

ten alternativen Deutung als flache Überschiebungen zu interpretieren.

Trotz der in vielen seiner Arbeiten stetig wiederkehrenden Hinweise auf flache Überschiebungen verschiedenorts ist es Bittner nicht gelungen seine Umgebung für diese Phänomene zu interessieren. Dies ist umso erstaunlicher (und bedauerlich) als zur selben Zeit in Wien zwei bedeutende Persönlichkeiten wirkten, nämlich Eduard Suess (1875: Entstehung der Alpen, 1885: Das Antlitz der Erde, 1. Bd.) und Eduard Reyer (1888: Theoretische Geologie, 1892: Ursachen der Deformation und der Gebirgsbildung), die wegweisende Beiträge zur Gebirgsbildung (Suess) und ihrer mechanischen Grundlagen (Reyer) erarbeitet haben. Vermutlich ist es nur der mangelnden Kommunikationsfähigkeit der handelnden Personen zuzuschreiben, dass trotz dieser günstigen

Voraussetzungen der alpine Deckenbau nicht in den Ost- sondern in den Westalpen entdeckt wurde.

Bittner, A., 1885 (Manuskript abgeschlossen 1878): Hernstein in Niederösterreich. I. Die geologischen Verhältnisse. 174 S., 2 Taf., Wien (Alfred Hölder).

Bittner, A., 1885: Bemerkungen zu einigen Abschnitten des „Antlitz der Erde“ von E. Suess. Verh. Geol. R.-A., 1885, 24-33, Wien.

Bittner, A., 1894: Überschiebungs-Erscheinungen in den Ostalpen. Verh. Geol. R.-A., 1894, 372-377, Wien.

Reyer, E., 1892: Ursachen der Deformation und Gebirgsbildung. 40 S., 43 Abb., Leipzig (Wilhelm Engelmann).

Suess, E., 1875: Die Entstehung der Alpen. 168 S., Wien (Wilhelm Braumüller).

Suess, E., 1885: Das Antlitz der Erde, Bd. 1, 778 S., Wien (Tempsky & Freytag).

## Die Gleichgewichtsreaktion Cordierit = Granat+Alumosilikat+Quarz – als Geobarometer

P. W. Mirwald

*Institut für Mineralogie und Petrographie, Univ. Innsbruck*

Cordierit in der Koexistenz mit Granat+Alumosilikat+Quarz ist eine häufige Paragenese in höhergradigen Metapeliten. Diese Mineralreaktion, welche von dem einfachen Austausch-gleichgewicht Mg-Fe gekennzeichnet wird, wird seit langem als Geothermometer diskutiert (z.B. Thompson, 1976; Holdaway & Lee, 1977; Perchuk et al. 1981)

Ein synoptisches Diagramm der verfügbaren experimentellen Daten ist in Abb.1 gegeben, wobei die T-X<sub>Mg</sub>-Lage des divarianten Feldes für 700 und 800°C aus den Daten interpoliert wurde. An den Ordinaten ist außerdem das Druckintervall (vertikaler Balken) angegeben, das die hydrische Abbaureaktion der Mg-Fe-Endglieder zwischen 600 und 800°C einnimmt (Scheikl & Mirwald, (2000), s. auch anderes Abstract).

Die eingehende Diskussion der experimentellen Daten aus den verschiedenen experimentellen Untersuchungen zeigt (Mirwald & Knop, 1995), dass bei den meisten Experimenten die chemischen Randbedingungen nicht eindeutig definiert wurden (CO<sub>2</sub>-Gehalt, als Azetonderivat in der Fluidphase, Na-Gehalt des Cordieritmaterials, Grossularkomponente der als Startmaterial verwendeten natürlichen Fe-Mg-Granate etc.), so dass die meisten Daten einen eher grobquantitativen Charakter haben.

Die experimentelle Untersuchung der oberen Druckstabilität von Fe- und Mg-Cordierit (Scheikl & Mirwald, 2000; s. auch anderes Abstract) hat gezeigt, dass für den P-T-Verlauf, d.h. P-T-Lage wie dP/dT-Steigung der Abbaukurven der beiden Endglieder,

- die H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>-Zusammensetzung der Fluidphase sowie

- der über Albit gepufferte Na-Gehalt des Cordierits wesentlich ist, wobei letzterer seinerseits wiederum eine Funktion der Temperatur ist (Knop & Mirwald, 1998a,b).

Die Untersuchungen von Scheikl & Mirwald (2000), s.auch anderes Abstract) haben gezeigt, dass für beide Endgliedreaktionen (Fe-Crd = Alm+As+Qtz bzw. Mg-Crd = (Talk / smektitisches Schichtsilikat / Entstatit)+As+Qtz), die CO<sub>2</sub>-Komponente in der Fluidphase wie auch das in Cordierit inkorporierte Natrium die positive dP/dT-Steigung der Phasengrenze wie sie bei rein hydrischen Bedingungen gegeben ist, deutlich reduziert. Bei reiner CO<sub>2</sub>-Fluidphase wurde für die Abbaureaktion von Mg-Cordierit= En+As+Q bereits von Mirwald (1984) eine negative dP/dT-Steigung bestimmt, wobei das Stabilitätsfeld zu höheren Drucken deutlich erweitert wurde.

Die gleichartige Auswirkung von Fluidkomponenten und Natrium auf die Lage der Abbaugrenze bei Fe- und Mg-Cordierit erlaubt nun das divariante P-X<sub>Mg</sub> Feld für die intermediären Mischglieder mittels Interpolation zu erfassen.

Das Übertragen der Befunde aus dem experimentellen Modellsystem auf die natürlichen Gegebenheiten lässt erwarten, dass die Gleichgewichtskurve in ihrer Steigung tatsächlich um dP/dT = 0 schwankt, da nahezu in alle natürlichen Paragenesen die Cordierite einen temperaturspezifischen Natriumgehalt aufweisen und außerdem die Fluidgehalte in den Strukturkanälen meist aus H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>-Gemischen bestehen. Diese flache dP/dT-Steigung der Abbaureaktion bedeutet, dass diese Mg-Fe Austauschreaktion im Prinzip für

geothermometrische Bestimmungen weit weniger eignet ist als für geobarometrische!

Unter der Annahme niedriger bis intermediärer  $\text{CO}_2$ -Gehalte der reaktionsbegleitenden Fluidphase lässt sich eine grobquantitative Abschätzung der Drucke mittels des  $X_{\text{Mg}}$  der beiden Mg-Fe-Phasen, Cordierit und Granat, treffen. Unter Berücksichtigung der Befunde der früheren experimentellen Untersuchungen wurde in Abb. 2 ein Diagramm von  $X_{\text{Mg}}$  vs.  $P$  für die Reaktion  $\text{Crd} = \text{Grt} + \text{As} + \text{Qtz}$  (bei zusätzlicher Gegenwart von Albit) konstruiert, welches für untere und mittlere  $\text{CO}_2$ -Gehalte der Fluidphase ( $X_{\text{CO}_2} = 0.2$  und  $0.5$ ) und den Temperaturbereich zwischen  $600$ - $750^\circ\text{C}$  gilt. Die Genauigkeit der Druckbestimmung wird bei intermediärem  $X_{\text{Mg}}$  auf  $\pm 0.05$  GPa geschätzt. Zu höherem bzw. niederem  $X_{\text{Mg}}$  vergrößert sich die Unsicherheit auf etwa  $\pm 0.1$  GPa.

Abb.2 bietet darüber hinaus auch die Möglichkeit bei bekannter Temperatur – aus der Paragenese oder aus dem Natriumgehalt von Cordierit selbst bestimmt (Knop & Mirwald, 1998a) – anhand des  $X_{\text{Mg}}$ -Werts eine grobquantitative Abschätzung der Fluidzusammensetzung der Paragenese zu treffen (Mirwald, 2001).

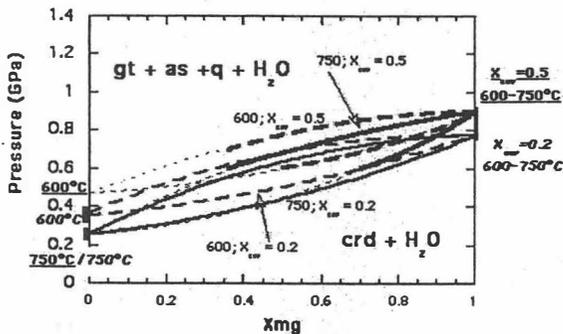


Abb. 1: Synoptische  $P$ - $X_{\text{Mg}}$ -Diagramm aus experimentellen Werten der Literatur (Currie, 1971; Holdaway & Lee, 1977; Aranovich & Podlesskii, 1983).

Aranovich, L.Ya. & Podlesskii, K.K. 1983: in: Saxena, S.K. (Ed.) Kinetics and equilibrium in mineral reactions, Springer, New York, Berlin, Heidelberg, 3, 173-198.

Currie, K.L. 1971: Contributions to Mineralogy and Petrology, 33, 215-226.

Holdaway, M.J. & Lee, S.M. 1977: Contributions to Mineralogy and Petrology, 63, 175-198.

Knop, E. & Mirwald, P.W. 1998a: Mitt. Österr. Mineralog. Ges., 143, 316-321

Knop, E. & Mirwald, P.W. 1998b: Mitt. Österr. Mineralog. Ges., 143, 316-321

Mirwald, P.W. (1984): Fortschritte der Mineralogie, 62 Bh. 1, 155-157 p.128.

Mirwald, P.W. & Knop, E. 1995: Geol.Paläont. Mitt. Innsbruck, 20, 153-164.

Perchuk, L.L., Podlesskii, K.K., Aranovich, L.Ya. (1981): in: Newton, R. C., Navrotsky, A., Wood, B. J. (Eds.) Thermodynamics of Minerals and Melts Springer, New York, 111-130.

Scheikel, M. & Mirwald, P.W. 2000: Eighth Int. Symp. Experim. Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Bergamo, Italy 16-19 April 2000, p. 91.

Thompson, A.B., 1976b: American Journal of Science, 276, 425-454.

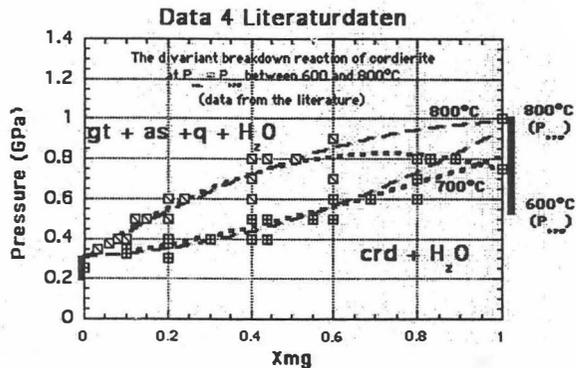


Abb. 2:  $P$ - $X_{\text{Mg}}$ -Diagramm für die divariante Reaktion  $\text{Crd} = \text{Grt} + \text{As} + \text{Qtz}$  in Gegenwart von Albit bei  $X_{\text{CO}_2} = 0.2$  und  $0.5$  für den Temperaturbereich  $600$ - $750^\circ\text{C}$ .