

3.4 DIETRICH, H.-G., HEINISCH, M.: Die geowissenschaftliche Bohrungsbearbeitung vor Ort unter Einbeziehung des Feldlabors

3.4.1 Einleitung

Das geplante KTB-Feldlabor ist, basierend auf dem 1983 entwickelten Konzept des KTB-Projektes als eine Gemeinschaftseinrichtung der Arbeitsgruppen der Arbeitsgemeinschaft "Probenauswertung" definiert (KTB-Statusbericht 1984). Aufbauend auf der Organisationsstruktur stellen alle am KTB beteiligten Universitäten und Wissenschaftlergruppen Personal bereit, das für die Funktionsfähigkeit dieses Feldlabors benötigt wird.

3.4.2 Hauptaufgabenbereiche

Aufgabe der Arbeit im KTB-Feldlabor ist die routinemäßige Untersuchung, Ermittlung und Dokumentation aller Proben, Größen und Daten unmittelbar auf der Bohrlokation, die zeitlichen Veränderungen unterliegen, kontinuierlich erfaßt werden müssen und/oder die Basis für nachgeschaltete Spezialuntersuchungen darstellen. Im Rahmen der geowissenschaftlichen Gemeinschaftsforschung ergeben sich folgende Hauptaufgaben:

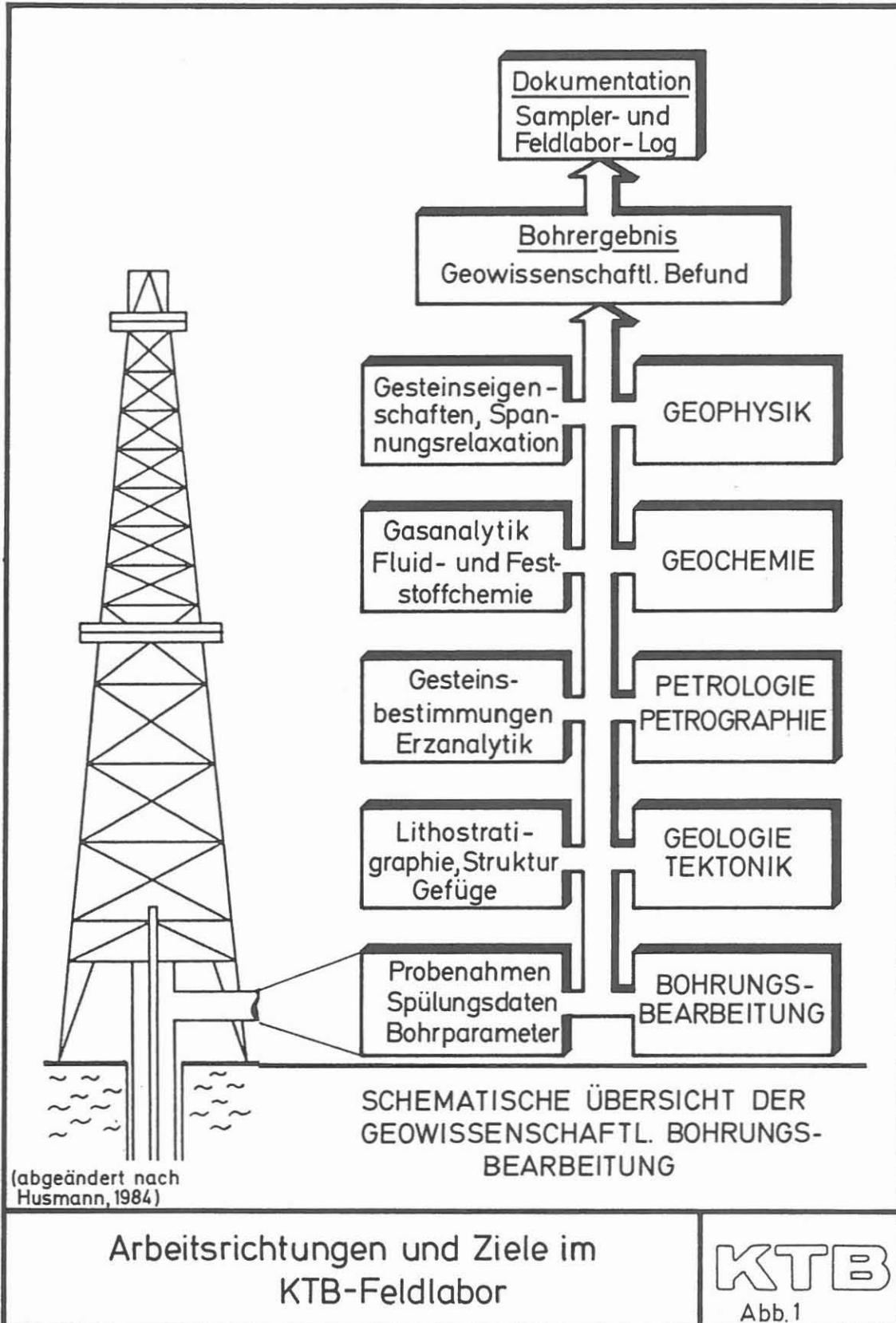
- Beschreibung und erste Untersuchungen der in den geplanten KTB-Bohrungen (Vor- und Hauptbohrung) angetroffenen Gesteine
- Erste Analyse der in diesen Gesteinen vorkommenden flüssigen und gasförmigen Bestandteile (Gesteinsfluide)
- Übernahme aller von den Arbeitsgemeinschaften definierten Untersuchungen vor Ort:
 - Durchführung der Untersuchungen, Messungen und Analysen, die auf der Bohrlokation selbst ohne Zeitverzögerung durchgeführt werden müssen
 - Probenauswertungen, die kurzfristige Entscheidungen über die Art des Bohrens, die Durchführung von Messungen und Tests und der Probennahme im Bohrloch ermöglichen
 - Erstellung erster wissenschaftlicher Berichte, die die Basis für gezielte Probennahmen weiterführender Untersuchungen bilden
 - Probenverwaltung vor Ort (geologisches Zentralmagazin).

3.4.3 Arbeitsrichtungen und Ziele

Entsprechend Abb. 1 sind im geplanten KTB-Feldlabor folgende Arbeitsrichtungen vertreten:

- Bohrungsbearbeitung
- Geologie/Tektonik
- Petrologie/Petrographie
- Geochemie
- Geophysik.

Die zuerst aufgeführte Bohrungsbearbeitung hat u. a. das Ziel, für die verschiedensten Aufgaben Proben zu entnehmen, Spülungsdaten zu ermitteln und Bohrparameter für die geowissenschaftliche Auswertung zu erfassen. Bei der Arbeitsrichtung Geologie/Tektonik stehen auf der Bohrlokation Fragen zur Lithostratigraphie, zur Struktur und

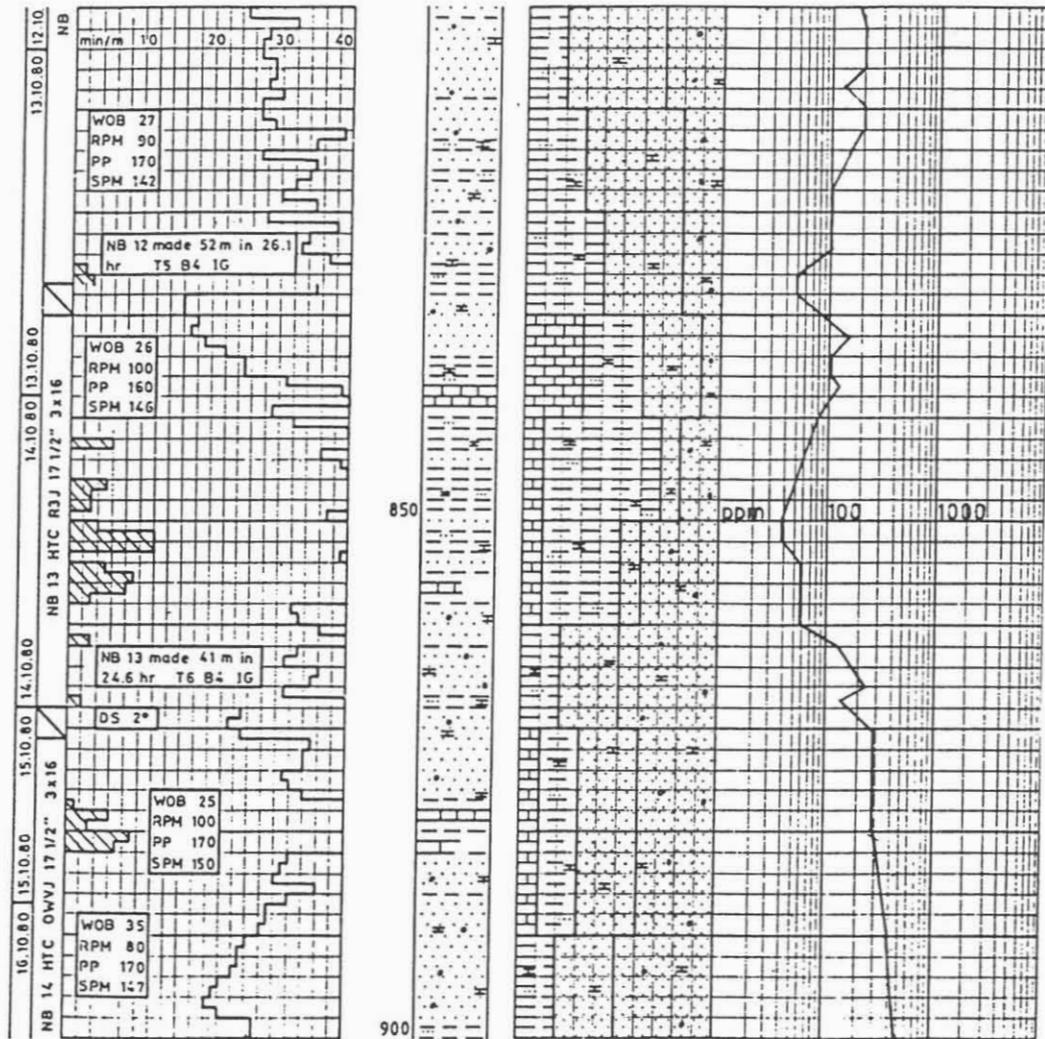


AUSSCHNITT AUS EINEM SAMPLERLOG

Bohrparameter

Lithologie

Gasführung



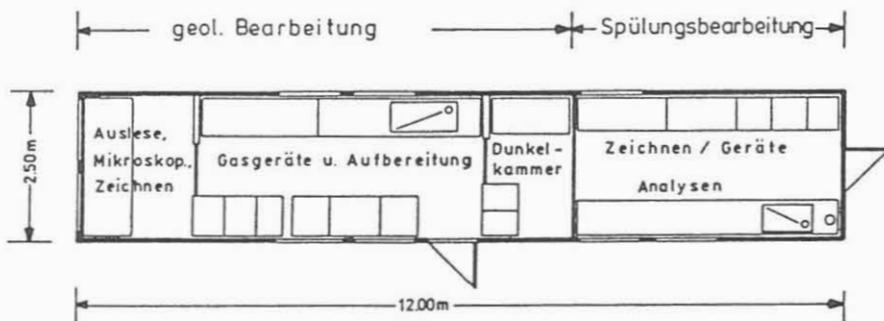
Darstellung von
Sampler-Ergebnissen

KT B

Abb.2

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

Feldlabor - Grundriss (schematisch)

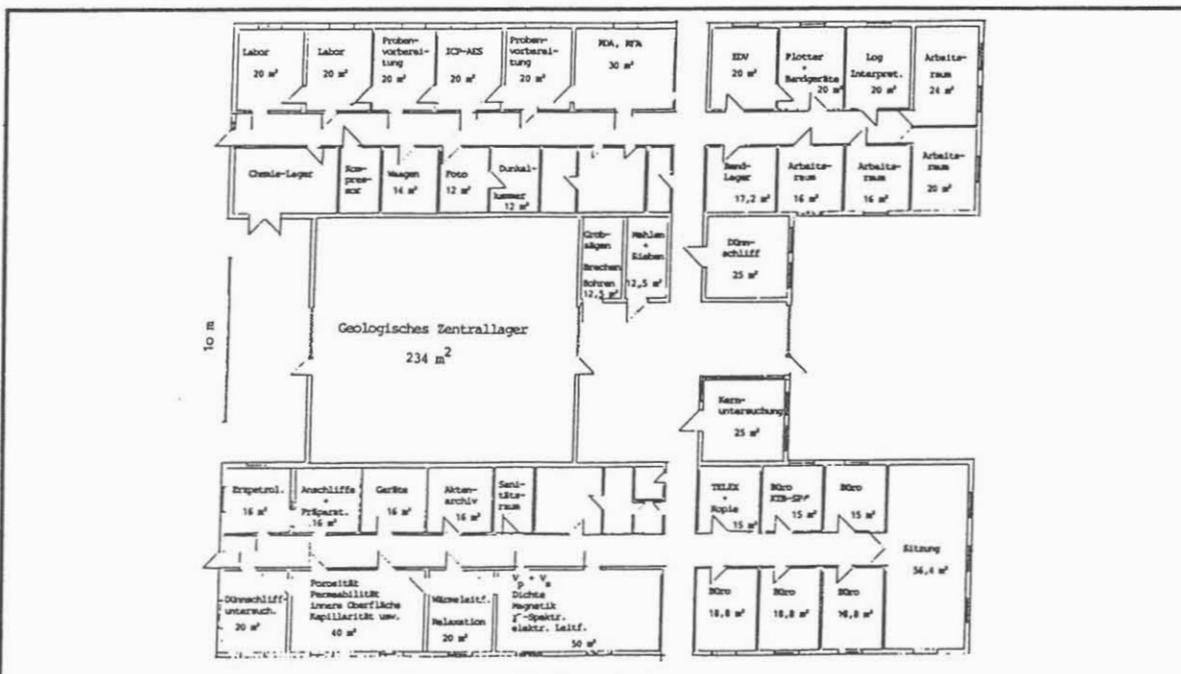


(nach HUSMANN 1984)

FELDLABOR EINER KONVENTIONELLEN INDUSTRIEBOHRUNG

KTB
Abb.4

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

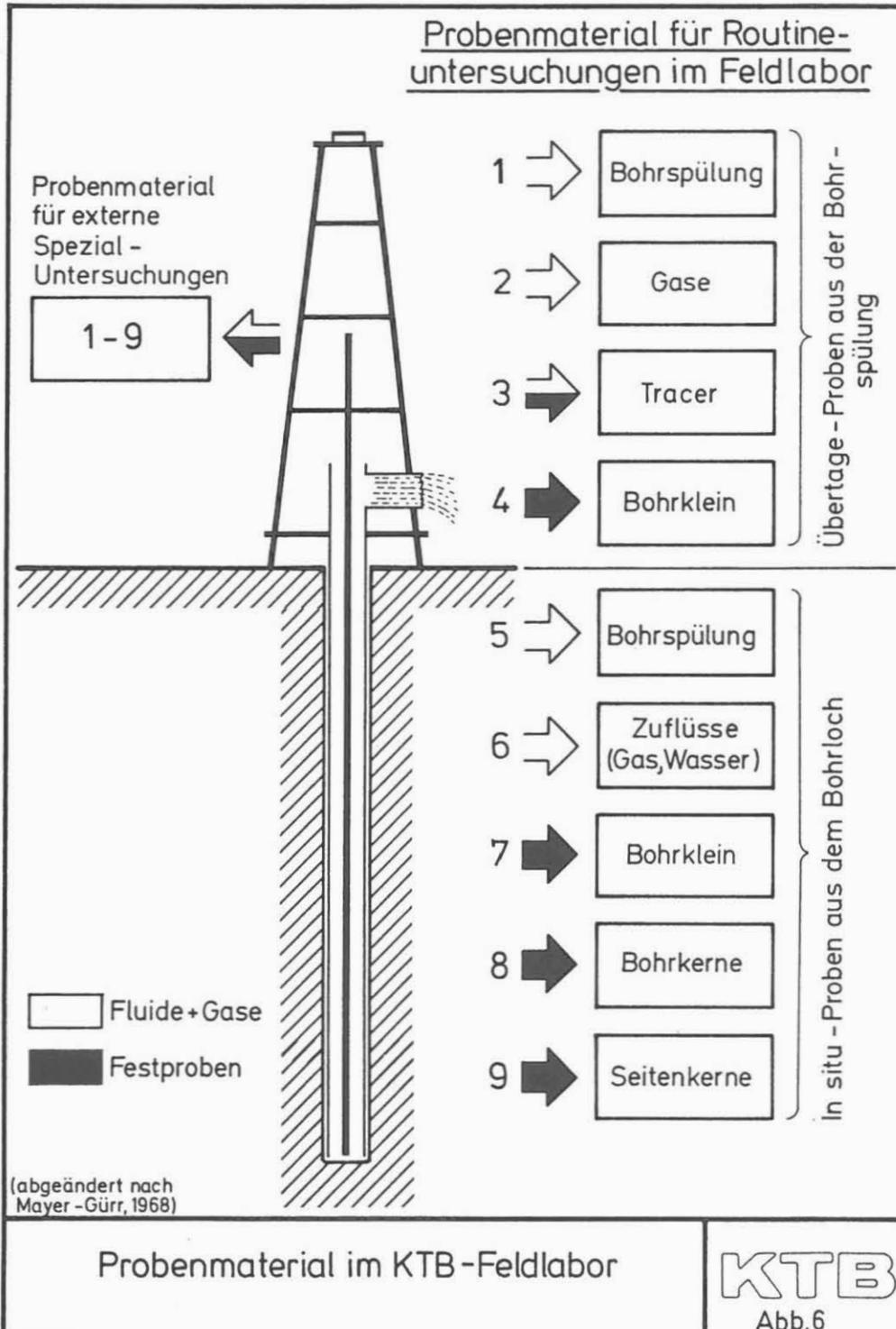


PLANSKIZZE KTB-FELDLABOR (STAND: HERBST 1986)

KTB
Abb.5

3.4.5 Art und Untersuchungen der Proben

Für die Routineuntersuchungen im Feldlabor fallen sowohl Übertage am Bohrlochauslauf als auch direkt im Bohrloch in situ entnommene Proben zur Bearbeitung an (Abb. 6).



Alle Übertage-Proben werden zunächst mit dem im Bohrloch zirkulierenden Spülstrom an die Oberfläche gefördert bevor sie am Spülsaustausch (in der Regel im Bereich der Spülrinne bzw. des Schüttelsiebes) entnommen werden können. Dabei kann die Zeit zwischen der Entstehung des Bohrkleins auf der Bohrlochsohle und dem Austrag desselben Übertage mehrere Stunden betragen, so daß bei den Übertage-Proben stets Teufenkorrekturen durchgeführt werden müssen. Dagegen handelt es sich bei den Untertage-Proben sowohl beim Kern (Bohrkerne, Seitenkerne) als auch beim Testen und bei Zuflußmessungen (Proben von DST-Tests, Autoklavprobennehmern u. a.) um teufengenaue Proben (in situ-Proben).

Für die Veranschaulichung der Arbeiten im geplanten KTB-Feldlabor kann hier nur auf einige Arbeitsbereiche bzw. Untersuchungen näher eingegangen werden.

3.4.5.1 Untersuchungen fester Proben

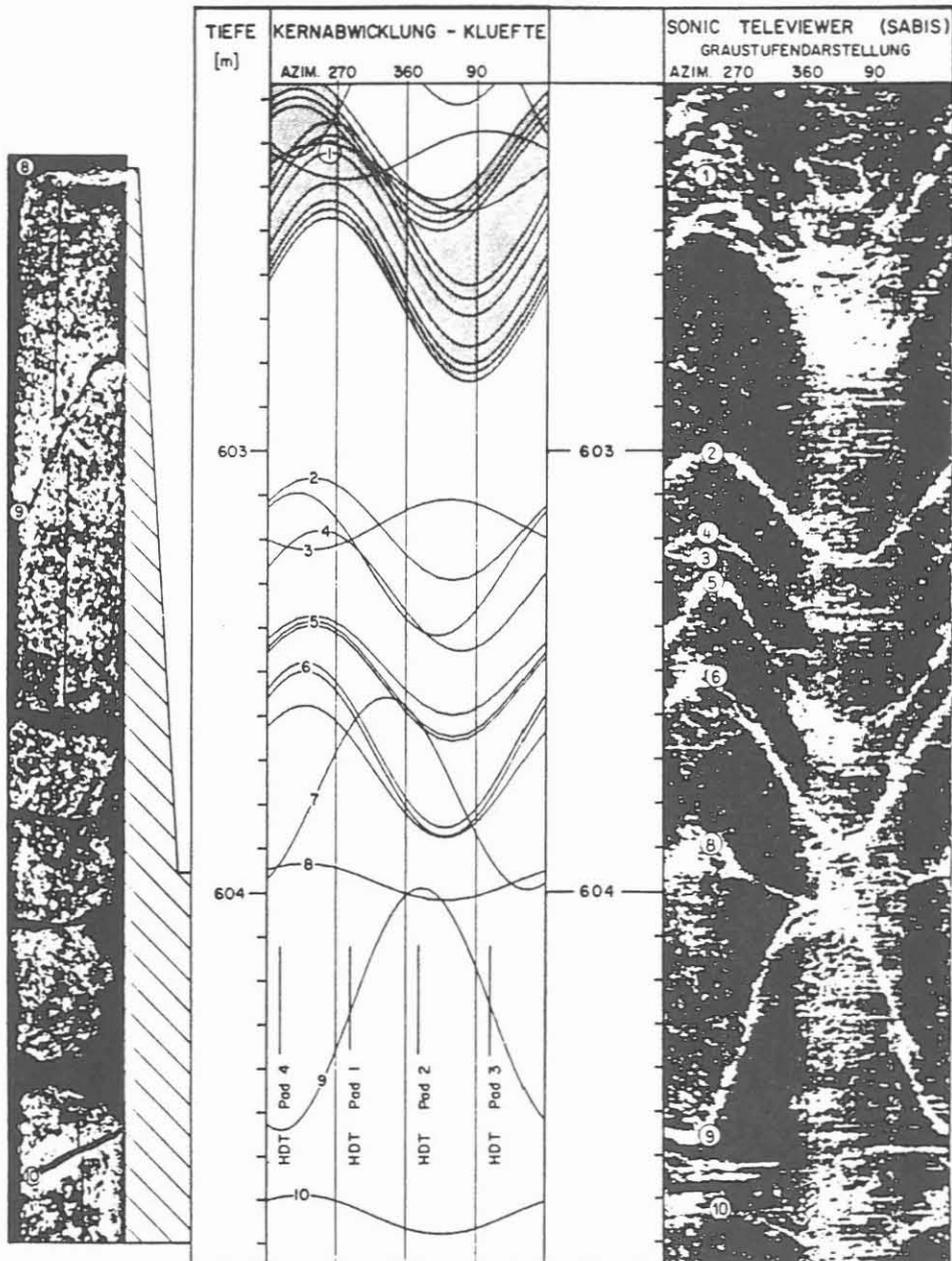
Zu den Kernuntersuchungen gehören u. a. die Kernbeschreibung, die photographische Aufnahme des Materials, die Aufnahme des Makro- und Mikrogefüges, die mineralogische, erzpetrologische und geochemische Gesteinsanalyse sowie geophysikalische Untersuchungen zur Ermittlung verschiedener gesteinsphysikalischer Parameter (magnetische Suszeptibilität, remanente Magnetisierung, elektrische und Wärmeleitfähigkeit, Schallwellengeschwindigkeit, Porosität, Permeabilität, Dichte) und die Messung der natürlichen Radioaktivität des Probenmaterials. Soweit möglich und erforderlich werden die gleichen oder modifizierte Aufnahmen, Bestimmungen, Untersuchungen und Messungen auch am Bohrklein durchgeführt.

Die räumliche Nachorientierung der Bohrkerne, die Voraussetzung für strukturelle Untersuchungen ist, wird durch die Korrelation von Bohrkernabwicklungen mit elektrischen Bohrlochmessungen vorgenommen. Wie Abb. 7 zeigt, können die in der Bohrkernabwicklung festgestellten Klüfte sehr gut mit dem Ergebnis der akustischen TelevIEWER-Messung verglichen werden, so daß anhand dieser orientiert vorgenommenen Bohrlochmessung die Bohrkerne räumlich nachorientiert werden können. Diese Bohrkern-Nachorientierung ist von wesentlicher Bedeutung für gefügekundliche und tektonische Untersuchungen und Interpretationen.

Durch Vergleich von Logs der natürlichen Gammastrahlung von Bohrkernmaterial mit entsprechenden Bohrlochmessungen des gleichen Teufenbereichs ist es im Feldlabor weiterhin möglich, besonders bei großen Bohrlochtiefen auftretende Unterschiede zwischen Kernteufe, Gesteinsteufe und Meßteufe zu erkunden und auszugleichen (Abb. 8).

Im Rahmen der magnetischen Messungen wird das anfallende Bohrkernmaterial bezüglich der magnetischen Suszeptibilität und der remanenten Magnetisierung untersucht. Zu diesem Zweck werden von den am Feldlabor beteiligten Universitäts-Instituten Geräte konstruiert, die eine einfache, rasche und zerstörungsfreie Untersuchung der Proben ermöglichen sollen (Abb. 9).

KORRELATION BOHRKERNABWICKLUNG UND BOHRLOCHMESSUNG

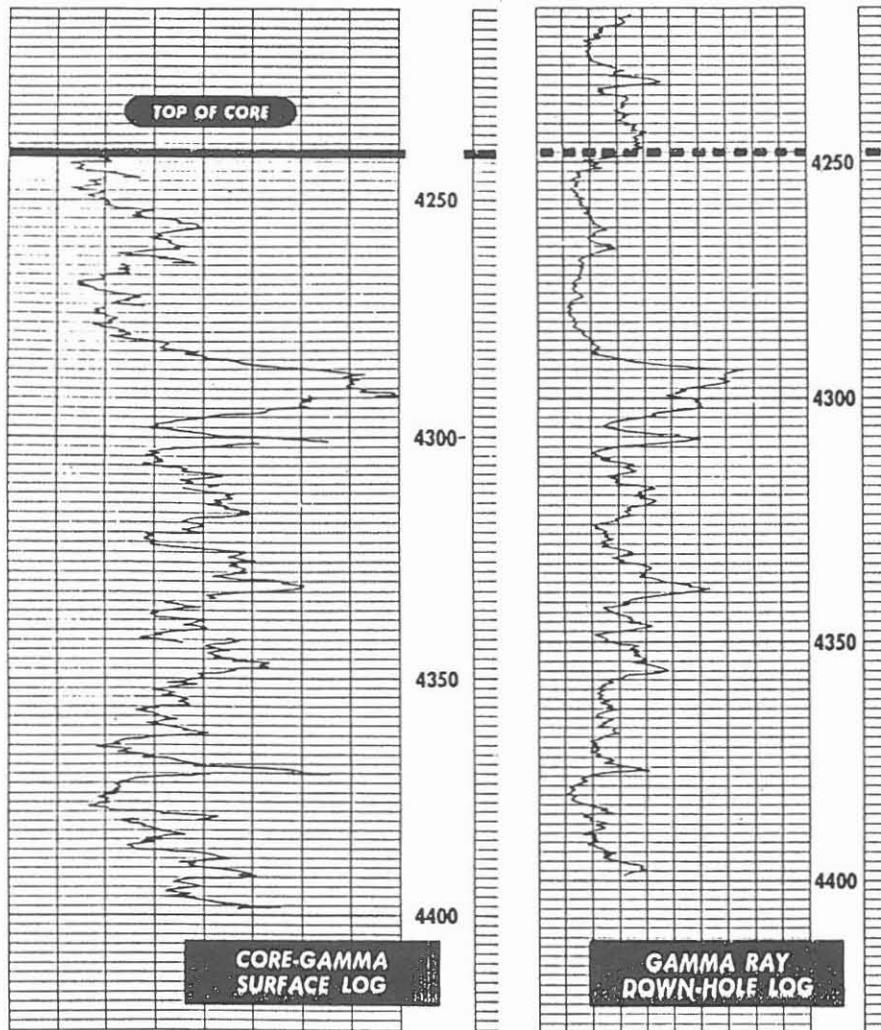


(abgeändert nach NTB 85-01, NAGRA)

NACHORIENTIERUNG VON BOHRKERNEN

KT B
ABB. 7

VERGLEICH DER GAMMASTRAHL-LOGS VON KERN UND BOHRLOCH

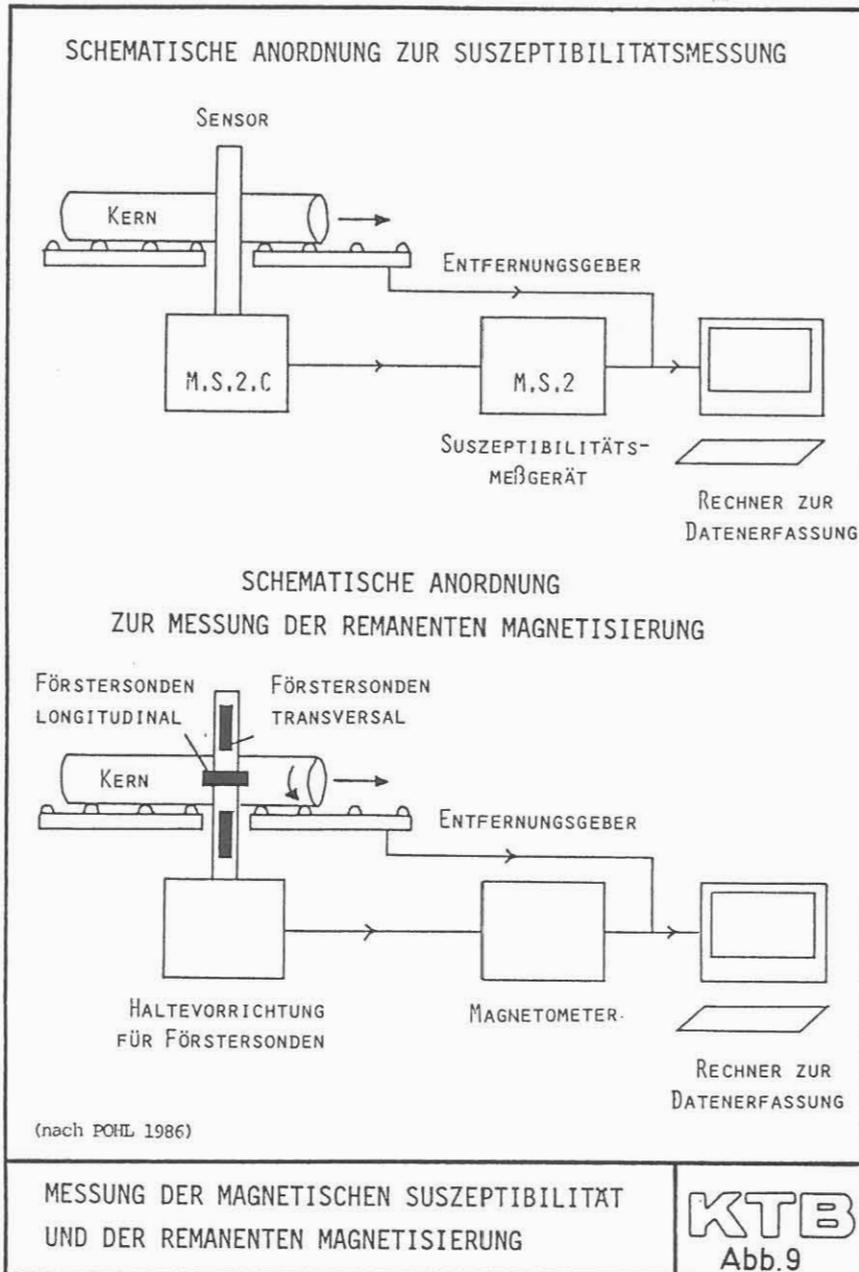


Grayburg-San Andres, Andrews County, Texas

KORRELATION ZWISCHEN KERNTIEFE UND MESSTIEFE

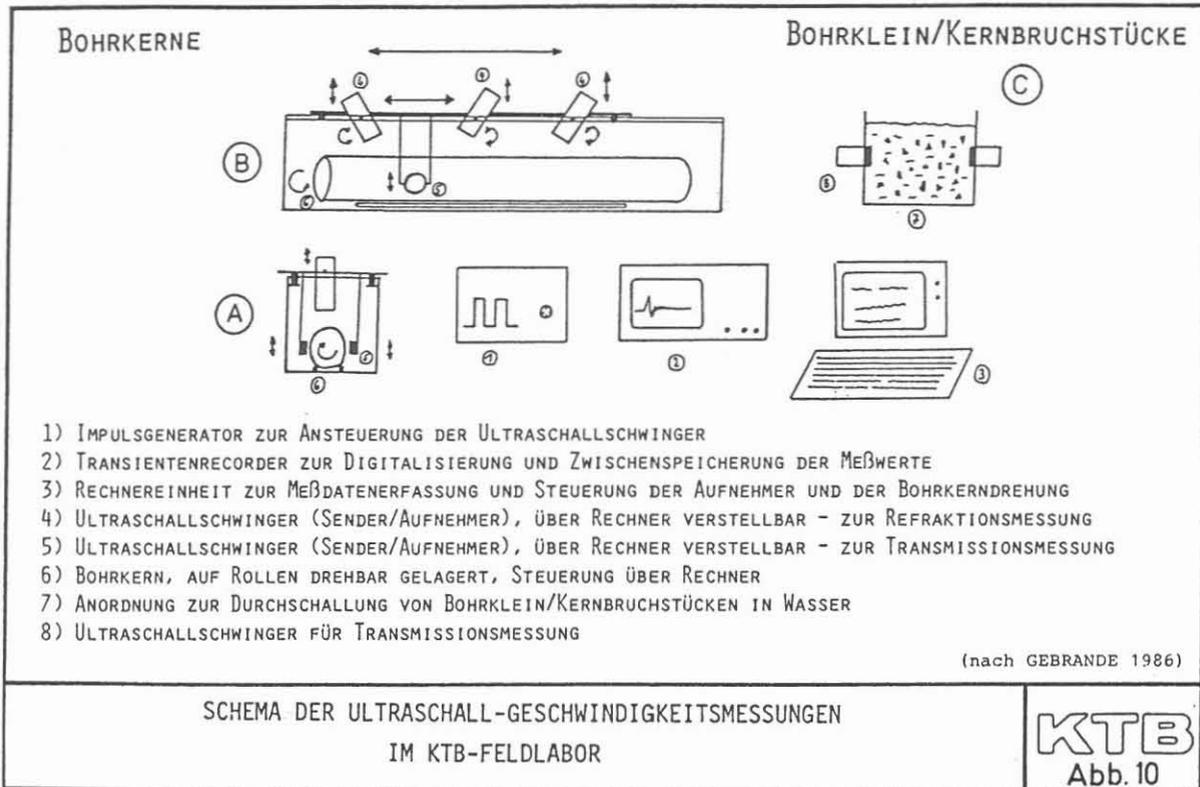
KT B

Abb. 8



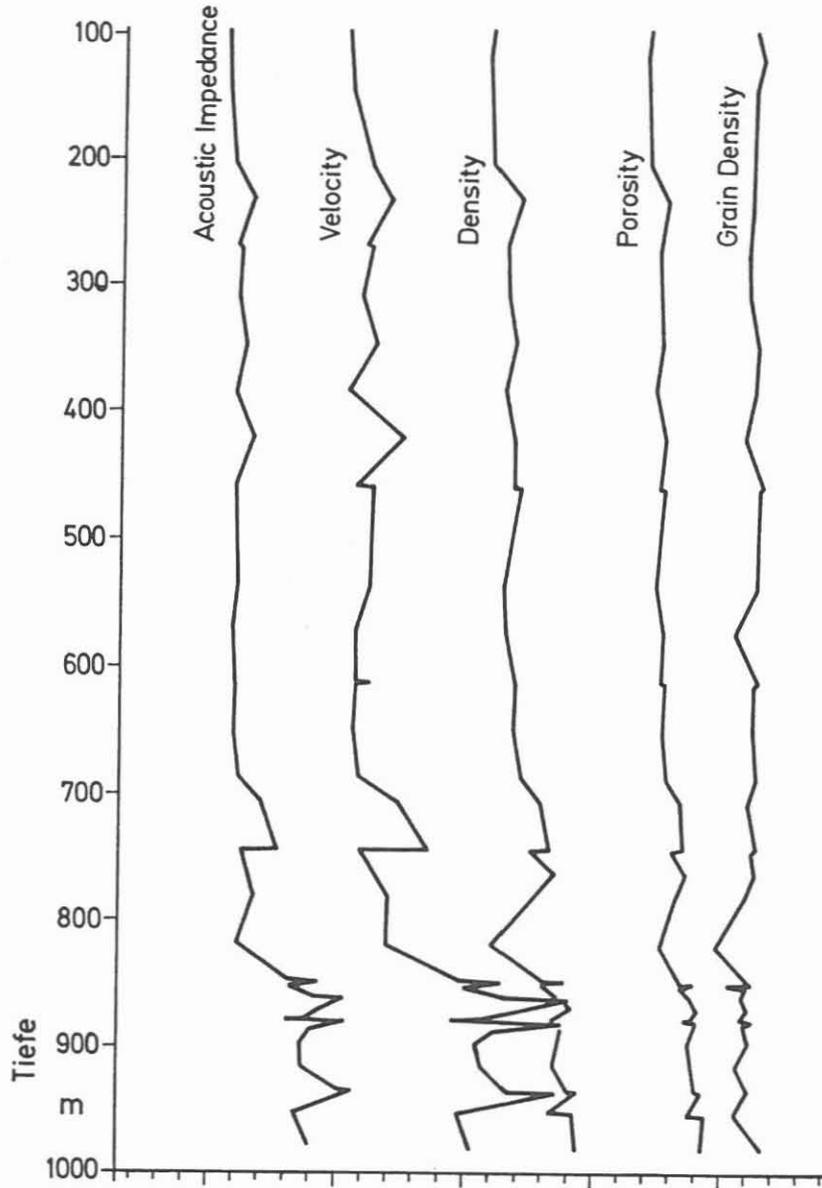
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

Das gleiche gilt für die Messung der Schallwellengeschwindigkeiten an Bohrkern- und Bohrkleinmaterial wie Abb. 10 verdeutlichen soll. Über Rechner verstellbare Ultraschallschwinger zur Refraktionsmessung und Transmissionsmessung an Bohrkernen sowie für die Transmissionsmessung am Bohrklein sollen die Durchschallung dieses Materials ermöglichen, das in Wasser gelagert wird. Zur gesamten Ausrüstung gehören außerdem ein Impulsgenerator zur Ansteuerung der Ultraschallschwinger, ein Transienten-Recorder zur Digitalisierung und Zwischenspeicherung der Meßwerte und eine Rechereinheit zur Meßdatenerfassung und Steuerung der Aufnehmer und der Bohrkernndrehung. Zu diesem Zweck sind die Bohrkern auf Rollen drehbar gelagert.



Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

Alle ermittelten Daten werden im Rahmen der Routineuntersuchung kontinuierlich zusammengestellt und als Log gegen die Tiefe aufgetragen, um Veränderungen im Bohrprofil feststellen zu können (vergl. Abb. 11).



(abgeändert nach ANDREWS et al., 1975)

ZUSAMMENSTELLUNG PHYSIKALISCHER PARAMETER
(DSDP LEG XXX)

KTB
Abb.11

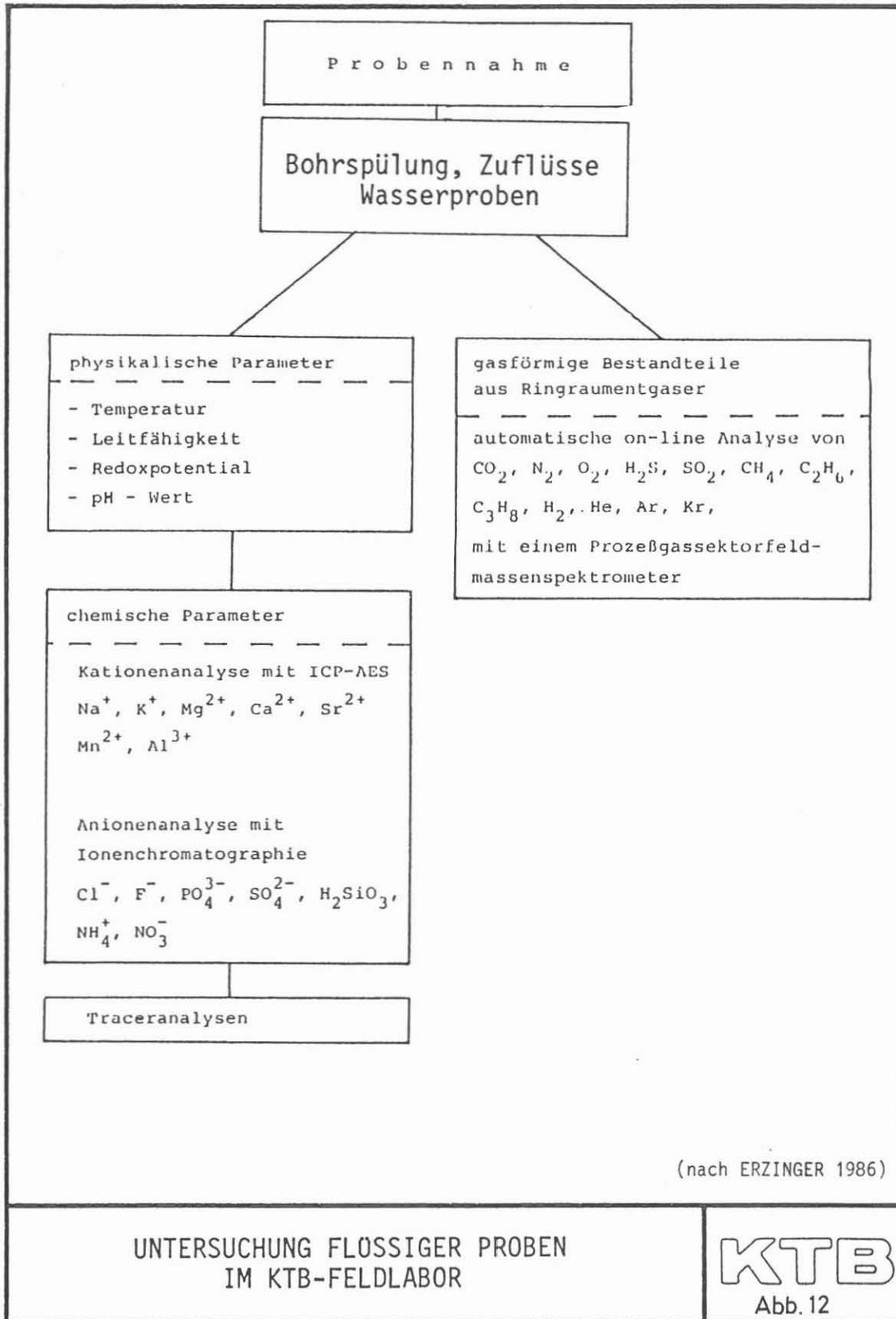
3.4.5.2 Untersuchung flüssiger Proben

Die auf der Bohrlokation anfallenden flüssigen Proben entstammen entweder obertägigen Probennahmen aus der Bohrspülung, aus Zuflüssen und sonstigen Wasserproben (z. B. Abwasser) und/oder, soweit möglich und erforderlich, auch aus Probekammern von DST-Tests oder Autoklavprobennehmern. Zum Arbeitsprogramm gehören folgende Aufgabenbereiche:

- Ermittlung physikalischer Parameter
- Untersuchung chemischer Parameter
- Durchführung von Tracer-Analysen.

Zu den geowissenschaftlich relevanten Parametern gehören vor allem Messungen der Temperatur, der Leitfähigkeit, des Redoxpotentials und der pH-Werte der zirkulierenden Spülung. Für die Spülungsüberwachung und die Erstellung eines Gradienten-Profiles sind diese Parameter sowohl am Einlauf als auch am Auslauf der Bohrung zu erfassen.

Im KTB-Feldlabor werden entsprechend Abb. 12 für die Kationen-Analyse ein ICP-AES und für die Anionen-Analyse ein Ionenchromatograph zur Verfügung stehen. Darüber hinaus können mit den erwähnten Geräten auch Veränderungen in der Konzentration von Tracern ermittelt werden, die der Spülung für Testzwecke, Ermittlung von Zuflußzonen, Kontrolle der Zuflußtests) zugemischt werden.

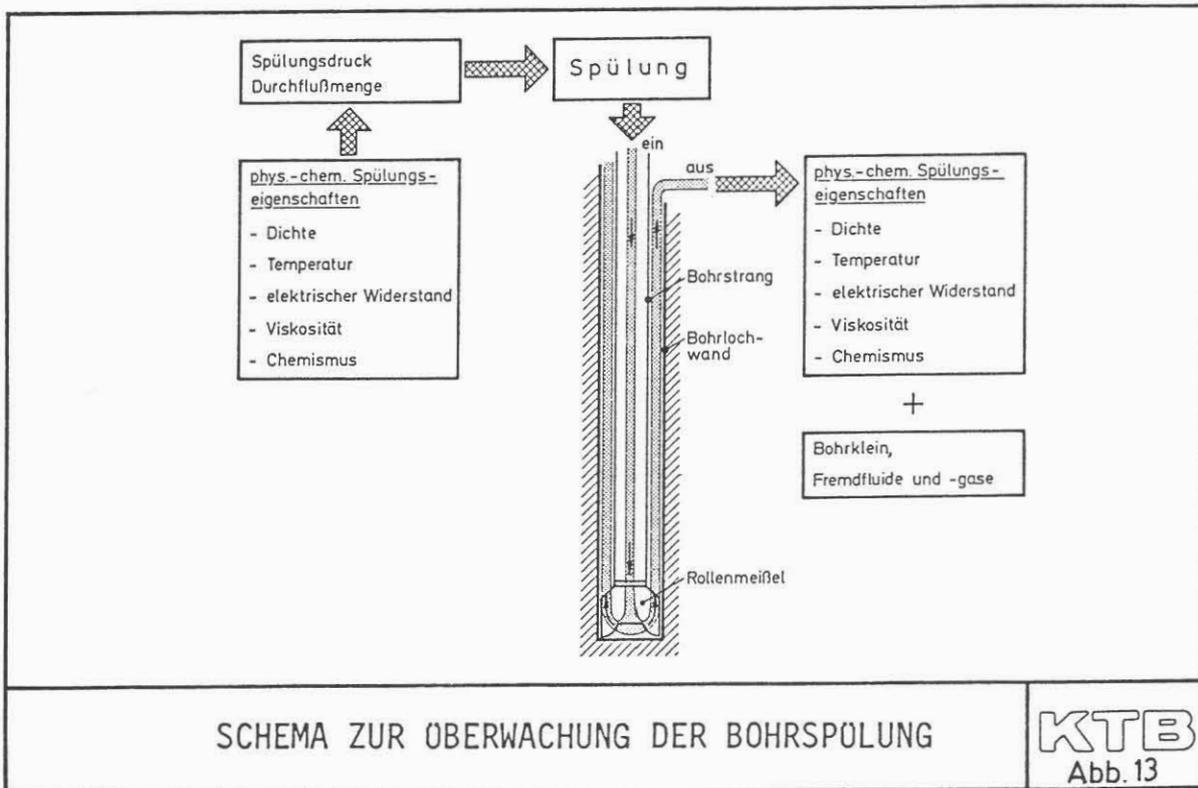


3.4.5.3 Untersuchung gasförmiger Proben

Neben der Kationen- und Anionen-Analyse der Bohrspülung stellt die routinemäßige Analyse der zutage geförderten Gase ein wichtiges Instrument zur Erfassung der durchteuften gasführenden Gebirgsabschnitte und somit wahrscheinlich permeabler Zonen dar, die für die Ermittlung der Wegsamkeiten von Gebirgsfluiden von großem Interesse sind. Es ist vorgesehen, Gaskonzentrationen und gasförmige Bestandteile sowohl aus dem Spülstrom in der Spülrinne als auch in nichtkontaminierten Auslaufsystemen (Bypass, Gasabscheider) zu untersuchen. Beide Analysen erfolgen automatisch online mit einem Gaschromatographen und einem Prozeßgassektorfeld-Massenspektrometer. Die besonders interessierenden Gase sind in Abb. 12 wiedergegeben.

3.4.5.4 Überwachung der Bohrspülung

Die schematische Übersicht zur Überwachung der Bohrspülung (Abb. 13) verdeutlicht, daß alle Parameter stets am Ein- und Auslauf zu ermitteln sind, um Veränderungen der Bohrspülung während des Spülungsurlaubes im Bohrloch bestimmen zu können.



Zusätzlich zur kontinuierlichen Bearbeitung sind bei Bedarf feste Proben, Flüssigkeiten und gasförmige Bestandteile bei entsprechenden diskontinuierlichen Probennahmen im Feldlabor zu bearbeiten. Hierzu gehören z. B. Seitenkerne, Sedimentrohrproben, eingesetzte Markierungsmittel (Tracer) und Proben, die bei Tests im Bohrloch entnommen werden.

Soweit möglich, sollen die hier aufgeführten Untersuchungen während des Abteufens beider Bohrungen, d. h. sowohl der Vor- als auch der Hauptbohrung durchgeführt werden, um beide Bohrungen optimal miteinander korrelieren zu können.

Das Abteufen der mindestens 3 000 m tiefen KTB-Vorbohrung ist für die Bearbeitung der Hauptbohrung von großer Bedeutung, da die im Feldlabor installierten Geräte und angewandten Methoden im Dauerbetrieb getestet und ihre jeweilige Aussagekraft durch Vergleich mit verschiedensten Methoden überprüft werden kann. Hierbei ist u. a. bevorzugt zu erkunden, welche Arbeitsrichtungen und Meßverfahren für rasche Entscheidungen geeignet sind. Dabei handelt es sich um Entscheidungen über die Art des Bohrens, d. h. den Wechsel vom Vollbohren (Meißeln) zum Kernen, die erforderliche Durchführung von Messungen und Tests sowie der in situ-Probennahme im Bohrloch.

Im Hinblick auf lokationsbezogene Fragestellungen ist das KTB-Feldlabor im wesentlichen lokationsunabhängig. Mittelbar werden die Untersuchungen und Probenauswertungen im Feldlabor jedoch beeinflusst, wenn es sich um ein Bohrloch mit geringer Stabilität handelt. In einem solchen Fall müssen zur Garantie der Bohrlochstabilität komplexere Spülungen eingesetzt werden, die die Aussagekraft insbesondere der Spülungsuntersuchungen beeinträchtigen werden. Zum anderen können instabile Bohrlochverhältnisse verhindern, daß, solange die Schwierigkeiten im Bohrloch nicht eindeutig beherrscht werden, keine Bohrkerne gezogen werden können.

Während komplexere Spülungen die Interpretierbarkeit der Spülungsanalytik beeinträchtigen können, werden in erbohrbaren Bereichen mit höheren Temperaturen stärkere Wechselbeziehungen zwischen Spülung und Gebirge stattfinden, die aufgrund erhöhter Kationen- und Anionengehalte die Aussagekraft der Ergebnisse erhöhen wird.

Im Rahmen der Dokumentation und der Darstellung der bei der Bohrungsbearbeitung und im Feldlabor erzielten Ergebnisse ist in der Regel davon auszugehen, daß die gewonnenen Daten für Entscheidungsprozesse und für die Durchführung weiterführender Spezialuntersuchungen große Bedeutung besitzen.

3.4.6 Zusammenfassung

Die Zusammenstellung aller im KTB-Feldlabor durchzuführenden Routineuntersuchungen (Abb. 14) hebt einen Bereich der kontinuierlichen Bearbeitung der im Feldlabor und bei der Bohrungsbearbeitung anfallenden Proben und Daten hervor. Zu diesem Komplex gehört die Untersuchung fester, flüssiger und gasförmiger Proben unter Einbeziehung bohr- und spülungstechnischer Parameter und Logs verschiedener elektrischer Bohrlochmessungen, soweit sie für die Arbeiten im Feldlabor unmittelbar benötigt werden.

3.4.7 Literaturverzeichnis

- ANDREWS et al. (1975): Init. Repts., Deep Sea Drilling Project. - Leg 30, U.S. Govt. Print off., Washington D.C.
- CORE LAB Information (1973): A Course in the Fundamentals of Core Analysis. - Core Laboratories, Dallas (Texas).
- HUSMANN, H. (1984): Geologische Überwachung. - In: BENDER, F. (Hrsg.): Angewandte Geowissenschaften, Bd. III, F. Enke Verlag, Stuttgart.
- MAYER-GÜRR, A. (1968): Erschließung und Ausbeutung von Erdöl- und Erdgasfeldern. - In: BENIZ, A. & MARTINI, H.J. (Hrsg.): Lehrbuch der angewandten Geologie, Bd. 2, F. Enke Verlag, Stuttgart.
- KTB-STATUSBERICHT (1984): Forschungskonzeption. - Bd. 1 der Zusammenstellung der Alfred-Wegener-Stiftung/ Koordinierungsbüro KTB, Wissenschaftszentrum, Bonn (Januar 1984).
- NAGRA-NIB 85-01 (1985): Sondierbohrung Böttstein - Untersuchungsbericht - NAGRA-Publikation (Technischer Bericht: NIB), Baden-Baden/Schweiz, (Juni 1985).