

**EXPERIMENTE ZUM EINFLUSS VON MISCHFLUIDEN (Na<sup>+</sup>, CO<sub>2</sub> UND H<sub>2</sub>O)  
AUF DIE OBERE DRUCKSTABILITÄT VON MG- UND FE-CORDIERIT**

von

**Manfred Scheikl**

Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der  
Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Innsbruck

Institut für Mineralogie und Petrographie  
Innsbruck, Dezember 1999

Über den Mg/Fe-Austausch zwischen Cordierit und Granat nach der Reaktion  $\text{Fe-Crd} + \text{Pyp} \rightleftharpoons \text{Mg-Crd} + \text{Alm}$  können geothermobarometrische Daten u.a. für hochgradig metamorphe Pelite gewonnen werden. Dabei spielt das Abbauverhalten der beiden Endglieder zu hohen Drücken eine wesentliche Rolle. Die Anwesenheit verschiedener Fluidphasen dürfte dabei einen entscheidenden Faktor darstellen, da Cordierit aufgrund der charakteristischen Kanalstrukturen Moleküle wie CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> u.a., sowie Na<sup>+</sup>-Ionen eingebauen kann [1][2]. Der Einbau derartiger Ionen bzw. Moleküle wirkt sich entsprechend auf die thermodynamischen Eigenschaften der Endglieder und auch auf jene der Mg-Fe-Mischkristallreihe aus, sodaß sich bezüglich Abbauverhalten deutliche Abhängigkeiten in bezug auf die Fluidzusammensetzung ergeben müßten. Um die Anwendung von Cordieritparagenesen als Geobarometer oder eben als Geothermometer zu ermöglichen, müssen dahingehend (Fluidzusammensetzung) experimentelle Daten gewonnen werden.

In dieser Arbeit wurde unterschiedliche Fluidzusammensetzung bei Abbauersuchen mit Mg-Cordierit eingesetzt, wobei die Druckstabilität von Mg-Na-Crd im Rahmen von zwei Pilotstudien bereits untersucht wurde [3], um entsprechende Anhaltspunkte für eingehende Studien zu erlangen. Diese Daten wurden in die Überlegungen zur Klärung der Zusammenhänge bzw. zur Findung vernünftiger und zeitsparender Versuchsansätze miteinbezogen.

Für die Lage der Abbaureaktion von  $\text{Fe-Crd} + \text{H}_2\text{O}$  zu  $\text{Alm} + \text{Sill} + \text{Qz} + \text{H}_2\text{O}$  im P-T-Feld werden von einigen Autoren unterschiedliche Daten angegeben [4][5][6][7]. Hier liegt die Vermutung nahe, daß die verschiedenen Autoren durch die Verwendung von kohlenstoffhaltigen Homogenisierungshilfen ungewolltes CO<sub>2</sub> in den Versuchsansatz geschleppt haben und damit ungewollt in Mischfluiden experimentierten.

In dieser Arbeit sollen die Ergebnisse aus weiterführenden Experimenten zur Stabilität von

- a) Mg-Crd, unter Beachtung von Na<sup>+</sup>, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O als Fluidphasen, und
- b) Fe-Crd bei  $P_{\text{fluid}} = P_{\text{H}_2\text{O}}$  und bei Anwesenheit variabel zusammengesetzter Fluidphasen vorgestellt werden.

Als zusätzliche Absicherung der Information über die Beschaffenheit der Startmaterialien wurden neben den standardmäßig angewandten Analyseverfahren wie Mikrosondenuntersuchungen, röntgendiffraktometrischen Messungen und optischer Charakterisierung auch FT-IR-Untersuchungen sowie massenspektrometrische Messungen durchgeführt. Die Versuchsprodukte wurden zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Gehalte ebenfalls mittels FT-IR-Spektroskopie untersucht.

Die Experimente im Mg-System haben gezeigt, daß zunehmender CO<sub>2</sub>-Gehalt im Fluid eine Verschiebung der Reaktionskurve zu hohen Drücken bewirkt. Bei gleichzeitiger Zugabe von Na<sup>+</sup> (aus Albitglas und/oder Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) neigt sich die Stabilitätskurve zu niederen Drücken und nimmt eine nahezu temperaturunabhängige Lage ein.

Weiterführende Messungen mittels FT-IR-Spektroskopie zeigten, daß schon bei relativ niedrigen CO<sub>2</sub>-Gehalten im Fluid das Intensitätsverhältnis von H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> bezüglich Absorption zugunsten der CO<sub>2</sub>-Absorption steigt. Außerdem konnten bei der Anwendung von hochauflösenden Verfahren auch ohne Na-Anwesenheit verschiedene Typen von H<sub>2</sub>O-Schwingungen identifiziert werden.

Bei den Versuchen mit äußerst hochwertigem, aus dem Glas synthetisiertem Fe-Cordierit konnte gezeigt werden, daß Abbauversuche im nachgewiesenen reinen H<sub>2</sub>O-System zu Stabilitätsgrenzen führen, die weitestgehend mit jenen, die MUKHOPADHYAY & HOLDAWAY [7] angeben, zusammenpassen. Die Versuche mit H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> Mischfluiden im reinen Fe-System zeigten zum einen, daß bei Verhältnissen von  $X_{(\text{CO}_2)} = 0.23$  ein ähnliches Abbauverhalten auftritt, das HOLDAWAY & LEE [6] sowie WEISBROD [5] beschrieben haben, und zum anderen die Obergrenze für Versuche mit CO<sub>2</sub> und reinem Fe-Cordierit durch die  $f_{(\text{O}_2)}$ -Stabilität von Fe-Cordierit zu geringen CO<sub>2</sub>-Gehalten unter der Bildung von CO + H<sub>2</sub>O begrenzt ist.

#### Literatur

- [1] SCHREYER, W. (1985): Experimental studies on cation substitutions and fluid incorporations in cordierite. - Bulletin de Minéralogie, 108, 273-291.
- [2] MIRWALD, P.W. & KNOP, E. (1995): Der Einfluß der Kanalkomponenten H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> und Na<sup>+</sup> auf die obere Druckstabilität von Mg-Crd. Eine Experimentelle Pilotstudie und ihre Bedeutung für das Granat-Cordierit-Geobarometer. - Geologisch Paläontologische Mitteilungen Innsbruck, 20, 153-164.
- [3] MIRWALD, P.W. & LE BRETON, N. (1985): Influence of Si/Al order and variable vapour phase composition on the breakdown reactions of cordierite. - Terra cognita, 5, 332.
- [4] RICHARDSON, S.W. (1968): Staurolite stability in a part of the system Fe-Al-Si-O-H. - Journal of Metamorphic Petrology, 9, 467-488.
- [5] WEISBROD, A. (1973): Cordierite-garnet equilibrium in the system Fe-Mn-Al-Si-O-H. - Carnegie Institution Year Book, 72, 515-523
- [6] HOLDAWAY M.J. & LEE, S.M. (1977): Fe-Mg cordierite in high-grade pelitic rocks based on experimental, theoretical and natural observations. - Contributions to Mineralogy and Petrology, 63, 175-198.
- [7] MUKHOPADHYAY, B. & HOLDAWAY, M.J. (1994): Cordierite-garnet-sillimanite-quartz equilibrium: I. New experimental calibration in the system FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O and certain P-T-X<sub>H<sub>2</sub>O</sub> relations. - Contributions to Mineralogy and Petrology, 116, 462-475.