

I.

# Kontaminationsfreie Bohrspülungsentgasung

KTB Report	90-2	I1-I10	9 Abb.	Hannover 1990
------------	------	--------	--------	---------------

**I. Kontaminationsfreie Bohrspülungsentgasung**

**H.-J. Heinschild \*)**

Inhaltsverzeichnis:		Seite
I.1	Einleitung.....	I 2
I.2	Ergebnisse.....	I 3
I.3	Bewertung.....	I 5
I.4	Schriftenverzeichnis.....	I 10
I.5	Danksagung.....	I 10

\*) Anschrift des Autors:  
KTB Feldlabor  
8486 Windischeschenbach

## I. Kontaminationsfreie Bohrspülungsentgasung

### I.1 Einleitung

Die in der Bohrspülung gelösten Gase wurden in der KTB Vorbohrung ab einer Bohrlochtiefe von ca. 1000 m kontinuierlich mit einer Gasfalle (Quirlentgaser) der Firma GEO-data aus der Bohrspülung freigesetzt und massenspektrometrisch analysiert (vgl. z.B. HOMANN et al. 1988). Mit dieser Gasfalle ist jedoch eine Quantifizierung der in der Bohrspülung gelösten Gasmenge nicht möglich, da insbesondere bei geringen Gasgehalten in der Bohrspülung Fremdluft mitangesaugt wird.

Neben dieser "konventionellen" Gasfalle wurde während der KTB Vorbohrung ein luftkontaminationsfrei arbeitendes Spülungsseparator-System im Bypass erprobt und erstmals im Routinebetrieb eingesetzt. Mit diesem Bypass-Degasser der Fa. NL International Inc. von der ARGE KTB-Mud-Logging ist erstmalig eine Quantifizierung der in der Bohrspülung gelösten bzw. freigesetzten Gase möglich.

In diesem Report werden nur die Ergebnisse, die während der Testläufe des Bypass-Degassers erzielt wurden, vorgestellt. Die Beschreibung des Bypass-Degassers mit sämtlichen Erläuterungen zur Arbeitsweise und den technischen Problemen bei der Realisierung des Projektes ist Bestandteil eines gesonderten Berichtes.

Der für die KTB Vorbohrung verwendete Spülungskreislauf mit der Anbindung des Bypass-Degassers und der Gasfalle ist aus Abb. I.1 dargestellt.

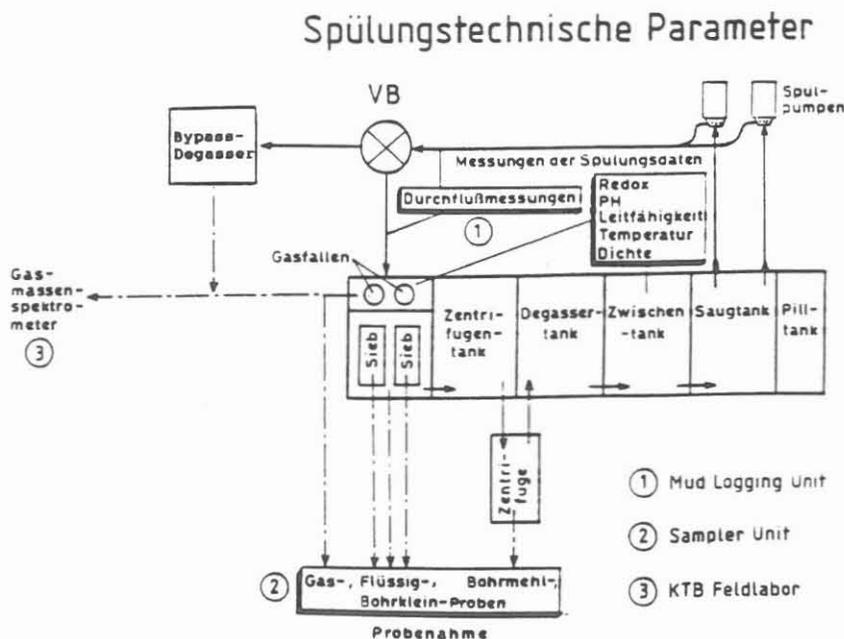


Abb.I.1: Schema des Spülungskreislaufes

## I.2 Ergebnisse

Nach langwierigen und umfangreichen Konstruktionsarbeiten wurde während eines ersten Degasser-Testlaufes (Dez. 1988) ein Gasgemisch zur Bohrspülung dotiert, um die Funktionstüchtigkeit und Effizienz des Bypass-Degassers zu testen. In der nachfolgenden Tabelle I.1 sind die Zusammensetzung des Dotiergases und die durch den Bypass-Degasser freigesetzte Gasphase aufgeführt. Die gemessenen Sauerstoffgehalte wurden als Luft (Hinweis auf Undichtigkeiten und/oder eventuell in der Bohrspülung gelöste Luft) definiert, so daß diese Stickstoffgehalte um diesen Betrag korrigiert worden sind.

Tabelle I.1: Zusammensetzung des Dotiergases vor der Zuführung in die Bohrspülung und die prozentuale Wiederfindung nach der Entgasung aus der Bohrspülung

	Dotiergas		Wiederfindung in %
Stickstoff	99.75	45.9	46
Sauerstoff	0.05	-	-
Kohlendioxid	0.05	0.009	17
Wasserstoff	0.05	0.029	57
Methan	0.05	0.013	26
Helium	0.05	0.031	61

Die Zusammensetzung der aus der Bohrspülung mit dem Bypass-Degasser freigesetzten Gasphase entspricht nicht der Zusammensetzung der Gasphase des Dotiergases, das der Bohrspülung zugesetzt wurde. Es ist anzunehmen, daß die unterschiedliche Löslichkeit der einzelnen Gase in der Bohrspülung (pH der Bohrspülung  $\approx 10$ ) deren Freisetzung mit dem Bypass-Degasser hauptsächlich beeinflußt.

Nach MESSER GRIESHEIM (1982) nimmt die Löslichkeit der gemessenen Gase in Wasser bei 10°C in folgender Reihe ab:

Helium < Stickstoff < Wasserstoff < Methan < Kohlendioxid

Im Rahmen eines zweiten Testlaufes konnte im März 1989 nach weiteren Optimierungsarbeiten der Bypass-Degasser erstmals während des Bohrbetriebs, also unter realen Bohrbedingungen, getestet werden. Zu dieser Zeit wurde der Bohrlochabschnitt der KTB VB1b mit dem Rotary-Bohrverfahren von 3860 auf 3936 m vertieft.

Parallel zum Einsatz des Bypass-Degassers war weiterhin eine konventionelle Gasfalle im Betrieb, so daß beide freigesetzten Gasphasen kontinuierlich analysiert und verglichen werden konnten.

Beim Vergleich der Meßergebnisse muß berücksichtigt werden, daß die Gasfalle, wenn sie weniger als 5 l Gas/Stunde aus der Bohrspülung freisetzen konnte, Fremdluft ansaugte, während beim Degasser systemgesteuert Argon zugegeben wurde. In Abb.I.2 sind die Methangehalte der Bohrspülung, die mit unterschiedlichen Methoden freigesetzt wurden, dargestellt. Die Methangehalte der Gasphasen sind sowohl bei der konventionellen Gasfalle als auch beim Degasser nicht auf den Fremdluftanteil bzw. zugegebene Argonmenge korrigiert. Die Korrelation der Ergebnisse der unterschiedlichen Gasfreisetzungsmethoden zeigt Abb.I.3.

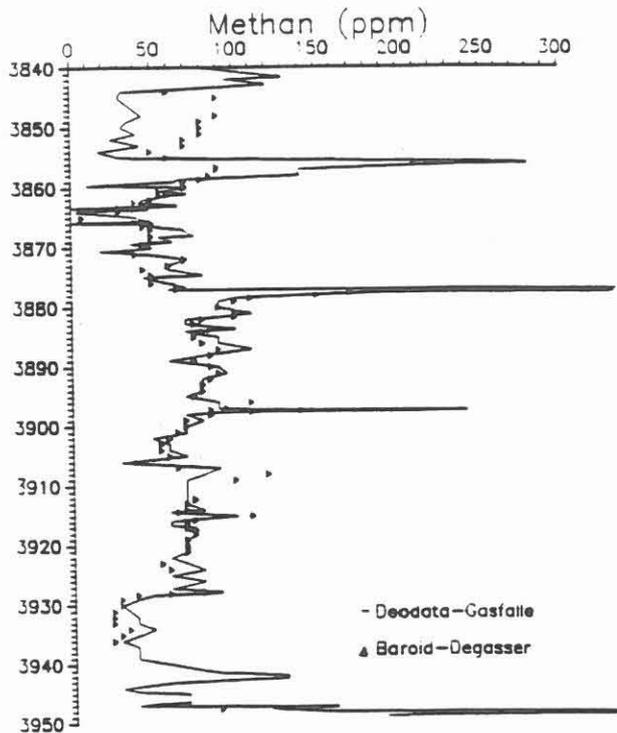


Abb.I.2: Vergleich der Methangehalte zwischen Gasfalle und Bypass-Degasser

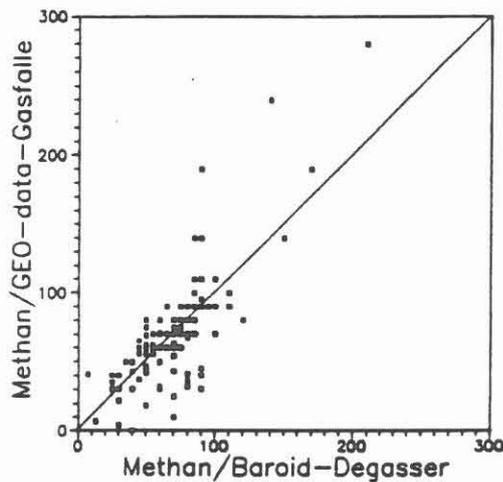


Abb.I.3: Korrelation der Methangehalte

Es ergibt sich eine relativ gute Korrelation. Unterschiede können aufgrund der unterschiedlichen Konfiguration der beiden verwendeten Gasfreisetzungsmethoden erklärt werden.

### I.3 Bewertung

Sowohl mit der Gasfalle in der Spülungsrinne als auch mit dem Bypass-Degasser sind Gasanreicherungen in der Bohrspülung nachweisbar. In den Abbildungen I.4 bis I.6 sind die Gehalte für Methan, Helium und Sauerstoff für beide Entgasungsverfahren sowie die freigesetzte Totalgasmenge, die unter den gegebenen Bedingungen gewonnen wurde, für den Testlauf vom März 1989 dargestellt.

Beim Vergleich der Methan- und Heliumgehalte fallen die z.T. stark schwankenden Meßwerte für den Degasser im Vergleich zum Quirlentgaser auf, die durch technische Probleme bei diesem Degasser-Prototyp verursacht wurden und in einem gesonderten Bericht behandelt werden.

Außerdem sind die Gaspeaks der Gasphase, die durch eine Entgasung der Bohrspülung mit dem Bypass-Degasser freigesetzt wurde, breiter. Dies könnte durch eine längere Verweilzeit der Bohrspülung im Degasser sowie durch das größere Volumen (Gasraum) über der Bohrspülung im Degassertank verursacht werden.

Die um den Faktor 2 höheren Sauerstoff-Gehalte bei der "Gasfallen-Messung" verdeutlichen, daß die Gasfalle Fremdluft mitangesaugt haben muß, was bei der on line-Analyse zu geringeren Methangehalten führt (vgl. Abb.I.4).

Anhand Abb.I.7 kann gezeigt werden, daß die freigesetzte Gasmenge etwa 5 l Gas/m<sup>3</sup>-Bohrspülung betrug. Da während der Testphase am Bypass-Degasser aber Undichtigkeiten auftraten, ist dieser Wert wahrscheinlich noch zu hoch. Wird nämlich nur der Teufenbereich berücksichtigt, in dem kein Sauerstoff in der freigesetzten Gasphase nachgewiesen werden konnte, variieren die Werte zwischen 2 - 4 l Gas/m<sup>3</sup>-Spülung.

Für den Teufenbereich (3868 - 3879 m), in dem Sauerstoff nicht in der Gasphase nachgewiesen werden und damit eine System-Undichtigkeit (Luft) ausgeschlossen werden konnte, wird eine Korrelation der Resultate mit einigen Degasserparametern versucht.

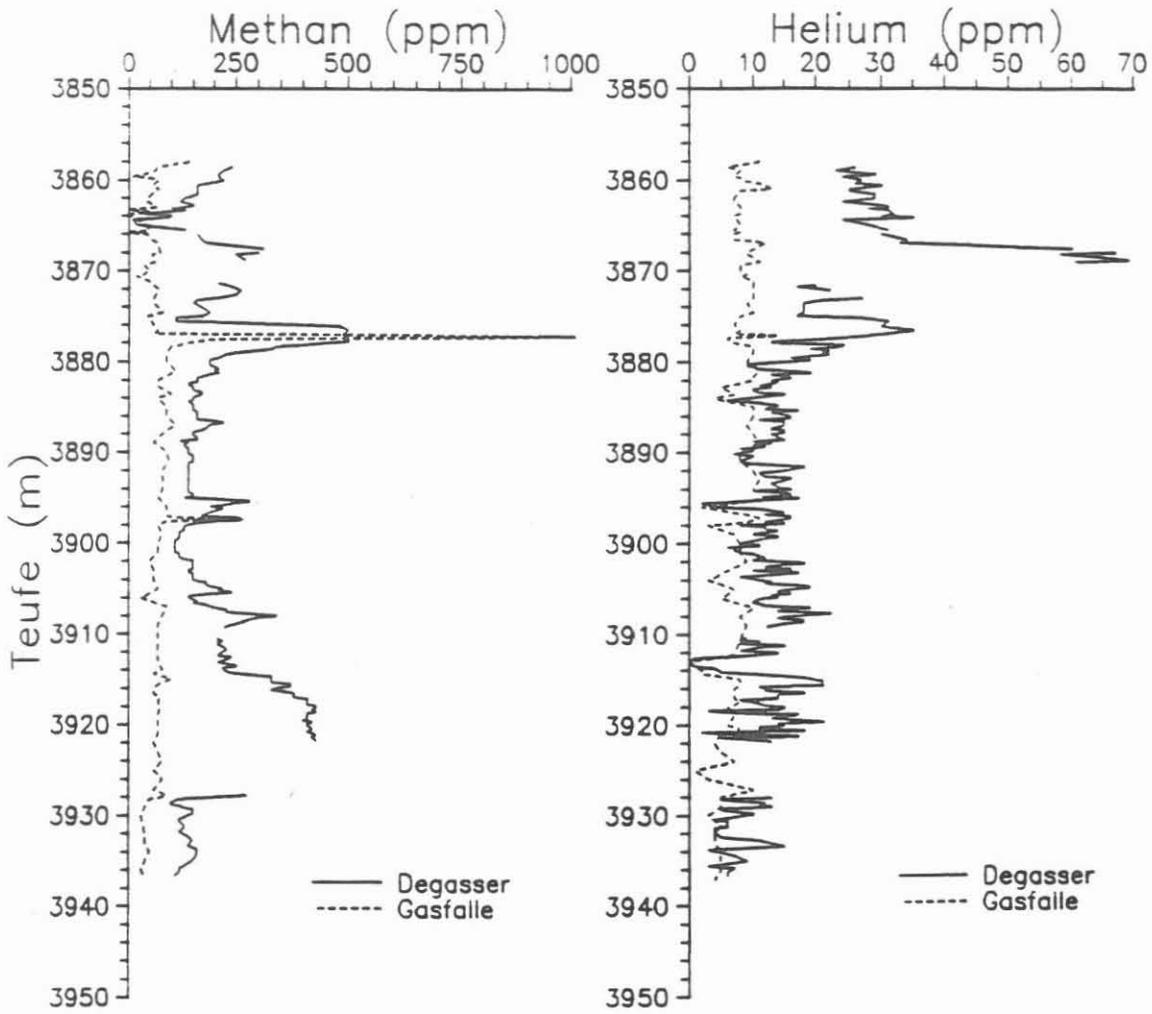


Abb.I.4 und I.5: Vergleich der Meßergebnisse der "Gasfallen-Gasphase" für Methan und Helium mit den um der zudotierten Argonmenge korrigierten Werten der "Bypass-Degasser-Gasphase"

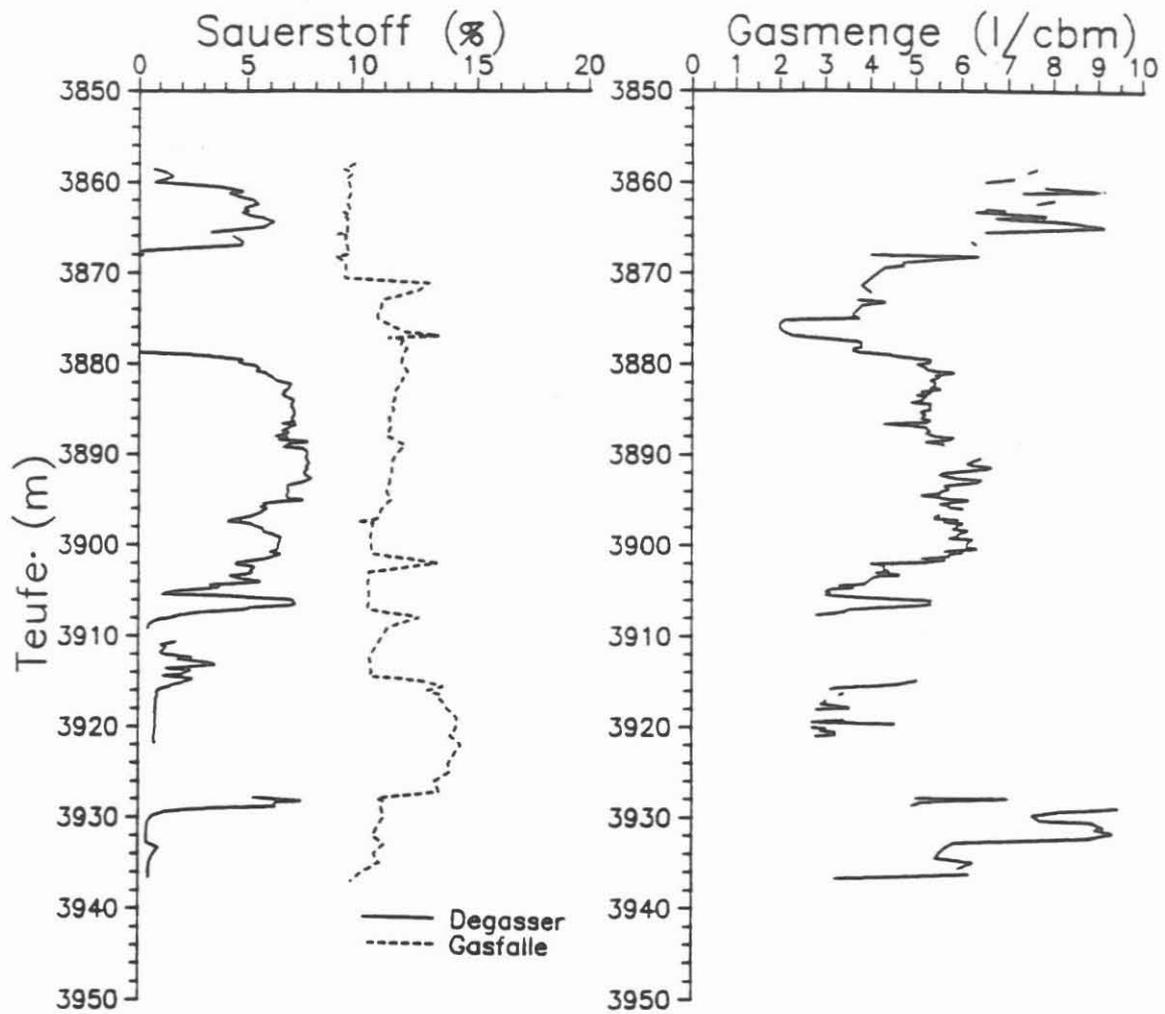


Abb.I.6 und I.7: Sauerstoffgehalte der freigesetzten Gasphase sowie die insgesamt freigesetzte Gasmenge in 1 Gas/m<sup>3</sup>-Spülung

In Abb.I.8 ist die Abhängigkeit der Zusammensetzung der freigesetzten Gase sowie der Totalgasmenge von der Bohrspülungstemperatur dargestellt.

Es kann keine eindeutige Abhängigkeit zwischen der Freisetzung von gelösten Gasen und der Temperatur im Bereich zwischen 28 und 37 °C festgestellt werden. Die freigesetzte Gasmenge bleibt in diesem Temperaturintervall relativ konstant; die Zunahme der freigesetzten Heliummenge mit der Temperatur wird wahrscheinlich durch höhere Heliumgehalte in

dem durchteuften Gestein verursacht.

Abb.I.9 zeigt die Korrelation der freigesetzten Gase bzw. des zugegebenen Argons mit dem Druck im Degassertank.

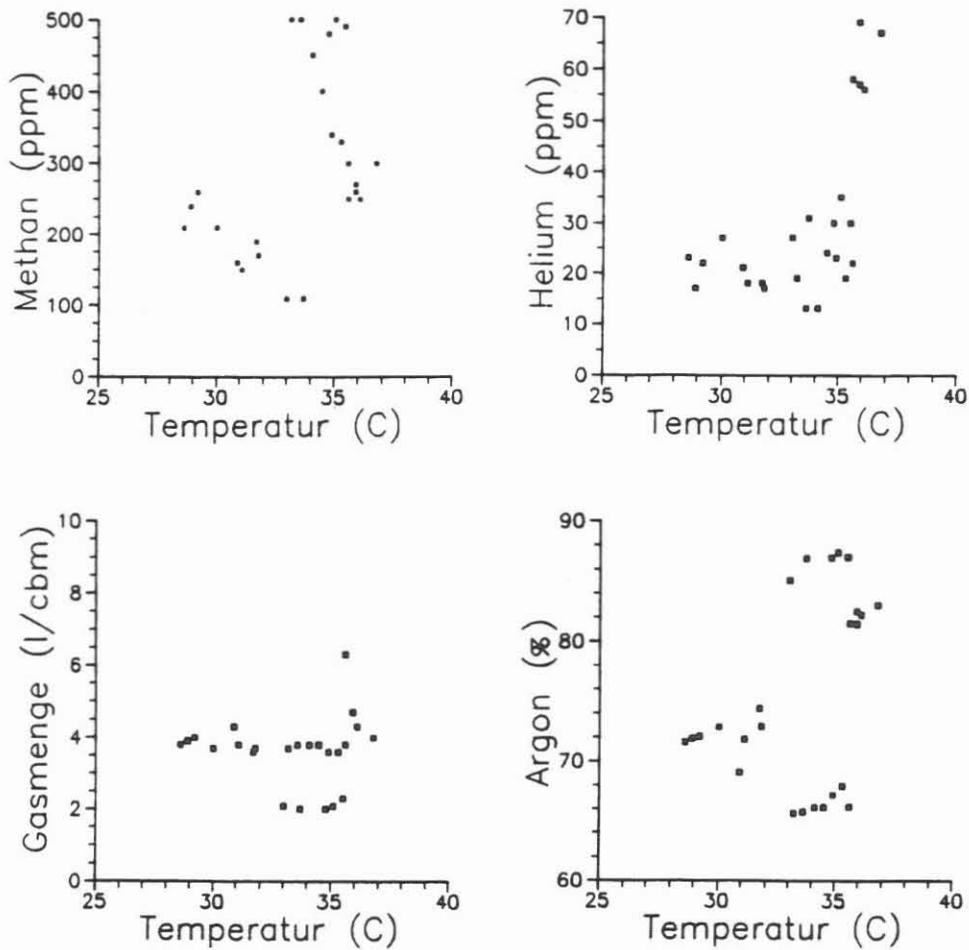


Abb.I.8: Korrelation zwischen Bohrspülungstemperatur und Methan, Helium, Argon sowie Gasmenge (ohne Argon)

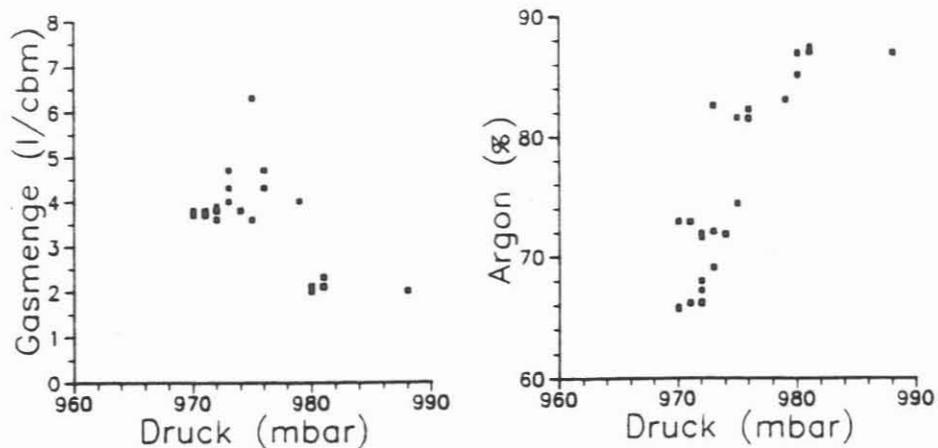


Abb.I.9: Korrelation des Drucks im Degassertank mit der freigesetzten Gasmenge (l Gas/m<sup>3</sup>-Spülung bzw. zudo-  
tiertem Argon)

Der zu beobachtende Trend, daß mit abnehmendem Druck die freigesetzte Gasmenge zunimmt bzw. die Dotiergasmenge abnimmt, wird durch die Konfiguration des Degassers verursacht. Bei einem Druckabfall unter 970 mbar wird Argon zugegeben. Hierbei kann der Druck so schnell ansteigen, daß die Druckobergrenze erreicht ist und "überschüssiges" Gas abgepumpt werden muß. Demnach sind bei hohen Drucken hohe Argongehalte in der Gasphase nachweisbar und die freigesetzte Gasmenge ist dann geringer (Verdünnungseffekte).

Zusammenfassend ist nach den vorliegenden ersten Messungen festzuhalten, daß erstmals eine kontinuierliche Quantifizierung der in der Bohrspülung gelösten Gase über etwa 14 Tage durchgeführt werden konnte.

Wegen verschiedener technischer Probleme war es jedoch nicht möglich, einen Dauerbetrieb des Bypass-Degassers für die Routineuntersuchungen einzurichten.

Das Konzept der kontaminationsfreien Bohrspülungsentgasung sowie der Registrierung der Parameter, wie z.B. Bohrspülungs- und Gasmengen, sollte aufgrund der positiven Erfahrungen weiter verfolgt werden, da sonst keine Bilanzierung der aus dem Gebirge ins Bohrloch zutretenden gasförmigen Fluide möglich ist.

#### I.4 Schriftenverzeichnis

HOMANN, K.D., HEINSCHILD, H.J., STROH, A. & TAPPER M. (1988):  
Tiefbohrung KTB-Oberpfalz VB, Ergebnisse der  
geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-  
Feldlabor (Windischeschenbach), Teufenbereich von  
1530 bis 1998 m. - In: EMMERMANN, R., DIETRICH,  
H.G., HEINISCH, M. WÖHRL, T. (Hrsg.): KTB-Report  
88-9: C1-C88, Hannover.

MESSER GRIESHEIM (1982): Gasehandbuch, Düsseldorf 1982

#### I.5 Danksagung

Besonders gedankt sei Herrn H. Kamm für seinen unermüdlichen Einsatz bei der Bewältigung ungezählter technischer Probleme in der Vor- und Testphase des Degassers in Zusammenarbeit mit der ARGE MUD LOGGING.

Herrn Dr. J. Erzinger vom Institut für Geowissenschaften und Lithosphärenforschung in Gießen sei an dieser Stelle für sein Engagement bei der Realisierung eines kontaminationsfrei arbeitenden Bohrspülungsentsgasungssystems und für seine fortwährende Diskussionsbereitschaft gedankt.