

# Gasanalytik an Gesteinen der KTB-Hauptbohrung

Naumann, D.<sup>1</sup>, Bach, W.<sup>2</sup> und Erzinger, J.<sup>2</sup>

1: Institut für Geowissenschaften und Lithosphärenforschung, Senckenbergstr. 3, 35390 Gießen  
 2: Geoforschungszentrum Potsdam, Telegrafenberg A50, 14473 Potsdam

### Einleitung und Zielsetzung

Volatile bestimmen eine Vielzahl chemischer und physikalischer Prozesse in der Erdkruste. Der Schwerpunkt unseres Projekts liegt auf der Untersuchung volatiler Bestandteile von Bohrklein- und -kernen der KTB-HB mit Hilfe der Quadrupol-Massenspektrometrie (QMS).

Die bisherigen Ergebnisse lassen Aussagen über die Verteilung volatiler Komponenten in den oberen 7 km der kontinentalen Kruste im Bereich der KTB zu.

Zum Jahreswechsel 1993/94 wurde das QMS in wesentlichen Teilen erneuert und erweitert, um die Empfindlichkeit der Apparatur zu erhöhen (Abb 1). Parallel dazu wurde eine Meßmethode zur Analyse von Gasen in Fluideinschlüssen entwickelt.

### Gerätebeschreibung

Die Apparatur ist aus drei Grundeinheiten zusammengesetzt: dem Massenspektrometer „I“, dem Einlaßsystem für Eichgase „II“ und der Probenentgasungseinheit „III“ (Abb 2).

Im Massenspektrometer (MS) erfolgt die Ionisierung der Gase und die Beschleunigung der Ionen in einer Ionenquelle, die Trennung der Ionen im Quadrupol-Massenfilter und schließlich die Detektion mit einem Sekundärelektronenvervielfacher (SEV).

Das Einlaßsystem dient zur Kalibrierung des MS mit Reingasen und zertifizierten Gasgemischen. Andererseits können damit auch unbekannte Gasgemische dem MS zugeführt werden.

In der Probenentgasungseinheit werden die Gase aus dem Gestein extrahiert. Dies kann auf zwei verschiedenen Wegen geschehen: (1) Mit einem „Squeezer“ werden einige Mineralkörner zerdrückt und so die Gase aus Fluideinschlüssen freigesetzt. (2) Probensplit mit Korngrößen zwischen 0,63 und 1,0 mm wird im Hochvakuum wahlweise mit einem Rohrenwiderstandsofen oder einem Induktionsofen zum Aufschmelzen gebracht. Mit einer Kühlfalle werden die freigesetzten Gase bei -196 °C in eine ausfrierbare und eine nicht-ausfrierbare Fraktion (s.u.) getrennt.

### Ergebnisse

In Abbildung 3 sind die Gasgehalte in Gesteinen der KTB-HB gegen die Tiefe aufgetragen. Im oberen, von Paragneisen dominierten Bereich der Bohrung sind die Gasgehalte stark variabel und vor allem durch hohe N<sub>2</sub>-Konzentrationen gekennzeichnet. Unterhalb von etwa 3200 m ist die Lithologie durch Amphibolite mit nur gelegentlichen Einschaltungen von Gneisen charakterisiert. In diesem Bereich sind die Gasgehalte in den Gesteinen generell geringer. N<sub>2</sub>- und Ar-Konzentrationen sind in den Amphiboliten und damit im unteren Bereich der Bohrung niedrig. Dagegen nehmen die He-Gehalte innerhalb der Amphibolite mit der Tiefe leicht zu. Die He/Ar-Verhältnisse sind in den Amphiboliten des unteren Teufenbereichs deutlich höher und die N<sub>2</sub>/He-Verhältnisse niedriger als in den Gneisen. Diese Unterschiede zwischen Amphiboliten und Gneisen sind im oberen Teufenabschnitt weniger stark ausgeprägt.

Die He/Ar-Verhältnisse im unteren Teufenabschnitt entsprechen etwa dem radiogenen Verhältnis von 5,5, das sich aus den mittleren U-, Th- und K-Gehalten ergibt. Die berechneten Flußraten liegen für He zwischen 1 x 10<sup>10</sup> und 4 x 10<sup>10</sup> Atome/m<sup>2</sup>s und für Ar zwischen 2 x 10<sup>9</sup> und 4 x 10<sup>9</sup> Atome/m<sup>2</sup>s. Dies sind typische Werte für die kontinentale Kruste und entsprechen theoretischen Abschätzungen anderer Autoren. Die Amphibolite haben die Fähigkeit, radiogenes He zu einem bemerkenswert hohen Anteil (ca. 15%) zu fixieren, während die Gneise hinsichtlich He zu fast 100% entgast sind. Dies bedeutet, daß die Flußraten auch stark vom Gesteinstyp abhängig sein können.

Semi-quantitative Analysen der Gase in Fluideinschlüssen sind durch mechanisches Zertrümmern der Proben in einem „Squeezer“ möglich. Erste Messungen wurden an ausgewählten Mobilisatquarzen aus der KTB-HB durchgeführt. Ein typischer Massenscan ist in Abbildung 4 dargestellt. Abbildung 4a zeigt das Spektrum der nicht-ausfrierbaren Gase (N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Ar, CH<sub>4</sub>). Das „Restgas“, also die ausfrierbare Fraktion (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, u.a.), wird in einem zweiten Schritt dem MS zugeführt und analysiert (Abb 4b). Das hier gezeigte Beispiel ist repräsentativ für die bisher gemessenen Quarze der KTB-HB, die alle hinsichtlich ihrer Gaszusammensetzung CO<sub>2</sub>-dominiert sind und nur untergeordnet N<sub>2</sub> und kein CH<sub>4</sub> enthalten.

Bis zum Abschluß des Projekts ist vorgesehen, die Beprobungsdichte im bereits erbotenen Profil zu erhöhen und außerdem verstärkt die Gaszusammensetzung von Fluideinschlüssen zu bestimmen.

Abb. 2: Prinzipskizze der Gasanalyseapparatur mit Quadrupol-Massenspektrometer

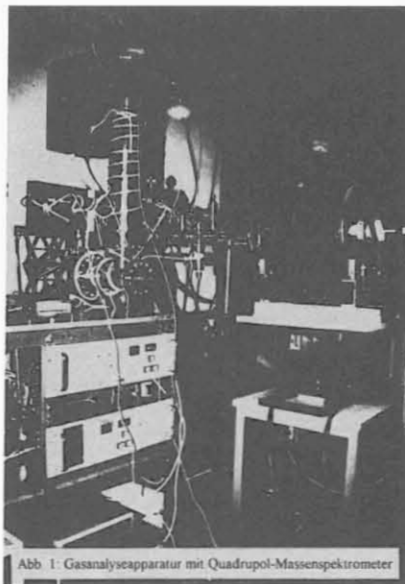
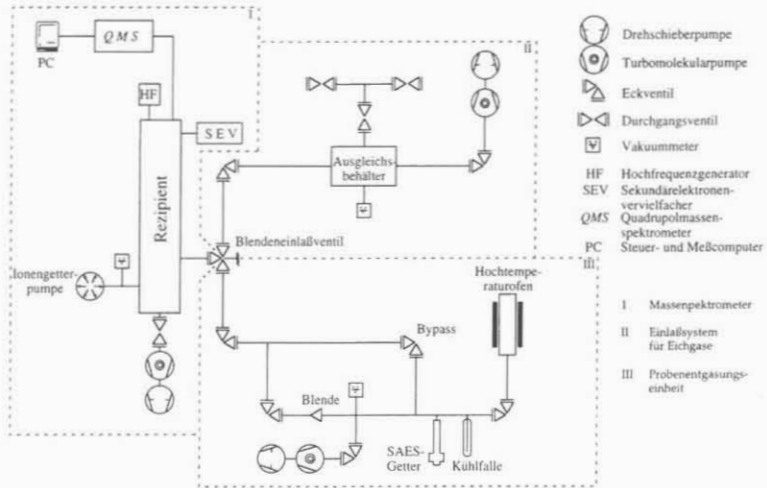


Abb 1: Gasanalyseapparatur mit Quadrupol-Massenspektrometer

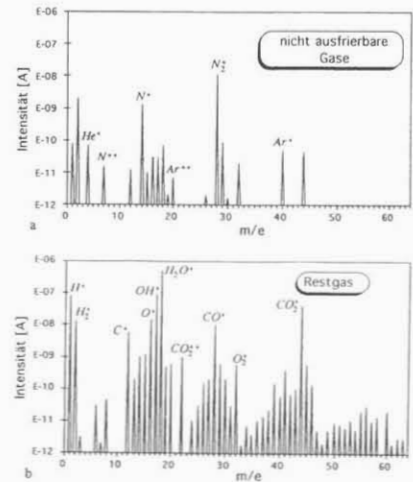


Abb 4: Verteilungsmuster der Gase aus Fluideinschlüssen eines Mobilisatquarzes (H008 C27) aus der KTB-HB (Extraktion mit der Squeezer-Methode)

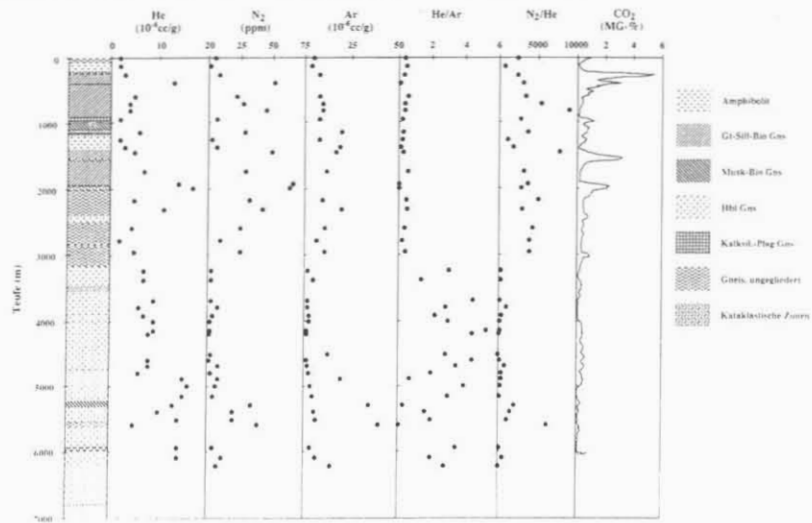


Abb 3: Tiefenverteilung von He, Ar, N<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> in Gesteinen der KTB-HB (CO<sub>2</sub> von KTB-FL)