

F.

KTB Oberpfalz VB –
Ermittlung der Dispersion von
Feststoff im Spülungsstrom

A. Stroh
Th. Wöhrl

KTB Report	89-4	F 1-F 9	5 Abb.	Hannover 1989
------------	------	---------	--------	---------------

Tiefbohrung KTB-Oberpfalz VB, Ergebnisse der geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-Feldlabor

F. Ermittlung der Dispersion von Feststoff im Spülungsstrom

A. Stroh und Th. Wöhrl*)

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
F.1	Einleitung und Zielsetzung.....F	2
F.2	Versuchsdurchführung.....F	4
F.3	Ergebnisse.....F	6
F.4	Diskussion.....F	8
F.5	Weiteres Vorgehen.....F	9
F.6	Literaturverzeichnis.....F	10

*) Anschrift der Verfasser:

Dr. A. Stroh
KTB-Feldlabor
8486 Windischeschenbach

Th. Wöhrl (NKTB)
KTB-Feldlabor
8486 Windischeschenbach

F.1 Einleitung und Zielsetzung

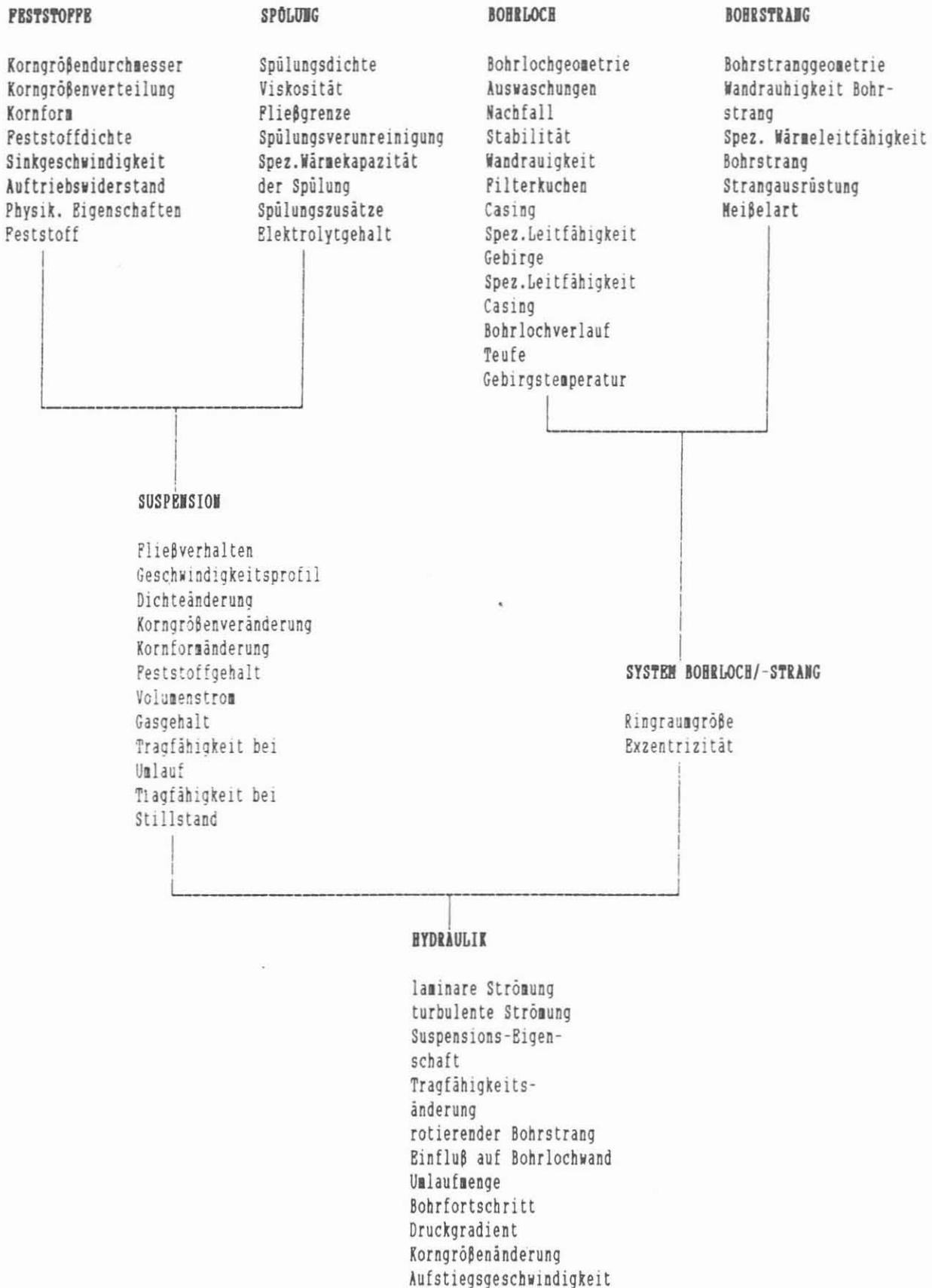
Da in der Hauptbohrung über weite Strecken keine Kerne gewonnen werden können, muß durch verschiedene Versuche geklärt werden, inwieweit ein aussagefähiges lithostratigraphisches Profil an Hand von Bohrkleinuntersuchungen (Cuttings und/oder Bohrmehl) aufgestellt werden kann. In der KTB-VB wurde erstmals bei einer Tiefbohrung eine kontinuierliche Untersuchung von Bohrklein in einem Analysenabstand von 1-2 Metern durchgeführt. Als Untersuchungsmaterial wird Bohrmehl benutzt, das durch eine Zentrifuge aus dem zirkulierenden Spülungsstrom ausgeschieden wird. Bestimmt werden Haupt- und Spurenelementchemismus mittels RFA sowie der quantitative Mineralbestand mit Röntgenpulverdiffraktometrie (RDA). Ein aus diesen Ergebnissen aufgestelltes "Bohrmehlprofil" ist zusammen mit dem lithostratigraphischen Kernprofil in Kap. C (Abb.C.3.2.3) dargestellt.

Generell wird das an der Oberfläche gewonnene Feststoff- und Zentrifugenmaterial als Informationsträger von den verschiedensten Parametern mehr oder weniger stark beeinflusst (vgl. Tab. F.1.1).

Als einziger Parameter konnte bisher die Korngrößenverteilung des Bohrmehls an verschiedenen Gesteinstypen (Gneise und Amphibolite) unter Berücksichtigung des eingesetzten Bohrwerkzeuges (Diamantbohrkrone oder Rollenmeißel) bestimmt werden. Ein Beispiel ist in Abb. F.1.1 dargestellt (vgl. auch STROH et al., 1989).

In einem ersten Versuch sollte nun der integrale Effekt der in Tab. F.1.1 aufgeführten Parameter auf die Dispersion von Feststoffen im Spülungsstrom bis hin zur Zentrifuge (Probenahme) bestimmt werden. Dabei können erste wichtige Erkenntnisse über die tatsächliche Aussagekraft von Bohrmehlproben, deren lithologisches Auflösungsvermögen und die Genauigkeit der teufenmäßigen Zuordnung gewonnen werden. Eine Spülungspille mit definiertem Mineralgehalt sollte hierbei eine zu durchteufende lithologische Einheit simulieren.

Tab. F.1.1: Den Feststoffaustrag beeinflussende Parameter
(nach: WOLFF, 1987)



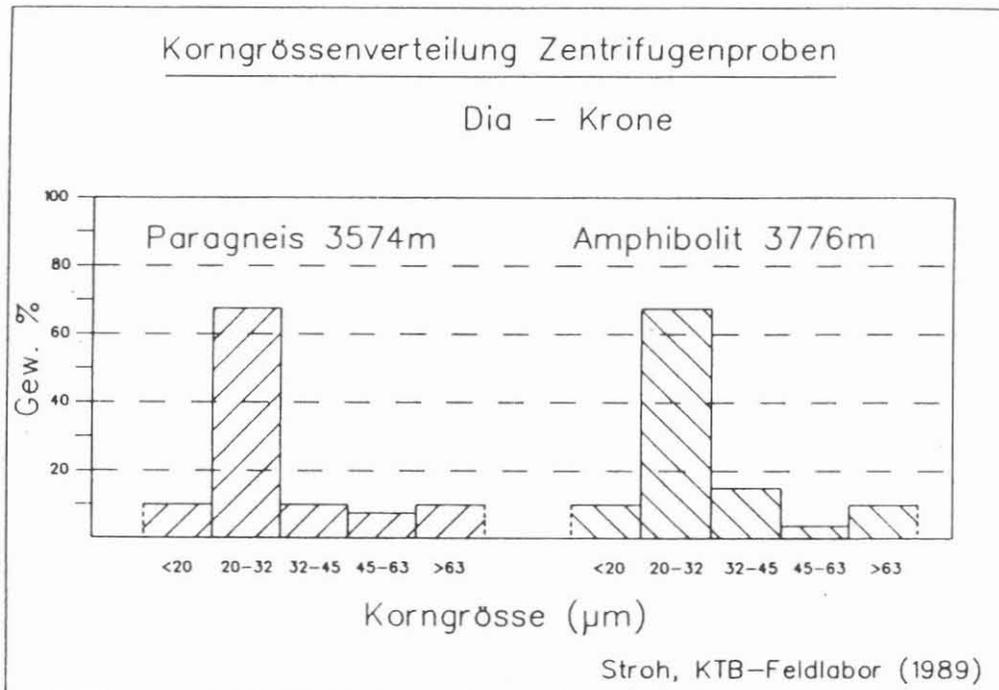


Abb. F.1.1: Korngrößenverteilung von Bohrmehl

F.2 Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde am 21.03.1989 durchgeführt. Die technischen Daten sind in der folgenden Tabelle Tab.F.2.1 zusammengefaßt.

Tab. F.2.1: Versuchsbedingungen

Teufe bei Testbeginn	3896.3 m
Pumprate	703 l/min
Spülungsumlaufvolumen (Arbeitsbühne - Schüttelsieb)	7540 Hübe Pille = 2 m ³
Bohrwerkzeug	Rotary-Garnitur m. Turbine und Rollenmeißel
Bohrfortschritt	0.7 m/h

Insgesamt wurden 2 m³ Spülung im Pilltank (vgl. Abb.F.2.1.) mit 20 kg Cristobalitmehl versetzt und als Spülungssäule in das Spülungssystem eingeleitet. Der Spülungskreislauf vor Ort ist in Abb.F.2.1 dargestellt. Der Korngrößenbereich betrug 15 - 125 µm (vgl. Abb.F.2.2) und war so gewählt, daß einerseits die Schüttelsiebe den Mineralstoff ungehindert passieren ließen, andererseits aber die Zentrifugen ein vollständiges Ausscheiden garantierten.

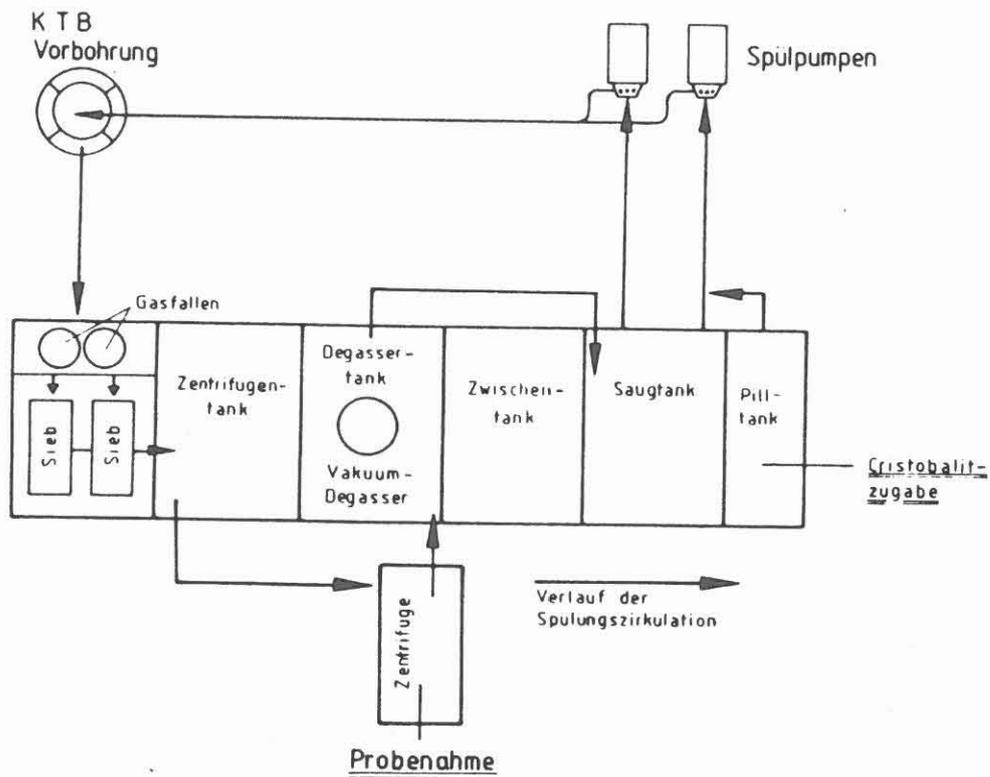


Abb. F.2.1: Spülungskreislauf KTB Oberpfalz VB

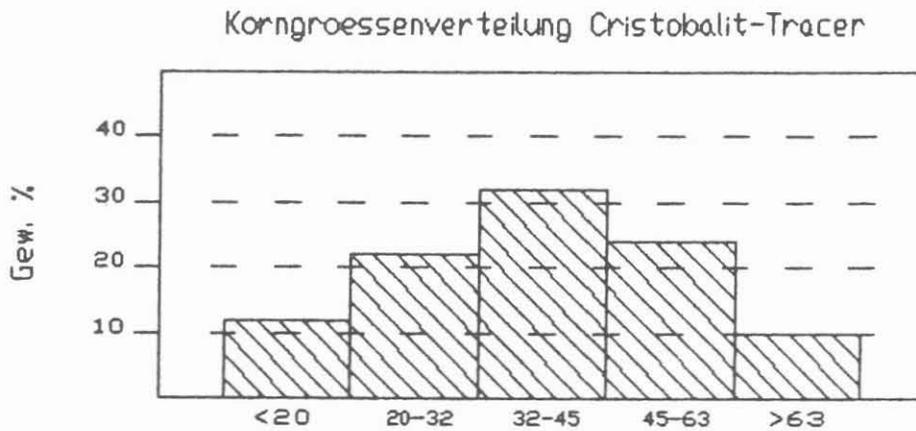


Abb. F.2.2: Korngrößenverteilung des Cristobalit Tracers

Die Probennahme an der Zentrifuge erfolgte im Minutenabstand von 19.⁰⁰ bis 20.⁰⁵. Der Mineralgehalt der Zentrifugenproben wurde im KTB-Feldlabor mit quantitativer röntgenographischer Phasenanalyse bestimmt.

Nach Verpumpen von ca. 1 m³ der Spülungspille wurde zusätzlich Karbid zugegeben, um evtl. Differenzen der Umlaufzeiten von gasförmigen und festen Stoffen aufzeigen zu können.

F.3. Ergebnisse

Die ersten Gasgehalte des Karbidtests wurden um 18.⁵⁵ Uhr an den Gasfallen des Spülungskreislaufs gemessen (vergl. Abb.F.2.1). Bereits in der ersten genommenen Feststoffprobe wurden Cristobalitgehalte von 7 Gew.% festgestellt. Die Konzentrationsverteilung ist in Abb. F.3.1 ersichtlich. Bei einem Volumen von 2m³ getracerter Spülung und einer Pumprate von 703 l/min müßte das Cristobalitmaximum ca. 3 Minuten anhalten. Hinzu kommt jedoch das Spülvolumen des Zentrifugentanks (vgl. Abb.F.2.2) von 6.85 m³. Um die gesamten 8.85 m³ durchzusetzen, werden bei 703 l/min ca. 12-13 Minuten benötigt. Wie in Abb. F.3.1 ersichtlich wird, erhält man nach einem abrupten Einsetzen, gefolgt von einem sehr steilen

Anstieg der Cristobalitgehalte in den Proben, ein ca. 14 Minuten anhaltendes Plateau der Maximalgehalte. Danach fallen die gemessenen Werte stetig ab. In der routinemäßig genommenen Probe nach ca. 70 Minuten ist kein Cristobalit mehr nachzuweisen. In Abb. F.3.1 sind die Meßwerte und das Plateau dargestellt. Zusätzlich wurde versucht, die Konzentrationsverteilung durch ein Polynom höherer Ordnung zu berechnen.

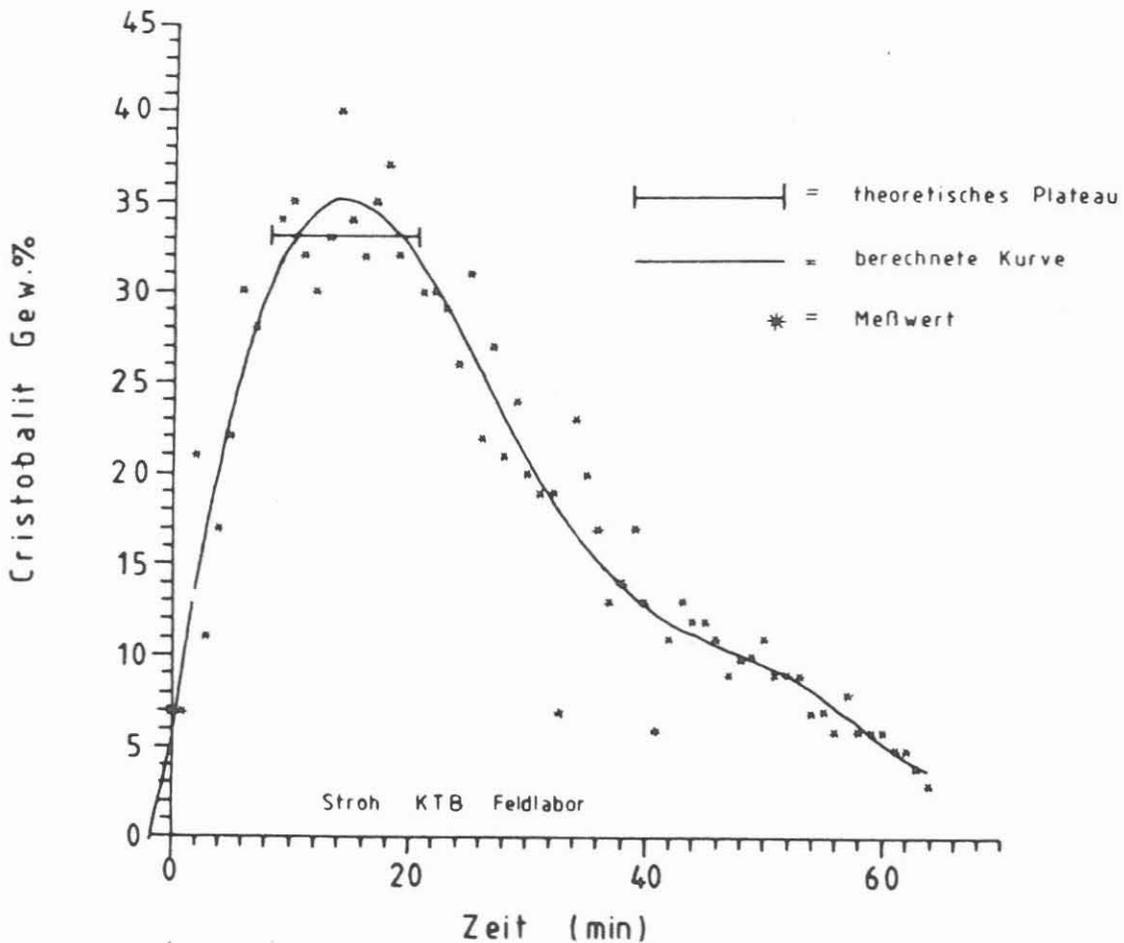


Abb. F.3.1: Konzentrationsverteilung der Cristobalitgehalte (Erläuterung siehe Text)

F.4 Diskussion

Der erste Einsatz des neuen Minerals Cristobalit erfolgte wenige Minuten (3-5 Min.) nach der errechneten Aufstiegszeit. Eine teufenmäßige Zuordnung eines solchen ersten Auftretens neuer Minerale ist, ohne Beeinflussung durch technische Maßnahmen und bei einem Bohrfortschritt von 1.5 - 2 m/h, im Bereich von ca. 10-20 cm durchaus möglich (vgl. Abb. F.4.1). Inwieweit die Verzögerung von 3-5 Minuten zwischen Schüttelsieb und Zentrifuge erfolgt oder durch den Aufstieg der Spülung im Bohrloch hervorgerufen wird, muß durch weitere Tests geklärt werden. Eine "Verschleppung" des Minerals, daß heißt, eine Verschmierung der hier durch Cristobalit simulierten unterschiedlichen lithologischen Horizonte während des Verlassens, wird über einen Zeitraum von ca. 55 Minuten (nach dem Ende des Konzentrationsplateaus) beobachtet. Diese Verschleppung muß im wesentlichen dem Zentrifugen-Puffertank zugeschrieben werden, da das Maximum der Korngrößenverteilung des Tracers (ähnlich wie auch bei den Zentrifugenproben) zwischen 20 und 63 μm liegt. Nach WOLFF (1987) stellt das Spülungssystem bei einer mittleren Korngröße von 30 μm eine einphasige Suspension dar, so daß hier zumindest für den größten Teil des Materials entsprechende Verhältnisse angenommen werden können und eine Differentiation im Bohrloch weitgehend auszuschließen ist.

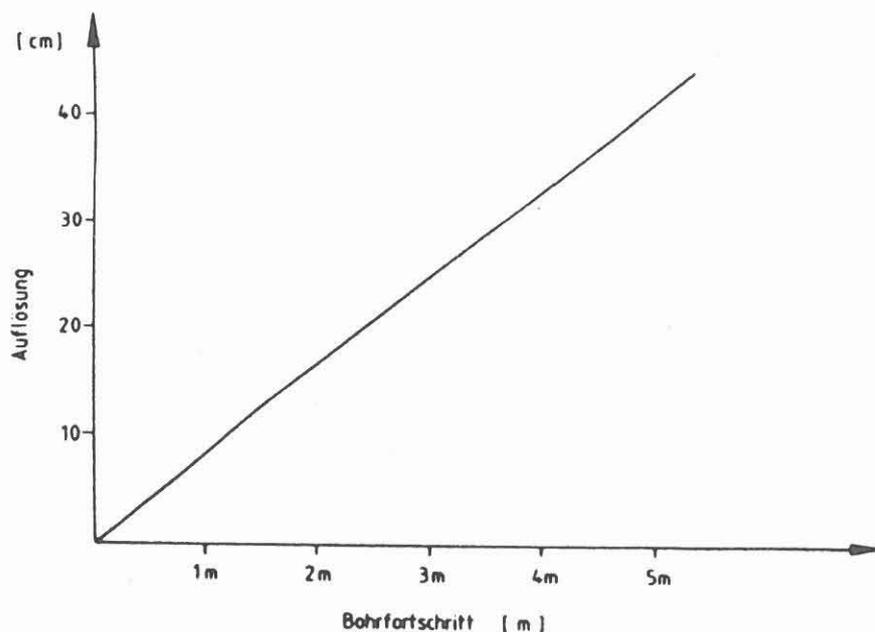


Abb. F.4.1: Auflösungsvermögen von Bohrklein in Abhängigkeit vom Bohrfortschritt. Als Grundlage wurde eine erste Detektierung einer neuen Formation nach theoretischer Lag-Zeit + 5 Minuten Verzögerung angenommen.

Die Zeit von 55 Minuten entspricht einem Auflösungsvermögen - wiederum ohne Beeinflussung bohrtechnischer Maßnahmen und in Abhängigkeit des Bohrfortschritts- zwischen ca. 1.5 und 2 m. Jeder Formationswechsel sollte durch bestimmte charakteristische Mineralparagenesen gekennzeichnet sein. Dadurch fällt ein Verlassen des Horizonts auch immer unmittelbar mit einem ersten Auftreten eines oder mehrerer Minerale des neu erbohrten lithologischen Horizontes zusammen, so daß eine enge Eingrenzung möglich ist. Dies gilt jedoch nicht für schnell aufeinander folgende Wechsellagerungen mit Mächtigkeiten < 1m ("Schaschlik") da in diesem Fall eine wiederholte Vermischung der Leitminerale zu erwarten ist. Durch eine Verkleinerung des Zentrifugen-Puffertanks kann sicher das Auflösungsvermögen von Bohrmehlproben verbessert werden. Mit den Ergebnissen weiterer Versuche dieser Art kann möglicherweise auch eine bessere teufenmäßige Zuordnung erreicht werden.

Der Einfluß der Dichte des verwendeten Tracers auf die ermittelte Konzentrationsverteilung und der zeitlichen Verzögerung zur theoretischen Lag-Zeit wird ebenfalls untersucht werden. Als Tracer ist hier Kyanit (Al_2SiO_5) mit einer Dichte von 3.6 g/cm^3 geplant, der ebenso wie Cristobalit eine für Bohrlochmessungen schwerwiegende Kontamination des Bohrloches vermeidet. Weitere detaillierte Untersuchungen über die Mischprobenatur von Bohrkleinproben werden bereits an einer Referenzkernstrecke zwischen 1550 und 1650 m durchgeführt.

F.5 Weiteres Vorgehen

Aus den Ergebnissen des oben beschriebenen Versuchs ergeben sich folgende Punkte, die noch näher untersucht werden müssen:

- Verzögerungszeit zwischen Schüttelsieb und Zentrifuge
- Verzögerung zwischen Gas und Feststoffaustrag unter Berücksichtigung von
 - a) unterschiedlicher Korngröße und
 - b) Dichte des verwendeten Tracers
- Untersuchungen des Konzentrationsplateaus durch Veränderung der Versuchsbedingungen

Ein Teil dieser Versuche könnte während des laufenden Bohrlochmeßprogramms noch in der KTB-VB durchgeführt werden.

F.6 Literaturverzeichnis

STROH, A., HEINSCHILD, H.J., HOMANN, K.D, TAPPER, M.& ZIMMER, M. (1989): Tiefbohrung KTB-Oberpfalz VB, Ergebnisse der geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-Feldlabor (Windischeschenbach), Teufenbereich von 1709 bis 2500 m. KTB-Report, 89-2: C1-C104, Hannover.

WOLFF, H. (1987): Cuttings - Korrelations - Untersuchungen Austragefähigkeit von Cuttings unveröfftl. Ergebnisbericht, TU Berlin Institut f.Berbauwissenschaften Berlin, Dezember 1987