calcitisierte.

Nr. 24354 : *Autometamorpher Kaliaplitgranit.* Ein porphyrischer Kaliaplitgranit ähnlich dem Kaliaplitgranit Nr. 24352. Ebenfalls ähnlich ist die Autometamorphose. Jedoch tritt Phlogopit stärker hervor, Epidot dagegen stark zurück.

Nr. 24355 : *Granat - Phlogopit-Skarn.* Das Gestein besteht überwiegend aus farblosen Phlogopit-Scheitern (alle unter 0,5 mm, meist aber noch kleiner), die selten leicht bräunlich gefärbt sind, was auf einen sehr geringen Fe-Gehalt deutet.

Daneben kommen rundliche Kornhaufen von farblosem bis grünem Granat (Grossular), etwas Magnetit (fast gänzlich limonitisiert) und sehr wenig Gehlenit (Mg-arm) vor. Weiters grüner Chlorit und ganz untergeordnet Apatit-Säulchen.

Nr. 24356: *Epidot-Tremolit-Skarn.* Das feinkörnige Gestein besteht aus feinen bis feinsten wirrstrahligen Tremolit- (Aktinolith-) Fasern und -Besen und aus Epidot-Kornpartien, die oft stark getrübt sind. Dazwischen liegen kleine Flecken von unverzwilligtem sauren Plagioklas (Oligoklas), die von Tremolit-Besen überwachsen sind. Ganz untergeordnet sind kleine, limonitisierte Erz-Körner.

Nr. 24357 : *Kali Aplitgranit mit Epidot-Partien.* Ein grob- bis mittelkörniger Kaliaplitgranit (fast) ohne dunkle Gemengteile wurde leicht zerbrochen und von Epidot-Partien durchsetzt. Dazu kommen etwas blassgrüner Chlorit, wenig Calcit und ganz wenig Limonit.

Der primäre Mineralbestand ist:

Kalifeldspat: grosse Individuen bis ca. 5 mm, oft Zwillinge, kaolingetrübt und zum Teil etwas albitisiert.

Quarz: leicht undulös, später als Kalifeldspat ausgeschieden.

Leukoxen: untergeordnet.

Zirkon: ganz untergeordnet.

Nr. 24360 : *(Kali-) Aplitgranit.* Ein normaler (Kali-) Aplitgranit, jedoch sind die Feldspate völlig serizitisiert und vor allem calcitisiert.

Häufig sind radialstrahlige Rosetten von Phlogopit.

Das Gestein ist stark zerschert und mit viel Galcit erfüllt. Auch Quarz ist schon zum Teil von Galcit verdrängt, wobei dieser schlauchartige Bildungen in den Quarz vortreibt. Weiters ist im Gestein noch viel Limonit.

Nr. **24361** : *Alkali-Aplitgranit*. Ein Kali-Aplitgranit mit beträchtlichem Albit-Anteil, leicht porphyrisch, kaum umgesetzt: Kein Epidot, kein Calcit, kein Chlorit. Nur Phlogopit tritt auf.

Ganz untergeordnet sind Leukoxen, Zirkon und Apatit. Dazu häufig kleine Kuben von Pyrit.

Nr. **24363** : *Fluoritführender (Para-) Wollastonit-Diopsid-Skarn*. Struktur und Textur: Fein- bis mittelkörnig, richtungslos.

Komponenten:

Diopsid: leicht grünlich.

(Para-) Wollastonit: mit kleinem Axenwinkel, etwas getrübt und leicht calcitisiert.

Accessorisch :

Fluorit: in Hohlräumen als spätere Bildung.

Weiters:

Galcit: als Verdrängungsmineral.

Klinozoisit.

Opakes Erz.

Rutil: ganz untergeordnet und sehr klein.

Nr. **24364** : *Fluoritführender (Para-) Wollastonit - Diopsid - Plagioklas - Skarn*. Feinkörnige Grundmasse und grössere Individuen.

Komponenten:

Plagioklas: als Grundmasse und als (meist) xenomorphe Individuen. Labradorit-Bytownit (An ca. 70).

Diopsid.

(Para-) Wollastonit: mit kleinem Axenwinkel.

Untergeordnet:

Fluorit: als spätere Ausscheidung in Zwickeln.

Stark untergeordnet:

Titanit.

P. S. : Das Gestein ist frisch und unzersetzt.

Nr. **24365** : *Quarzmonzonit*. Struktur und Textur: Holokristallin, mittelkörnig, leicht porphyrisch, richtungslos.

Komponenten:

Plagioklas: stark zonar, grosse idiomorphe Individuen, eng zwillingslamelliert. Andesin (um An 40) mit breiten Albiträndern. Frisch, wenig Einschlüsse.

Kalifeldspat: keine Mikroklingitterung, schwach kaolingetrübt, selten zu Albit bis Oligoalbit umgewandelt. Z. T. Karlsbader Zwillinge.

Quarz: seltener als vorige Komponenten, stets xenomorph. Mit saurem Plagioklas (wo dieser Kalifeldspat verdrängt) zu Myrmekit in Mikroausbildung verwachsen.

Untergeordnet:

Hornblende: meist zersetzt und resorbiert. Grünlich-braun oder bläulich durch Na-Metasomatose. Um kleine Titanitkörner sind pleochroitische Höfe in der Hornblende.

Accessorisch:

Titanit.

Stark bis ganz untergeordnet:

Zirkon.

Apatit.

Pyrit.

Sekundär:

Klinozoisit.

Chlorit.

Calcit: als Infiltration.

Nr. **24367** : *Zersetzter Aktinolith-Fels*- Stark getrübt, zerbrochener Aktinolithfels. Etwas grünlicher Glimmer (Chlorit) in fächerförmigen Kurzbesen. Etwas Limonit.

Eine zwischen einzelnen Bruchpartien liegende, etwas getrübt, sehr niedrig lichtbrechende, isotrope bis kryptokristalline sehr gering doppelbrechende Zwischenmasse konnte nicht bestimmt werden. Weiters tritt etwas Calcit auf.

Nr. **24368** : *Calcitisierter Skapolithfels (Calcitmasse)*. Siehe Gestein Nr. 24369; hierjedoch völlig calcitisiert und kaolinisiert. Dazu sehr wenig Glimmer-Schüppchen. Mikrokristalline feinste Mineralpünktchen konnten nicht bestimmt werden.

Nr. **24369**: *Calcitisierter Skapolithfels'* Das Gestein besteht überwiegend aus Skapolith mit hoher Licht- und Doppelbrechung (Ca- und CO₃-reich). Dazu tritt etwas Fe-armer Epidot, wenig Titanit, farbloser Glimmer und Vesuvian. Fleckenweise ist eine starke Kaolin-Trübung, durch die zum Teil noch Reste von Kalifeldspat durchschimmern. Das ganze Gestein ist stark calcitisiert.

Nr. **24370**: *Skapolith-Plagioklas-Epidot-Skarn*. Der Grossteil des Gesteins besteht aus einem Gemenge von Fe-armen Epidot-Körnern. Partienweise ist basischer Plagioklas, der nur zum geringen Teil zwillingslamelliert ist. Reste von grösseren Skapolith-Individuen, die zum Teil calcitisiert sind, sind noch vorhanden. Weiters kommen noch kleine Fe-freie Epidotkörnchen (Klinozoisit) vor. Stark untergeordnet ist Titanit. Das Gestein ist stellenweise etwas durch Kaolin (it) getrübt.

Nr. **24371** : *Plagioklas • Tremolit-Epidot-Fels*» Das Gestein besteht vorwiegend aus Fe-armen Epidot, fasrigem Tremolit, der fast stets calcitisiert ist und einem sauren Plagioklas (Oligoklas bis Oligoalbit), der älteren Kalifeldspat verdrängt hat. Eine leichte Kaolin-Trübung liegt über den Feldspaten. Dazu treten einige Quarz-Körner. Stark untergeordnet ist Titanit. Calcit wurde am spätesten ausgeschieden.

P. S. : Im Handstück wurde Scheelit mit der U. V.-Lampe nachgewiesen.

Nr. **24372** : *Quarz-Tremolit-Epidot-Skarn (calcitisiert)*- Ein Skarn, bestehend aus vorwiegend Epidot (meist Fe-reich) und Tremolit und daneben etwas Granat wurde calcitisiert, wovon vor allem der Granat und der Tremolit betroffen wurden. Dabei übernahm der Calcit oft die Form der Tremolitfasern.

Viel neugebildeter Quarz, weiters Ghlorit und etwas Limonit.

Nr. **24374** : *Aplitgranit (etwas autometamorph)*. Struktur und Textur : holokristallin, mittelkörnig, etwas porphyrisch, richtungslos, etwas kataklastisch.

Komponenten :

Kalifeldspat.

Plagioklas; Oligoklas.

Quarz.

Stark bis ganz untergeordnet :

Titanit (Leukoxen).

Zirkon.

Apatit.

Der quarzreiche Aplitgranit wurde leicht zertrümmert, die Feldspate durch Kaolin (it) getrübt und zum Teil mit Phlogopit-Blättchen gefüllt; ausserdem tritt fächerförmig heller Chlorit dazu. Der Kalifeldspat wurde oft

von Oligoalbit fleckig verdrängt und Epidot (Fe-reich) neugebildet. Epidot füllt auch Adern aus. Weiters eine massive Calcit-Infiltration.

Nr. **24375** : *Alkali - Aplitgranit*.
Struktur und Textur : holokristallin, mittelkörnig, panhypidiomorph, rief-
tungslos.

Komponenten :

Kalifeldspat: keine Mikroklin-
gitterung, etwas Faserperthit, wenig
albitisiert, leicht kaolingetrübt, meist
Karlsbader-Zwillinge. Albit bis Oligoklas;
frisch und kaum getrübt, nur selten
zwillingslamelliert, leicht zonar gebaut.

Quarz.

Stark bis ganz untergeordnet:

Titanit.

Zirkon.

Apatit.

Sekundär:

Leukoxen.

Limonit; nach Pyrit.

Serizit: als seltene Schüppchen
in Feldspaten.

Nr. **24388**⁵ : *Calcitisierte Granat-
Diopsid- Tremolit-Skarn*.

Komponenten:

Tremolit.

Diopsid: schon fast ganz ver-
drängt.

Granat: Andradit, stark zonar,
oft stark doppelbrechend (bis zum Rot
I. Ordnung).

Untergeordnet bis stark untergeordnet:

Magnetit.

Pyrit.

Quarz.

Epidot.

Vesuvian.

Sekundär:

Calcit: viel.

Limonit: wenig.

Beobachtbare Ausscheidungsfolge der
Hauptgemengteile:

Erstausscheidung: Diopsid.

Früh: Magnetit, Granat.

Später: Tremolit (teilweise auch
schon früher).

Ende: Calcitisierung.

P. S. : Teilweise scheinen primärmagma-
tische Partien von feinsten Tremolitfasern (dazu
Erz und Granat) verdrängt zu sein.

Nr. **24472**⁵ : *Verskarntes helles In-
trusivgestein*. Ein mittelkörniges helles
Intrusivgestein wurde endometamorph
verändert.

Komponenten:

Plagioklas: basischer Oligoklas.

Biotit: z. T. chloritisiert.

Hornblende: z. T. chloritisiert.

Fluorit: reichlich.

Granat.

Epidot.

Scheelit.