

## ZWEIPHASIGE GRANATE DURCH EINPHASIGE METAMORPHOSE? UNGEWÖHNLICH ZONIERTE ANDRADIT-GROSSULARKRISTALLE IN KONTAKTMETAMORPHEN EINSCHLÜSSEN

**MAIR, V.\* & BAUMGARTEN, B.\*\***

\* Institut für Mineralogie & Petrologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Austria

\*\* Naturmuseum Südtirol, Spitalgasse 6, I-39100 Bozen, Italy

In andesitischen, etwa 32 Ma alten, undeformierten und bis zu 6 m mächtigen Gängen, welche die Intrusion des Königspitzplutons (Königspitze, Vinschgau, Südtirol) begleiten, finden sich Einschlüsse von Nebengestein: Quarzphyllite, triassische Dolomite, Serpentine, Grünschiefer etc. Alle Einschlüsse zeigen eine starke kontaktmetamorphe Überprägung.

Besonders auffällig sind Marmoreinschlüsse mit bis zu 25 cm Durchmesser. Sie zeigen eine deutliche Zonierung in einen weniger metamorphen, weiß-grauen Kernbereich, dessen Schieferung und/oder Lagenbau durch Agglomerationen von Granaten markiert wird und einen bis zu 4 cm breiten grünen Kontaktsaum.

Grossular ist vor allem im Kernbereich die einzige Neukristallisation, winzige Tremolitstengel und wenige Quarzkörner in der stark von Lösungen alterierten Calcitmatrix sind möglicherweise Relikte. Die meisten farblosen bis gelbgrünen Granate sind nicht oder nur leicht zoniert, zeigen jedoch starke Anisotropieerscheinungen mit Sektorteilung. Ihre Zusammensetzung schwankt zwischen  $Gross_{70}-And_{28}$  und  $Gross_{85}-And_{10}$ . Einige Granate zeigen optisch und chemisch einen »leichten« Zonarbau, der durch einen  $Fe^{3+}-Al^{VI}$  - Austausch bedingt ist. Mn, Mg und Ti zeigen ebenfalls eine zonare Verteilung. Si und Ca bleiben konstant. Bei // Nicols wird der Zonarbau durch hellere und intensiver gelbe, konzentrische Streifen markiert, wobei dunklere Zonen Fe- und Mg-reicheren Partien entsprechen. Bei X Nicols erscheint der Kern isotrop, die Ränder sind anisotrop (siehe Abb. 1a).

Ein bis zu 4 cm dicker Rand aus gelben und braunen, bis zu 0,5 cm großen Granaten in einer grünen Matrix trennt die unregelmäßig begrenzten Einschlüsse vom Ganggestein. Chlorit bildet die feinkristalline bis kryptokristalline Matrix, in der große Blasen von Granat wachsen. Nicht selten tritt Chlorit auch in radialstrahligen Aggregaten auf. Die Paragenese besteht aus Granat + Vesuvian + Chlorit + Calcit + Laumontit + Skapolith ± Amphibol ± Epidot + Erzminerale. Quarz und Feldspat fehlen. Radialstrahliger Laumontit, Skapolith und Calcit füllen die Zwickel und Hohlräume des Gesteins und umsäumen die Granate. Die Zeolithe sind Restkristallite aus einer »hydrothermalen« Lösung.

Die Granate sind idiomorph und zeigen eine Trennung in helle Kerne und dunkle Ränder. Bei // Nicols sind Kernbereich, ein schmaler, deutlich abgegrenzter, dunklerer Mittelstreifen und ein breiter dunkler Rand unterscheidbar. Bei X Nicols zeigen Kern und Mittelstreifen anomale Doppelbrechung mit Sektorteilung, Sanduhrstruktur und engständigen, konzentrisch angeordneten hellen und dunklen Streifen. Der breite Rand ist isotrop, zeigt aber randliche Aufhellung, manchmal auch einen deutlich abgegrenzten, hellen Saum.

Der optische Zonarbau der Granate wird durch ihre Chemie bestätigt und erklärt: der Kern besteht aus fast reinem Grossular ( $\text{Gross}_{77}\text{-And}_{16}$ ), der Rand ist ein reiner Andradit ( $\text{Gross}_0\text{-And}_{96}$ ). Der Mittelstreifen nimmt eine Zwischenstellung ein ( $\text{Gross}_{30}\text{-And}_{65}$ ). In einem Bereich von wenigen  $\mu\text{m}$  erfolgt vollständiger Austausch von  $\text{Al}^{\text{VI}}$  durch  $\text{Fe}^{3+}$  in der Tetraederposition. Die übrigen Elemente werden durch diesen Austausch nicht beeinflusst (Abb. 1b).

Die Gesamtgesteinschemie der beiden Extrembereiche Kern und Rand der Einschlüsse zeigt deutlich, daß das Wachstum der kontaktmetamorphen Minerale und vor allem der Granate durch die Zufuhr von Si, Al,  $\text{Fe}^{3+}$ , Mg, K und  $\text{O}_2$ -reichen Lösungen aus der umgebenden Schmelze kontrolliert wird (Tab.1). Während am Rand der Einschlüsse der Einfluß dieser  $\text{O}_2$ -reichen Lösungen sehr groß ist, daher die Andraditkomponente vorherrscht, nimmt der Einfluß zum Kern hin kontinuierlich ab – die Granate sind kaum zonierte Grossulare. Der Zonarbau zeigt, daß das Wachstum der Granatkerne noch überwiegend in der  $\text{CO}_2$ -reichen, Fe-armen »Atmosphäre« der karbonatischen Einschlüsse erfolgte, die Ränder während der starken Infiltration von Lösungen aus der umgebenden Schmelze kristallisierten.

Der diskontinuierliche Zonarbau der Granate – eigentlich sind es zwei eigenständige Phasen, die auch diffraktometrisch als solche nachweisbar sind – kann nach JAMTVEIT (1991), HATCH & GRIFFEN (1989), ENGI & WERSIN, (1987), HUCKENHOLZ & FEHR (1982) durch Mischungslücken in der Grossular-Andradit-Mischreihe erklärt werden. Diese Mischungslücken liegen nach obzitierten Autoren zwischen  $0.1 < X_{\text{Gro}} < 0.35$  und  $0.65 < X_{\text{Gro}} < 0.80$ . Während die erste Mischungslücke am andraditreichen Ende der Mischreihe beobachtet wird, läßt sich die zweite Mischungslücke im grossularreichen Drittel nicht nachvollziehen. Im Gegenteil, alle Granatkerne liegen im Bereich zwischen  $X_{\text{Gro}} 70$  und  $X_{\text{Gro}} 85$ ; wobei eine kontinuierliche Zonierung bis  $X_{\text{Gro}} 30$  zu beobachten ist (siehe Abb.1b).

Der kontinuierliche Zonarbau von  $X_{\text{Gro}} 70$  zu  $X_{\text{Gro}} 30$ , läßt vermuten, daß diese Granate durch eine einphasige kontinuierliche Zufuhr von Lösungen mit mehr oder weniger konstantem Chemismus entstanden sind. Dafür spricht auch, daß Vesuvian, der mit Grossular eng verwachsen vorkommt und zugleich gewachsen sein dürfte, unzoniert ist und auch andere Minerale (Chlorit, Tremolit) kaum oder nicht zoniert sind. Der abrupte Sprung von  $X_{\text{Gro}} 30$  zu  $X_{\text{Gro}} 0$  scheint daher ausschließlich durch die Mischungslücke in der Grossular-Andradit-Mischreihe bedingt zu sein.

Diese Arbeit entstand im Rahmen des Projektes »Chemisch-mineralogisch-genetische Charakterisierung der Granate aller historischen und neuen Fundstellen Südtirols«, finanziert vom Naturmuseum Südtirol.

ENGI, M. & WERSIN, P. (1987): Derivation and application of a solution model for calcic garnet. - SMPM, 67, 53–73.

HATCH, D. M. & GRIFFEN, D. T. (1989): Phase transitions in the grandite garnets. - Am. Min., 74, 151–159.

HUCKENHOLZ, H. G. & FEHR, K. T. (1982): Stability relationships of grossular + quartz + wollastonite + anorthite II. The effect of grandite-hydrograndite solid solution. - N. Jb. Min. Abh., 145, 1–33.

JAMTVEIT, J. (1991): Oscillatory zonation patterns in hydrothermal grossular-andradite garnet: Nonlinear dynamics in regions of immiscibility. - Am. Min., 76, 1319–1327.

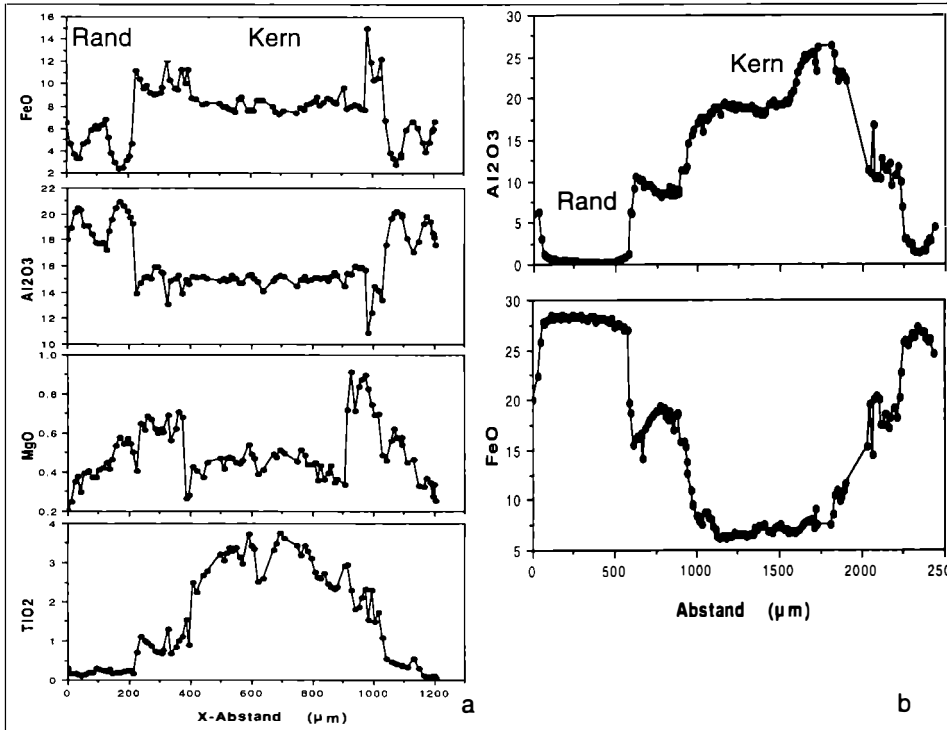


Abb. 1:

- a) typische Zonierung von Grossular aus dem Kern von Einschlüssen  
 b) kontinuierliche Zonierung von reinem Grossular bis zu Kristallen der Zusammensetzung  $Gross_{30}-And_{65}$ , dann Sprung zu reinem Andradit ( $Gross_0-And_{96}$ ).

Probe	M1	G1	G3
SiO <sub>2</sub>	4.20	37.14	20.41
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.16	0.21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.85	4.52	9.36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	2.02	15.24
MnO	0.03	0.37	1.33
MgO	0.36	0.92	3.35
CaO	51.71	34.19	27.02
Na <sub>2</sub> O	0.15	0.06	0.06
K <sub>2</sub> O	0.28	0.05	0.21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.10	0.10
LOI	42.32	20.70	23.15
Summe	99.95	100.23	100.23

Tab. 1:

Gesamtgesteinsanalysen: M1 wahrscheinliches Ausgangsgestein (Marmor), G1 Einschluß Kern, G3 Einschluß Rand.