

Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland Gasanalytik an Mineralen, Gesteinen und Bohrkernen Samel, Figgemeier, Erzinger (Gießen)

Eine Interpretation der gasanalytischen Meßdaten von der KTB-Bohrung und eine anschließende Massenbilanzierung setzen voraus, daß die Gasgehalte der erbohrten Gesteine bekannt sind (Erzinger et al., in diesem Posterband). Da die KTB-Hauptbohrung nur teilweise gekernt wird, ist die Analyse der Bohrspülung oftmals die einzige Möglichkeit Hinweise über den Gasgehalt des Gebirges zu erhalten. Das Hauptziel unserer Arbeiten ist, die Ergebnisse der Spülungsanalytik mit den Gasgehalten des Gebirges korrelieren zu können.

Um Hinweise über die Fluidzusammensetzung in den Klüften und des Intergranularfilms zu erhalten, wird die Gasphase aus ganzen Bohrkernstücken im Vakuum extrahiert. Neben der chemischen Zusammensetzung der Gase lassen sich aus diesen Untersuchungen auch Aussagen über die Permeabilität und Porosität der Gesteine ableiten. Für diese Versuche wurde die in Abb.1 skizzierte Meßeinrichtung zusammengestellt. Die bei 100°C getrockneten Bohrkernstücke werden in einem Kernentgasungszyylinder bei 95°C entgast. Die Gasphase entspannt dabei in zwei evakuierte Ausgleichsbehälter. Der Druckanstieg wird mit einem gasartunabhängigen Drucksensor gemessen und aufgezeichnet. Die Zusammensetzung läßt sich anschließend massenspektrometrisch analysieren. Nach jeder Druckequilibrierung wird dieser Meßvorgang wiederholt.

In Abb.2 wurde für verschiedene Proben der Druckanstieg gegen die Zeit aufgetragen. Mit Hilfe dieser Daten läßt sich der freigesetzte Gesamtgasgehalt ermitteln, der größenordnungsmäßig mit der Porosität der Gesteine positiv korreliert.

Der p-t-Kurvenverlauf gibt Hinweise auf die Art der Wegsamkeiten und der Permeabilität. Für eine rechnerische Auswertung der Kurven fehlen weitere gesteinsphysikalische Daten, die z.Zt. noch nicht zur Verfügung stehen.

In Tab.1 sind die Zusammensetzungen der extrahierten Gasphasen für zwei Proben mit mehreren Entgasungszyklen zusammengefaßt. Wasser ist die häufigste Komponente, so daß die restlichen Gase "wasserfrei" gerechnet wurden. Eine "Luftzusammensetzung" der extrahierten Gasphase kann ausgeschlossen werden. Die chemische Zusammensetzung der Gase wird vielmehr durch das unterschiedliche Adsorptionsverhalten an Klüfflächen und von Kapillaritätseffekten kontrolliert. Teilweise setzt eine Dehydratisierung einzelner Minerale ein. Für weitere Interpretationen fehlen noch Basisdaten.

Die Gasgehalte in gesteinsbildenden Mineralen und Metamorphiten wurden durch thermische Gasextraktion (bei 1400°C) im Hochvakuum gewonnen und anschließend massenspektrometrisch bestimmt (Erzinger et al., KTB-Posterband 1986).

In den Tabellen 2 und 3 sind die Gasgehalte einiger reiner Mineralphasen und Metamorphite aufgeführt. Neben H₂O und CO₂ wurden N₂, Ar und He bestimmt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- N₂ und Ar werden bevorzugt in Muskowit, Chlorit und chloritisiertem Biotit eingebaut; erhöhte He-Gehalte zeigen sich in Muskowit, chl. Biotit und Albit.
- Die Gasgehalte in den Gesteinen lassen sich mit der jeweiligen Mineralzusammensetzung korrelieren.

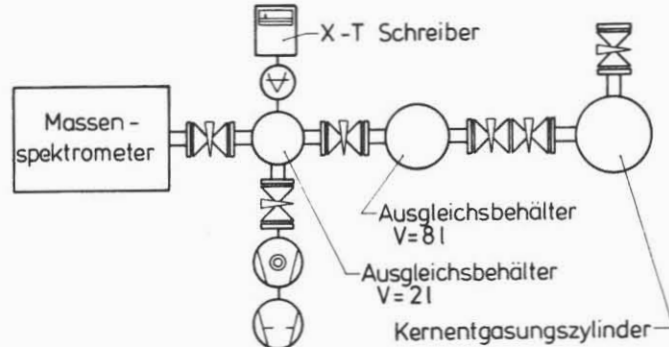
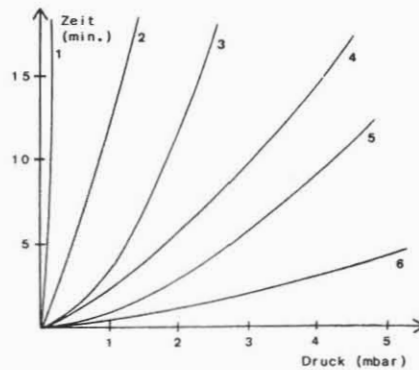


Abb.1: Meßeinrichtung zur Bohrkernentgasung



	Teufe m	Porosität %	Gasgehalt ml/kg h	
1)	Hechtsberg 1	131.8	0.7	5.3
2)	Moosengrund 3	236.4	-	36.7
3)	Schönmatt 2	66.7	1.8	70.0
4)	Moosengrund 3	41.7	2.1	-
5)	Schönmatt 2	78.5	2.1	89.0
6)	Ettersbach 5	119.4	-	138.0

Abb.2: P-t Gasextraktionskurven einiger Bohrkernstücke

Tab.1: Gaszusammensetzung von Bohrkernen

Messung	Kern 1			Kern 2		
	1	2	3	1	2	3
N ₂	36.4	32.4	29.3	75.4	60.1	56.7
O ₂	8.41	9.19	8.93	10.6	5.43	6.11
CO ₂	54.7	57.8	61.1	12.0	29.2	32.9
SO ₂	-	-	-	0.90	4.32	3.71
Ar	0.50	0.56	0.11	1.09	0.94	0.53
He	238	215	204	-	-	-
H ₂ O	99.6	99.5	99.3	97.7	97.9	98.5

Angaben in Vol.-% (wasserfrei)
He-Gehalt in ppm

Tab.2: H₂O, CO₂, N₂, Ar und He in gesteinsbildenden Mineralen

Mineral	H ₂ O %	CO ₂ %	N ₂ ppm	Ar ppm	He*10 ⁻⁶ cm ³ /g	Mineral	H ₂ O %	CO ₂ %	N ₂ ppm	Ar ppm	He*10 ⁻⁶ cm ³ /g
Quarz (Gangmin.)	0.04	0.05	2	1	2	chl. Biotit (Gneis)	4.50	0.70	340	10	68
Kalifeldspat (Gneis)	0.61	0.09	58	3	14	Chlorit (Schiefer)	8.16	0.02	30	13	7
Plagioklas (Pegmatit)	0.12	0.09	5	1	66	Aktinolit (Schiefer)	2.64	0.19	30	10	16
Muskowit (Pegmatit)	6.34	1.15	870	357	100	Pyroxen (Ultraschist)	0.53	0.02	5	1	3
Biotit (Orthogneis)	3.23	0.51	16	9	12						

Tab.3: H₂O, CO₂, N₂, Ar und He in Metamorphiten der Forschungsbohrung Kirchzarten 3

Teufe m	H ₂ O %	CO ₂ %	N ₂ ppm	Ar ppm	He*10 ⁻⁶ cm ³ /g	Orz %	Plg %	Kfs %	Chl %	Mus %	Bio %
1) 451.8	4.30	0.25	205	31	370	16	-	9	22	55	-
2) 462.3	2.47	1.20	42	9	11	85	-	-	15	-	-
3) 477.0	3.57	1.07	68	8	48	50	12	-	17	21	-
4) 492.3	1.54	0.94	57	6	6	71	30	-	-	-	-
5) 536.3	3.41	0.62	56	8	25	39	20	-	33	-	8
6) 546.6	1.02	0.38	26	3	5	50	41	-	9	-	-
7) 678.4	3.50	0.25	53	9	6	39	32	-	22	7	-
8) 992.4	2.70	0.76	139	9	15	46	35	-	19	9	-
9) 1634.0 (Urach)	1.94	0.37	220	1	1190	21	56	-	3	-	19