

O und H Isotope der Hauptbohrung: Krustenprofil und Fluidentwicklung

O und H Isotope der Hauptbohrung: Krustenprofil und Fluidentwicklung.

D. Landwehr & J. Hoefs, Geochemisches Institut,
Göttingen.

ZIELSETZUNG

Ein primäres Ziel der KTB ist die Erforschung des Verhaltens und der Bedeutung von Fluiden in krustalen Prozessen. Anhand der Geochemie der stabilen Isotope von O und H wird untersucht

- welcher Herkunft die Fluide gewesen sind,
- in welchem Ausmaß die Fluide mit dem Gestein in Wechselwirkung getreten sind,
- welche Entwicklung die Fluide in geologischer Zeit erfahren haben.

ERGEBNISSE

Metasedimentäre Gneise zeigen eine prämetamorphe Isotopensignatur, während die Amphibolite eine prämetamorphe, hydrothermale Überprägung (Ozeanboden) und/oder eine Überprägung während der retrograden Metamorphose dokumentieren.

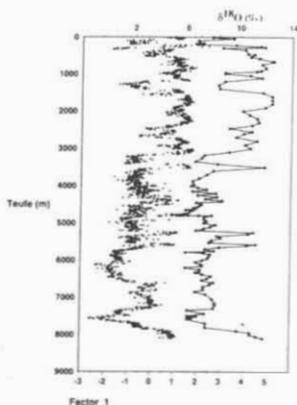


Abb. 1: Teufenprofil von $\delta^{18}O$ und Faktor 1.

Abb. 1. zeigt ein Teufenprofil der $\delta^{18}O$ Gesamtgesteinswerte im Vergleich zur mafisch-felsischen Variation des Hauptelementchemismus, ausgedrückt als Faktor 1. Gneise zeigen $\delta^{18}O$ Werte von 10-13 ‰, Amphibolite von 5-10‰. Die kontinuierliche Veränderung der $\delta^{18}O$ Werte der Gneise mit der Tiefe zu leichteren Werten kann ihre Ursache in einer prämetamorph angelegten Isotopensignatur verschiedener sedimentärer Liefergebiete haben, was sich in einer parallelen Variation des Gesteinschemismus äußern sollte, oder Ausdruck einer intensiven Wasser/Gesteins-Wechselwirkung sein. Abb. 1. zeigt den parallelen Verlauf zwischen Faktor 1 und den $\delta^{18}O$ Werten, was auf eine prämetamorphe Isotopensignatur hindeutet. Die Amphibolite zeigen eine Verschiebung zu schwereren $\delta^{18}O$ Werten gegenüber basischen Mantelderivaten (Typischerweise um 6‰) ohne Änderung im Chemismus - diese Erhöhung der $\delta^{18}O$ Werte kann mit einer prämetamorphen, hydrothermalen Überprägung eines ehemaligen Ozeanbodens oder einer Überprägung während der retrograden Metamorphose erklärt werden.

Eine retrograde Überprägung aller erbohrten Gesteine dokumentiert sich in der Alteration der mafischen Minerale zu Chlorit und in der äußerst homogenen δD Isotopenzusammensetzung aller lithologischen Einheiten.

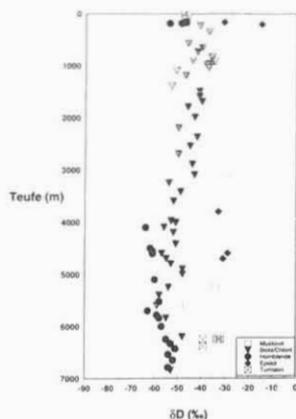


Abb. 2: Teufenprofil von δD verschiedener Minerale.

Abb. 2. zeigt ein Teufenprofil der δD Werte der Minerale Hornblende, Muskovit, Biotit/Chlorit, Epidot und Turmalin. Die δD Werte der Biotit/Chlorit-Mischungen sind gegenüber wenig veränderten primären Hornblendens der Amphibolite und Muskovit der Gneise an Deuterium deutlich angereichert. Epidote und Turmaline, die auf Gängen und Klüften kristallisierten, zeigen ebenfalls hohe δD Werte, die mit dem retrograden Fluid in Verbindung stehen.

Mit abnehmender Temperatur entwickelt sich ein isotopisch leichter werdendes Fluid, was mit einer Fluidentwicklung im geschlossenen System bei kleinen Wasser/Gestein Verhältnissen erklärt werden kann.

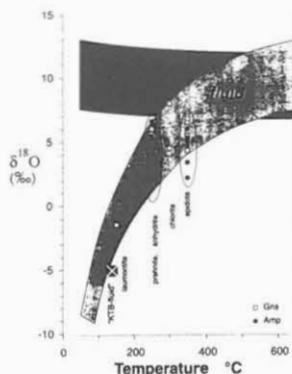


Abb. 3: $\delta^{18}O$ versus Temperatur von Klüftmineralen.

Die Bildungstemperaturen von Klüftmineralen aus der Vorbohrung überspannen einen Bereich von 400° bis \delta^{18}O Entwicklung des mit den Klüftmineralen im Gleichgewicht stehenden Fluids in Abhängigkeit von der Temperatur. Die Isotopenzusammensetzung dieses Fluids wird mit abnehmender Temperatur kontinuierlich isotopisch leichter. Dieser Trend kann mit einer Fluidentwicklung im geschlossenen System bei kleinen Wasser/Gestein Verhältnissen erklärt werden. Dabei wird die $\delta^{18}O$ Zusammensetzung des Fluids vom Gestein gepuffert, so das Klüftminerale im Gneis überwiegend höhere $\delta^{18}O$ Werte zeigen als Klüftminerale, die im Amphibolit anstehen.

SCHLÜßFOLGERUNGEN

1. Größere Variationen der $\delta^{18}O$ Werte der Gesteine der KTB sind prämetamorph angelegt worden.
2. Die ehemaligen Tholeiite wurden in einem Milieu überprägt, das dem rezenter MOR entspricht.
3. Die metasedimentären Gneise wurden aus unterschiedlichen Liefergebieten im marinen Milieu abgelagert.
4. Das während der Metamorphose freigesetzte oder infiltrierte Fluid entwickelt sich während des Uplifts im geschlossenen System bei kleinen Wasser/Gestein Verhältnissen zu leichteren $\delta^{18}O$ und schwereren δD .
5. Die Information über die Herkunft des Fluids ist verlorengegangen.

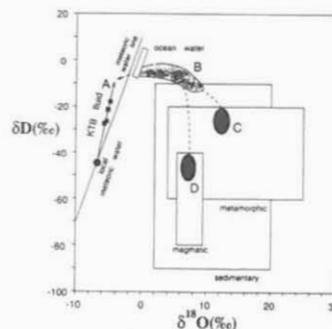


Abb. 4: δD versus $\delta^{18}O$.

Diese Fluidentwicklung scheint ein globales Phänomen für sich im geschlossenen System equilibrierende Krustenfluide zu sein. Abb. 4. zeigt diese Entwicklung, die zu einer Fluidzusammensetzung oberhalb der MWL führt, in einem $\delta^{18}O$ gegen δD Diagramm. Ähnliche Fluidentwicklungen sind aus kristallinen Gesteinen des Kanadischen Schildes und aus sedimentären Becken bekannt.