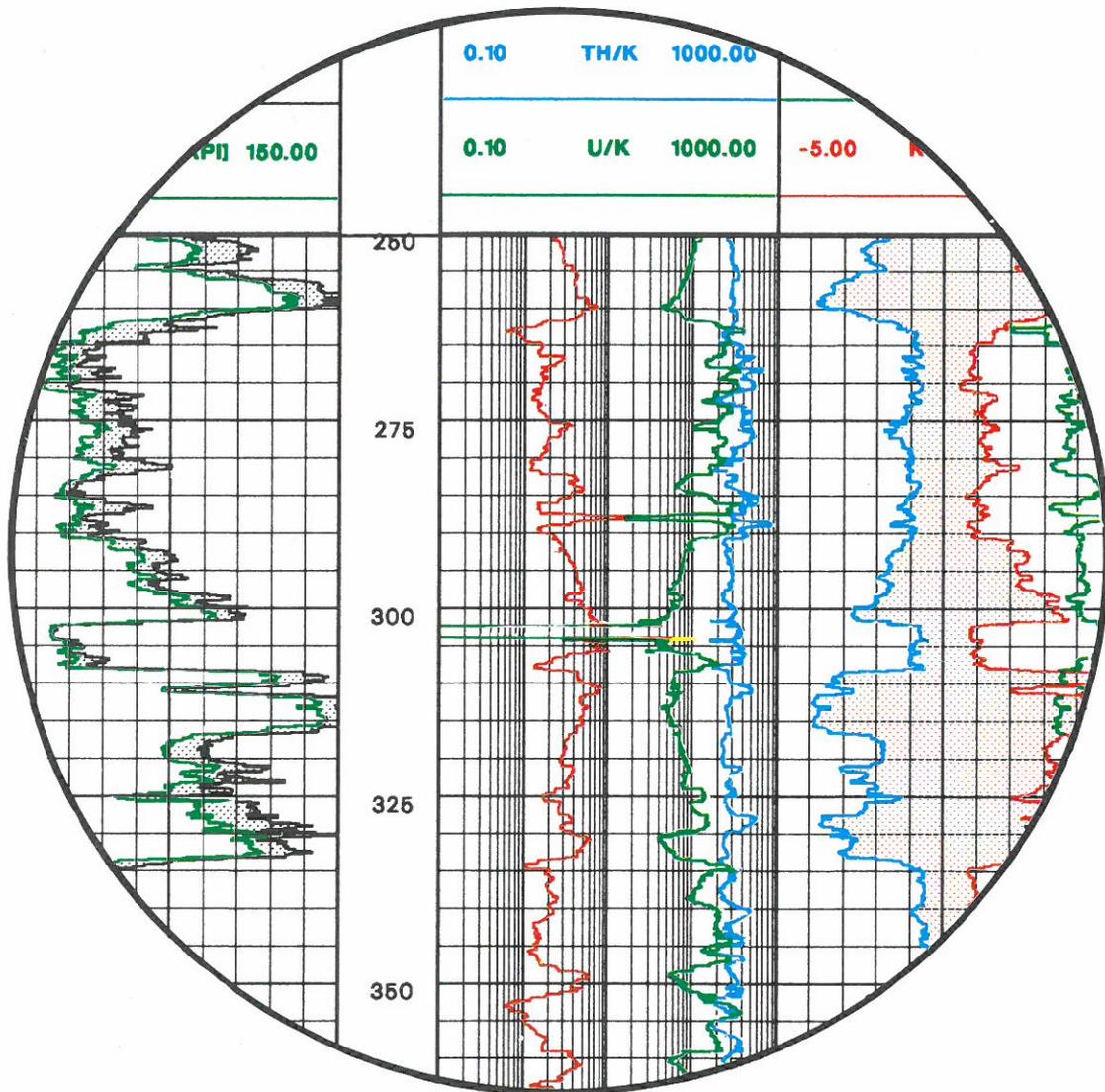


# KTB REPORT 87-4

## Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 3) Bohrlochmessungen in der KTB-Oberpfalz VB – Intervall 0–478,5 m –



Herausgegeben von der  
Projektleitung Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland  
im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung

J. K. Draxler und R. Hänel

Redaktion: Prof. Dr. R. Hänel, Dipl.-Ing. J. K. Draxler

Druck: A. Bernecker, 3508 Melsungen

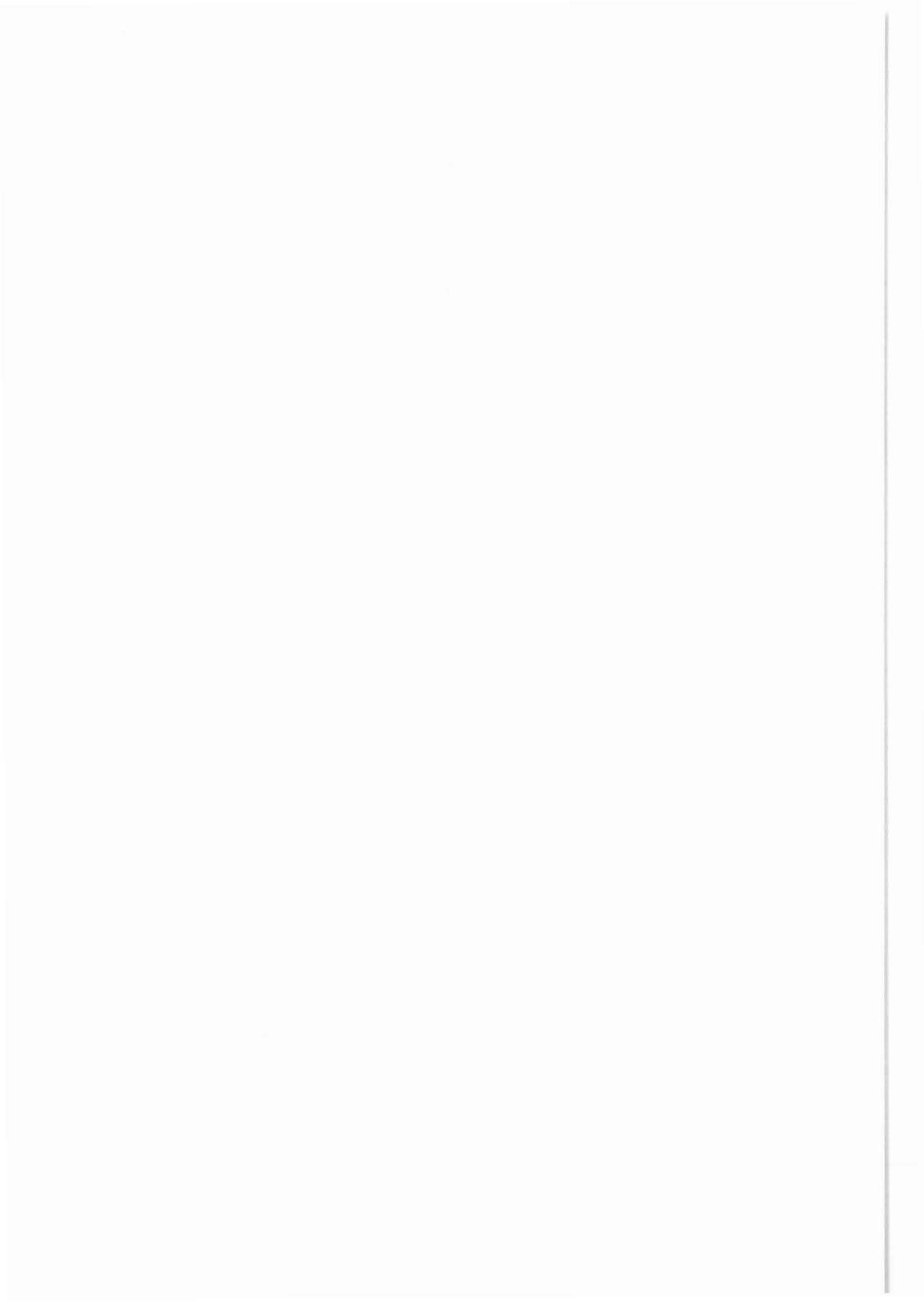
Titelbild: Farbdarstellung einer Messung des natürlichen Gammastrahlenspektrums, zerlegt in die Anteile der Uranium-, Thorium- und Kaliumstrahlung sowie der Verhältnisse Uranium : Thorium, Uranium : Kalium und Thorium : Kalium.

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie (Forschungskennzeichen: RG 8604) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Anschrift des Herausgebers: Projektleitung KTB im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Postfach 510153, D-3000 Hannover 51. Telefon (0511) 643 2670.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung.....	3
2 Angaben zur Bohrung KTB-Oberpfalz VB.....	7
3 Allgemeine Angaben zum Bohrlochmeßprogramm sowie zu den Bohrlochmessungen.....	11
4 Intervallmessungen 0 - 450 m.....	23
4.1 Temperaturmessungen.....	23
4.2 Kaliber-, Neigungs- und Orientierungsmessungen..	27
5 Erste Meßserie bei 478,5 m.....	31
5.1 Angaben zur Durchführung der Messungen bei 478,5 m.....	31
5.2 Beschreibung der Meßserie bei 478,5 m.....	39
5.3 Beschreibung der bereits vorliegenden Auswertungen.....	120
6 Hydraulische Teste.....	145
7 Anforderung von KTB-Meßdaten	



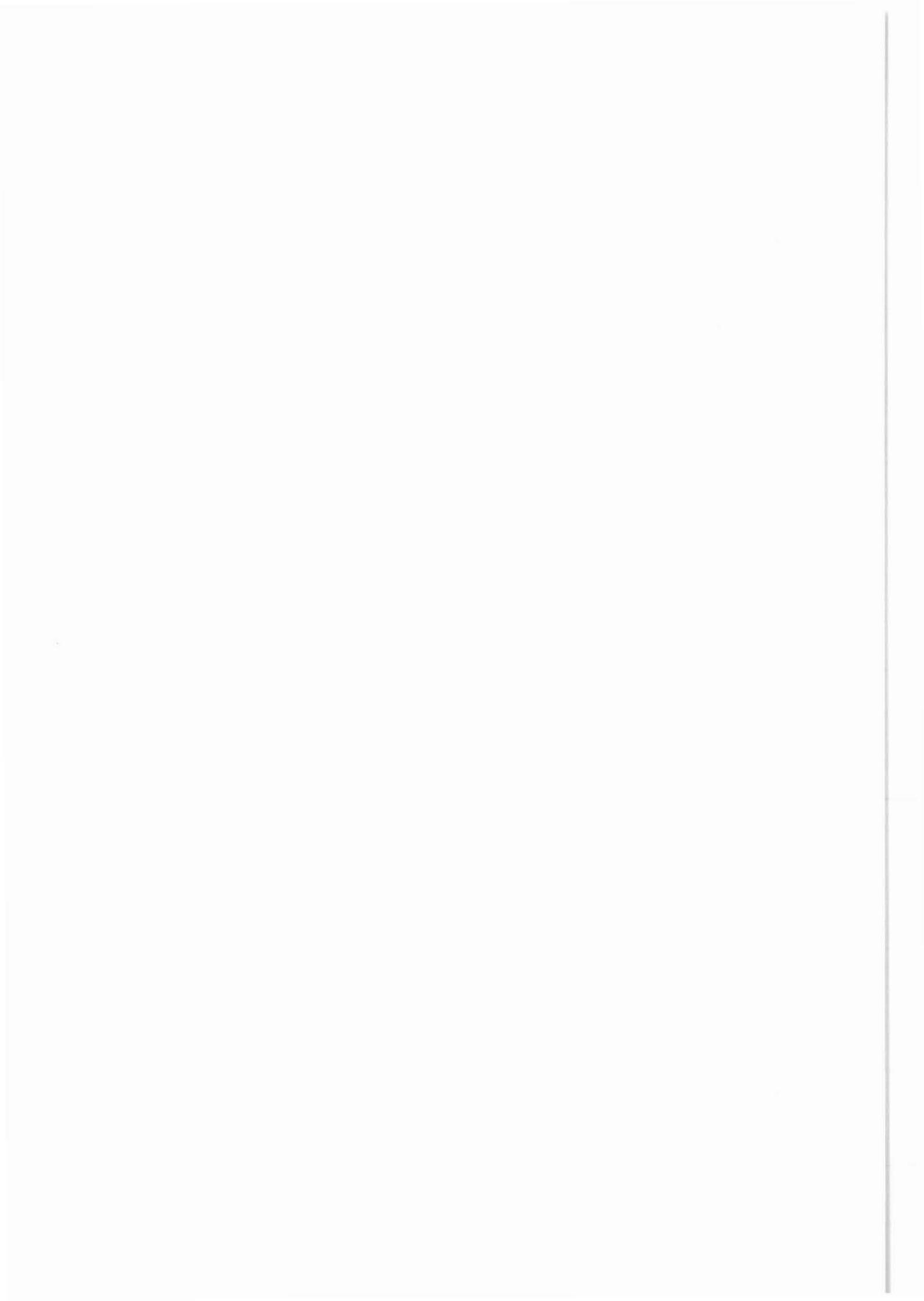
# Zusammenfassung



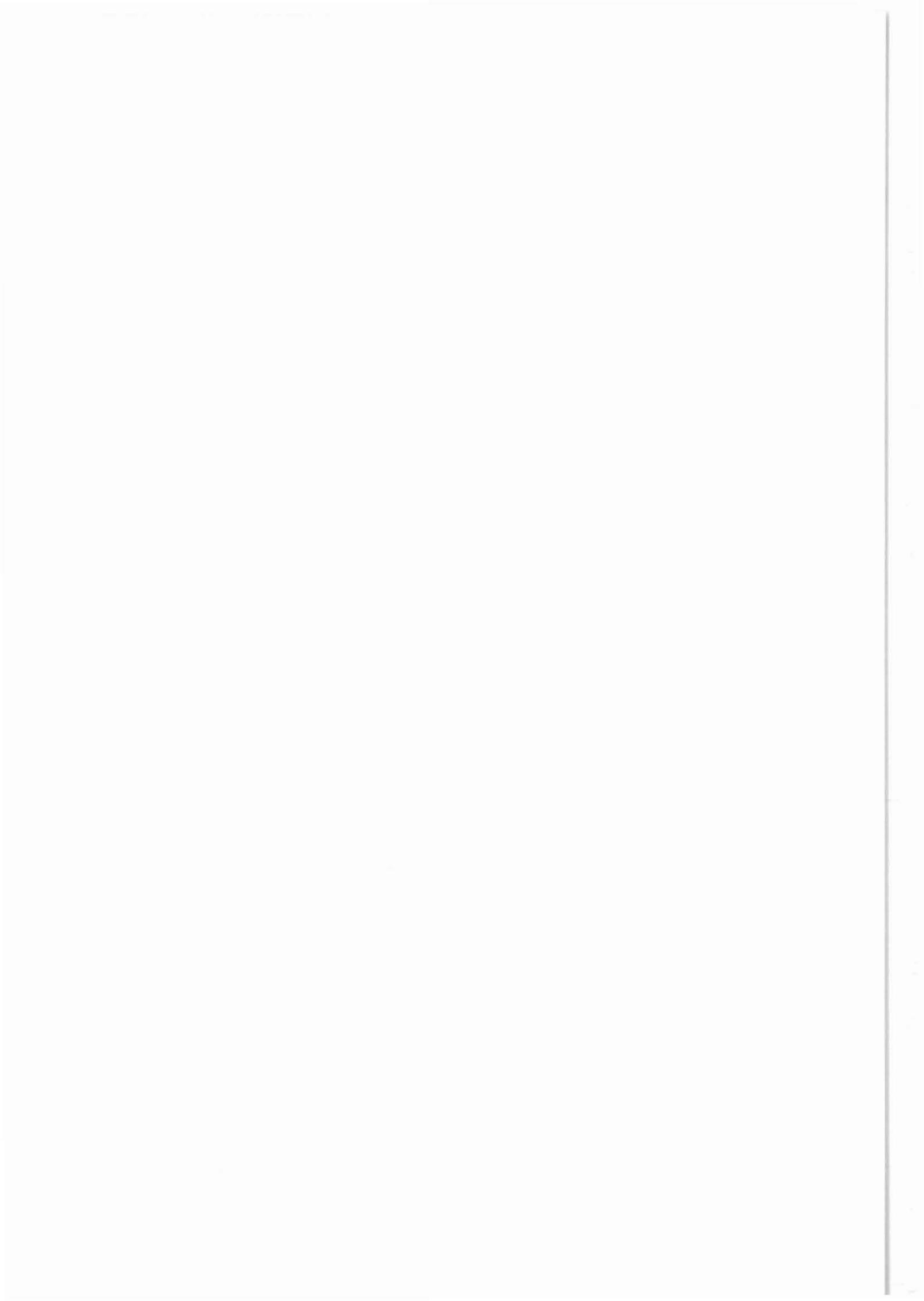
### **Zusammenfassung**

Am 26.10.1986 hat die Pilotbohrung KTB-Oberpfalz VB die Verrohrungsteufe von 478,5 m erreicht. Es wurden sowohl Bohrlochmessungen während des Abteufens der Bohrung ausgeführt, genannt "Intervallmessungen", als auch vor dem Einbau der Verrohrung, genannt "Erste Meßserie". Im Anschluß an die Erste Meßserie wurden auch hydraulische Teste ausgeführt. Diese Bohrlochmessungen und hydraulischen Teste werden aufgelistet, an Hand eines Log-Ausschnittes erläutert und durch technische Anmerkungen ergänzt. Bereits vorliegende Auswertungen werden ebenfalls vorgestellt. Der Bericht dient zugleich als Dokumentation aller bisher ausgeführten Messungen und Teste.

Interessenten können nunmehr unter Verwendung der dem Bericht beigefügten austrennbaren "Anforderungen für KTB-Bohrlochmeßdaten" die Daten abrufen. Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger unter Berücksichtigung der Autorenrechte die Pflicht der regelmäßigen Berichterstattung über den Fortgang der Interpretationsarbeiten. Die Erstveröffentlichung muß in der KTB-Berichtreihe dokumentiert werden.



# 1 Einleitung



## 1 Einleitung

Am 18.09.1987 erfolgte im Rahmen einer Einweihung die Errichtung des Bohrturmes an der Bohrlokation KTB-Oberpfalz VB. Die Bohrarbeiten begannen am 22.09.1987 und am 26.10.1987 wurde die Verrohrungsteufe von 478,5 m erreicht. Entsprechend der Planung wurden während des Abteufens "Intervallmessungen" und vor dem Einbau der Verrohrung die "Erste Meßserie" durchgeführt. Außerdem wurden nach der Verrohrung Messungen zur Zementkontrolle und die "Nullmessung" für die Verschleißuntersuchung der Verrohrung gefahren.

Das Arbeitsprogramm des Fachbereiches Operative Bohrgeologie, Arbeitsgruppe Bohrlochgeophysik, der Projektleitung sowie das Bohrlochmeßprogramm für die Bohrung KTB-Oberpfalz VB wurde bereits in dem KTB-Report 87-3 ausführlich beschrieben. Darüber hinaus wurde in einem Datenflußdiagramm (Abb. 8.7 in Report 87-3) festgelegt, wie nach der Durchführung der Messungen mit den Meßergebnissen weiter zu verfahren ist.

Aus diesem Datenflußdiagramm geht hervor, daß nach Abschluß der Messungen die Geogemeinde des KTB über die ausgeführten Messungen zu informieren ist. Die Messungen sind außerdem zu kommentieren, so daß der Inhalt und damit die Bedeutung der Messungen leichter verständlich wird. Dies ist ein wesentliches Ziel des vorgelegten Berichtes.

Darüber hinaus soll der Bericht zugleich als Dokumentation aller bisher ausgeführten Messungen dienen. Es ist vorgesehen, die nächsten Messungen analog vorzulegen.

Soweit möglich, wurden die Echtzeit-Messungen in LIS-Format auf Magnetband und auf Film oder Papier aufgezeichnet. Von diesen Filmen wurden an der Lokation Lichtpausen angefertigt.

Sie tragen den Vermerk "FELDPAUSE" und sind als Sofortkopien gedacht. Entsprechend dem Datenflußdiagramm können die Meßdaten, nachdem sie teufenkorrigiert und normalisiert sind, bei der Projektleitung des KTB abgerufen werden:

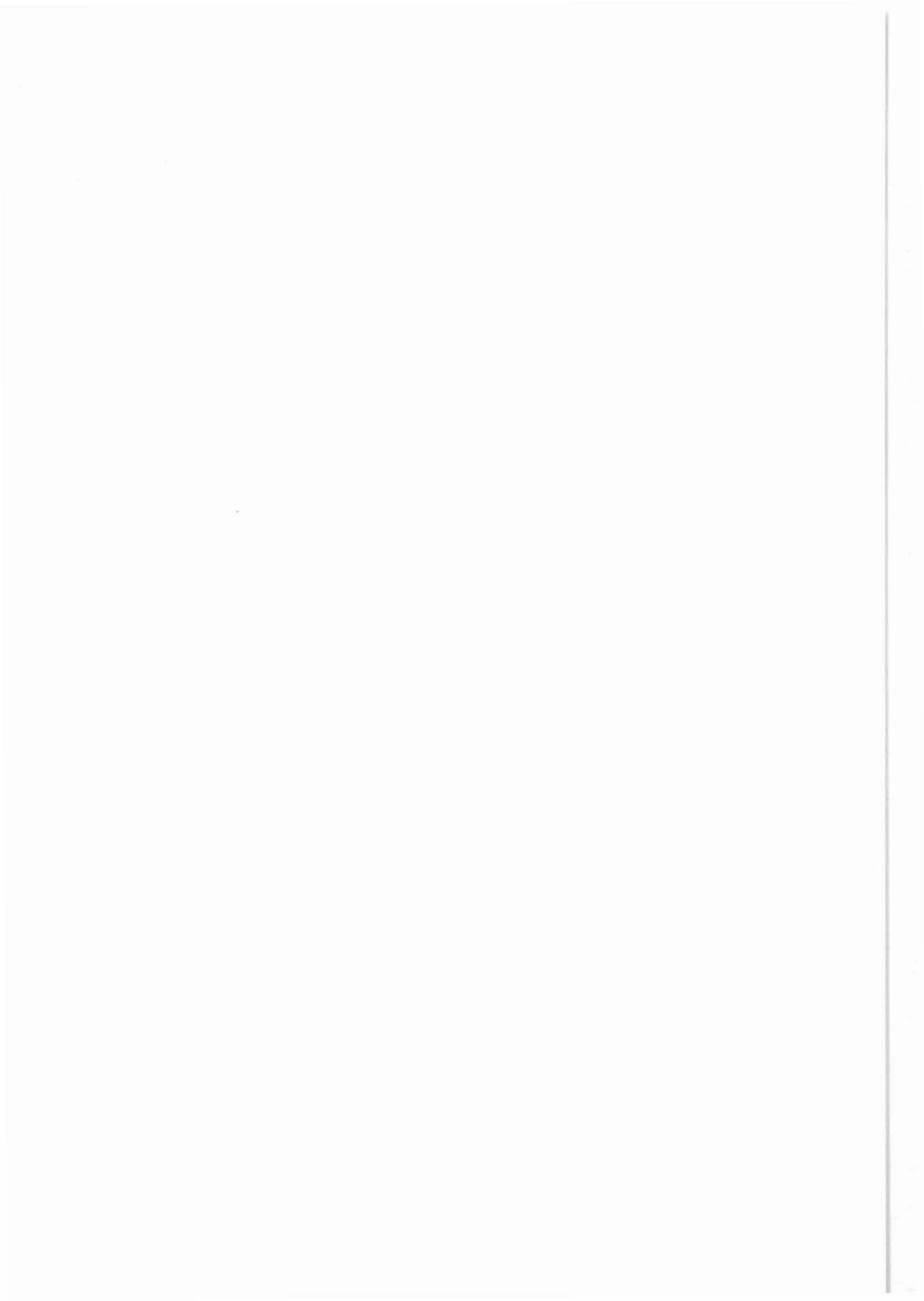
Dipl.-Ing J. K. Draxler  
NLFB-KTB Projektleitung  
Stilleweg 2, 3000 Hannover 51  
Tel.: 0511 - 643-2673 (Hannover)  
Fax: 0511 - 643-2686 (Hannover)  
Tel.: 09681 - 3795 (Windischeschenbach)  
Fax: 09681 - 3756 (Windischeschenbach,  
telefonisch anmelden!)

Für Ausarbeitungen und Interpretationen sollen ausschließlich korrigierte Daten verwendet werden. Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger gemäß dem oben genannten Datenflußdiagramm die Pflicht, der Projektleitung bzw. in den ARGEN regelmäßig über den Fortgang der Interpretationsarbeiten zu berichten, vergl. hierzu KTB-Report 87-3 sowie Protokoll ARGE 4 vom 20.08.1987. Entsprechend diesem Protokoll sind auch die Autorenrechte zu beachten. Erstveröffentlichungen sind in KTB-Reports vorzusehen.

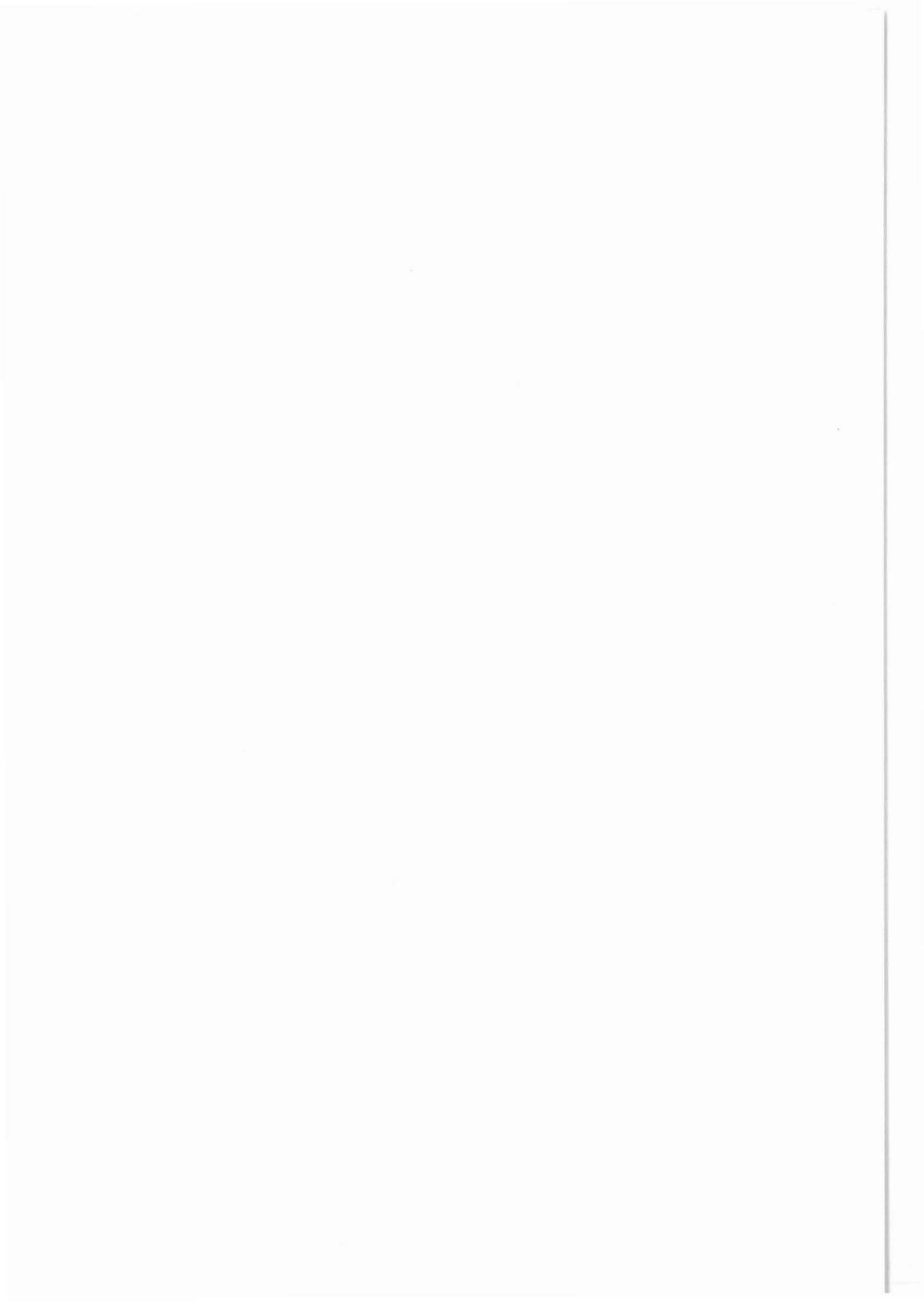
Die Beschaffung der Dauermeßstation, der Container, der KTB-eigenen Meßgeräte, der Werkstättenausrüstung etc. ist Aufgabe von Herrn Dipl.-Ing. G. Zoth. Seiner Vorarbeit ist es zu verdanken, daß bei Bohrbeginn die "Logging Unit" einsatzbereit war und der Meßbetrieb trotz verspäteter Lieferungen aufgenommen werden konnte. Dank gilt Herrn Dr. W. Kessels für seine vielen, ideenreichen Anregungen und für seinen Einsatz vor Ort.

Bis zum 13.11.1987 sind bereits 76 Messungen fast störungsfrei ausgeführt worden, davon 62 mit der Dauermeßstation. Dies war nur durch das persönliche Engagement des Meßingenieurs E. Kühr, des Elektronikingenieurs I. de Grefte und des Operators K. Bohn ermöglicht worden. Technische Kompetenz, Einsatzwilligkeit und Freude an der Mitarbeit zeichnet diese 3er-Mannschaft der Dauermeßstation aus.

Unser besonderer Dank gilt Frau Schmidt-Rohner, die mit unermüdlichem Fleiß und viel Geduld dazu beigetragen hat, den Report in der vorliegenden Form fertigzustellen.



2 Angaben zur Bohrung  
KTB-Oberpfalz VB



## 2 Angaben zur Bohrung KTB-Oberpfalz VB

Nachstehend werden einige Angaben nur insoweit zusammengestellt, als diese für die Durchführung der Bohrlochmessungen bzw. für die später sich anschließende Interpretation von Bedeutung sind.

### **Lokation**

- . Koordinaten: R-Wert 5519 865,  $\lambda$ : 15° 14' 7"
- . H-Wert 4508 590,  $\varphi$ : 40° 42' 57"
- . Höhe über NN: 513,5 m; auch Ackersohle genannt
- . Gemeinde: Windischeschenbach
- . Kreis: Neustadt an der Waldnaab
- . Land: Bayern

### **Bohrunternehmer**

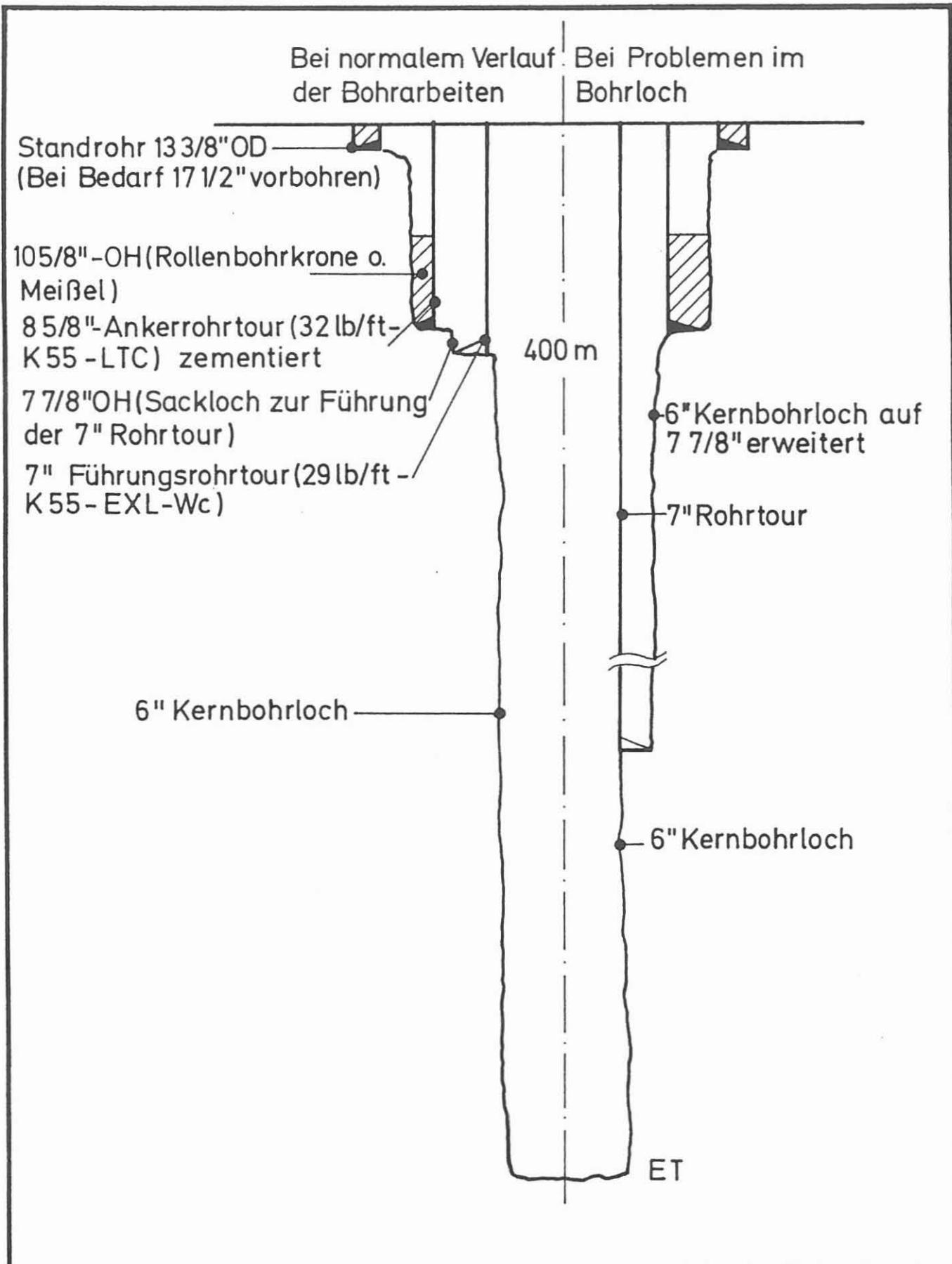
- . Arbeitsgemeinschaft Deutsche Schachtbau- und Tiefbohrgesellschaft, Lingen, sowie Saarberg-Interplan, Saarbrücken

### **Bohrzeiten**

- . Bohrbeginn: 22.09.1987
- . Einstellung der Zirkulation: 26.10.1987, 12.30 Uhr

### **Angaben zur Bohranlage**

- . Typ: Salzgitter A-Mast
- . Drehtischhöhe: 7,4 m über Ackersohle
- . Teufenbezugshöhe: Ackersohle
- . Bohrplan: siehe Abb. 2.1
- . Tatsächliche Verrohrungstiefen:
  - 13 3/8" bis 27,4 m (zementiert)
  - 8 5/8" bis 478,5 m (zementiert)
  - 7" EXL-WC bis 480,0 m (Schutzrohrfahrt, nicht zementiert)



KTB - Vorbohrung - geplantes  
Schema

[SPERBER]

KTB

Abbildung 2.1

### Spülung bei Meßbeginn

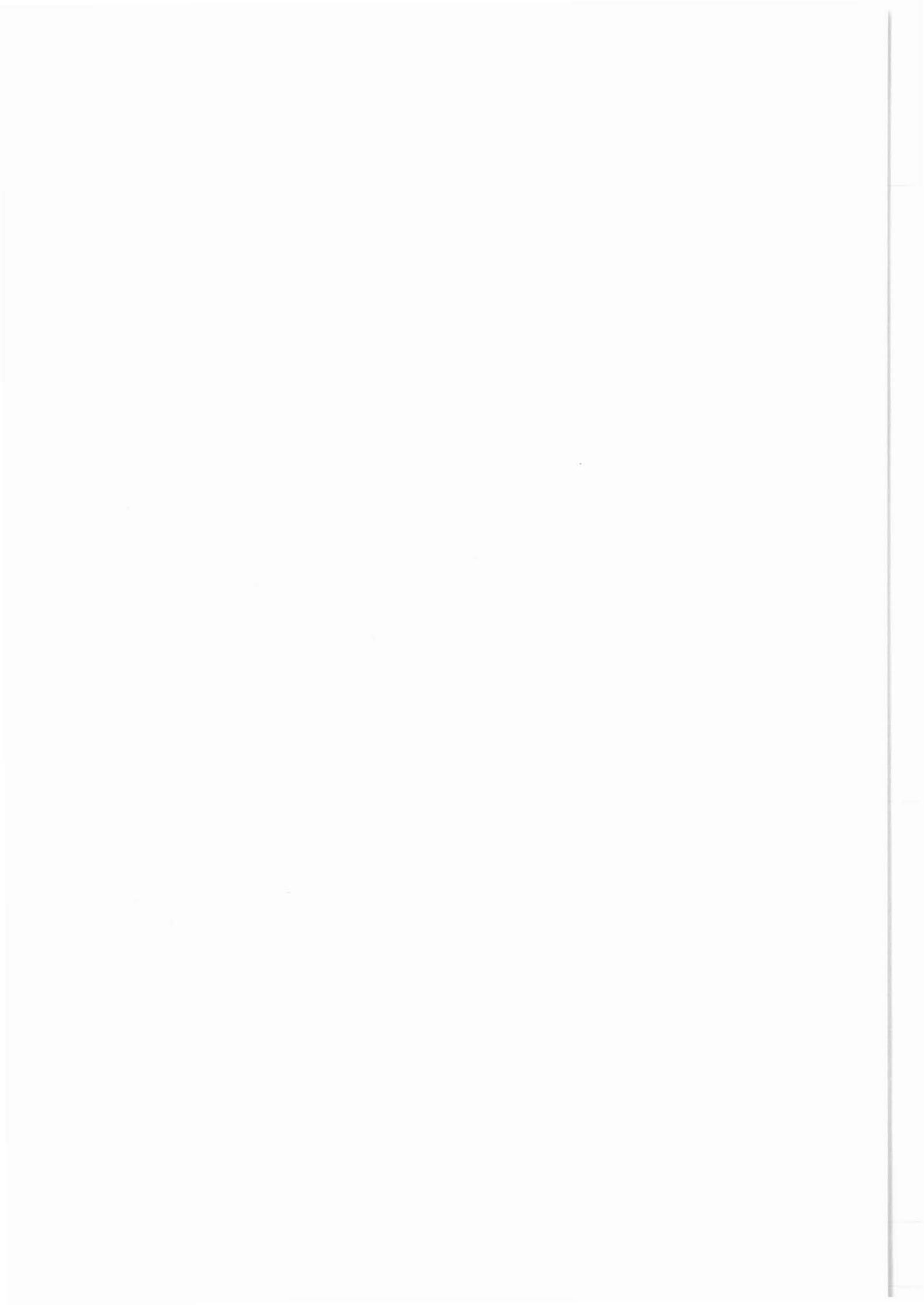
- . Süßwasser mit Dehydrill HT
- . Spülgewicht: 1,03 g/cm<sup>3</sup>
- . Spülviskosität (Trichter): 49/62 s
- . Spülwiderstand: 4,9 Ohm m bei 13 °C
- . pH-Wert der Spülung: 9,32

#### . Vorbereitung der Bohrung für die Messungen:

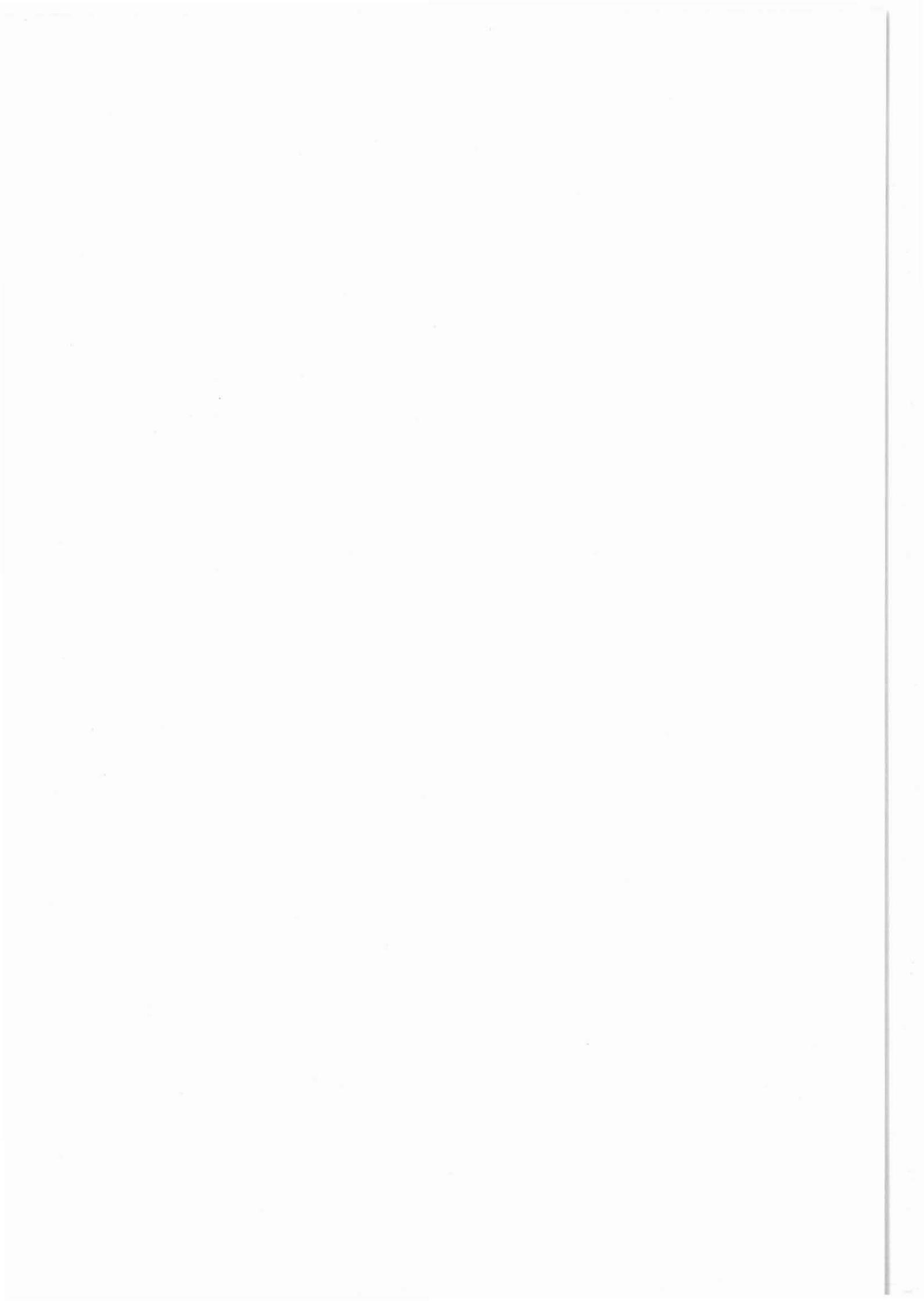
Nach dem Ausbau des Kernrohres am 26.10.1987 wurde die Bohrung nochmals befahren und die Spülung zirkuliert, um die Bohrung für die Messungen vorzubereiten. Hierfür wurde die Spülung nur in ihrer Gelstärke leicht verändert. Alle anderen Parameter blieben unverändert. Von Seiten des Fachbereiches Technik war geplant, während der Meßperiode die Bohrung in regelmäßigen Zeitabständen neu aufzuspülen. Dies wurde nicht durchgeführt, weil neuerliches Zirkulieren den Temperaturenaufbau gestört hätte. Es wurde vereinbart, nur bei Brückenbildung durch Nachfall die Bohrung zu befahren. Am 26.10.1987, 15.00 Uhr, war die Bohrung meßbereit.

### Kerngewinn

Bis zur Teufe von 478,5 m wurde mit dem Rotary-Bohrverfahren gearbeitet. Dieses Bohrverfahren erlaubte für den Kerngewinn den Einsatz des sog. Doppelkernrohres, welches aufgrund der Erfahrungen i. a. keinen 100 %igen Kerngewinn erwarten läßt. Der Kerngewinn lag anfänglich bei 19 %, ab etwa 300 m bei etwa 80 %, und im Mittel bei 43 %. Damit steht aus der Sicht der Bohrlochgeophysik hinreichend Kernmaterial zur Verfügung, um die Bohrlochmessungen zu kalibrieren und um die anstehenden Forschungsvorhaben durchführen zu können (vergl. hierzu KTB-Report 87-3, Kap. 4).



3 Allgemeine Aufgaben zum  
Bohrlochmeßprogramm sowie  
zu den Bohrlochmessungen



### **3 Allgemeine Angaben zum Meßprogramm sowie zu den Bohrlochmessungen**

Entsprechend den geowissenschaftlichen Zielen wurde ein für die Vor- und Hauptbohrung gültiges Arbeitsprogramm erarbeitet. Der Leitgedanke für die Arbeitsgruppe Bohrlochgeophysik der Projektleitung ist dabei die:

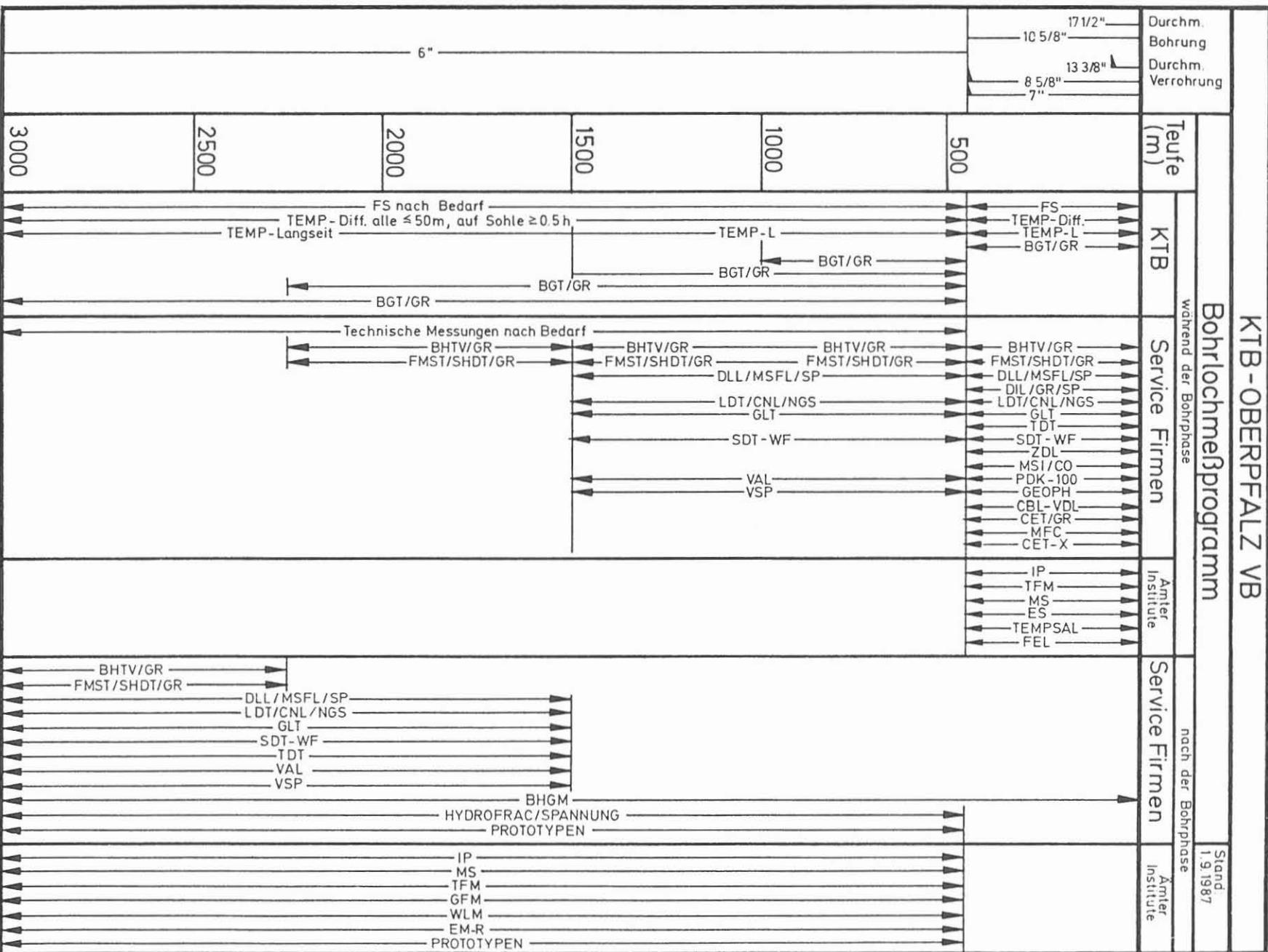
**Umsetzung der geowissenschaftlichen Zielvorstellungen in zu messende physikalische Gesteinsparameter, chemische Elemente, Mineralkomponenten, Fluide, Wärme- und Massentransporte sowie in geophysikalische Feldgrößen.**

Dieses Hauptziel besteht aus mehreren Teilzielen. Eines dieser Teilziele stellt das Meßprogramm für die Bohrung KTB-Oberpfalz VB dar. Das Meßprogramm setzt sich aus dem Bohrlochmeßprogramm (Wirelinemessungen) sowie den hydraulischen Testen zusammen; Abb. 3.1, Abb. 3.2. Die ausführliche Begründung für das Meßprogramm findet sich im KTB-Report 87-3.

Das mehrfach überarbeitete Programm erhielt seine endgültige Fassung, als die Bohrlochmessungen am 11.09.1987 öffentlich ausgeschrieben wurden.

Einige Ausführungsbestimmungen zum Bohrlochmeßprogramm sollen noch einmal in Erinnerung gerufen werden:

- Temperaturmessungen etwa alle 50 m bei Meißelwechsel.
- Kalibermessung, Neigung und Orientierung nach Bedarf, um die Stabilität und Richtung der Bohrung zu überprüfen. Treten Bohrlochrandausbrüche auf, sind diese durch Wiederholungsmessungen in ihrer Entwicklung zu überprüfen.
- Messungen des Spülungswiderstandes zur Erkennung evtl. Zuflüsse.



PLANUNG : BOHRLOCHMESSUNGEN

JD-87/1



Abbildung 3.1



- Vor der Verrohrung ist ein vollständiges Meßprogramm zu fahren, außerdem sind ein bis zwei Drill Stem Teste auszuführen.
- Im Sinne der Prioritätenliste sind etwa alle 500 m geologisch relevante Bohrlochmessungen wie BHTV und SHDT/FMST zu fahren.
- bei 1 500 m Tiefe ist ein erweitertes Meßprogramm incl. VSP vorgesehen.
- Nach Erreichen der Endteufe von 3 000 m wird ein vollständiges Meß- und Testprogramm durchgeführt.
- Die Zementation von Verrohrungen und der Verschleiß an der Schutzrohrfahrt soll durch Messungen überprüft werden.

Die Durchführung eines vollständigen Meßprogrammes vor der Verrohrung, die nun bei 478,5 m eingebracht wurde, ist notwendig, weil die Meßergebnisse, außer denen der Radioaktivitätsmessungen, im verrohrten Bohrloch verfälscht werden.

Bei dieser ersten Meßserie wurden auch Messungen von verschiedenen Service-Firmen, Instituten und/oder Ämtern durchgeführt, die gleichen oder ähnlichen Meßprinzipien folgen. Damit soll, mit dem finanziell geringsten Aufwand, eine Entscheidungshilfe geschaffen werden, um für den tieferen Meßbereich die aussagekräftigste Messung wählen zu können. Folgende Vergleichsmessungen wurden ausgeführt:

- . WBK-Borehole Televiewer (BHTV)/  
Schlumberger Borehole Televiewer (BHTV)
- . Schlumberger Litho-Density Log (LDL)/  
Dresser Atlas Z-Density (ZDL)
- . Schlumberger Geochemical Logging Tool (GLT)/  
Dresser Atlas Multiparameter Spectrometer Instrument -  
Continuous Carbon Oxygen (MSI - CO)

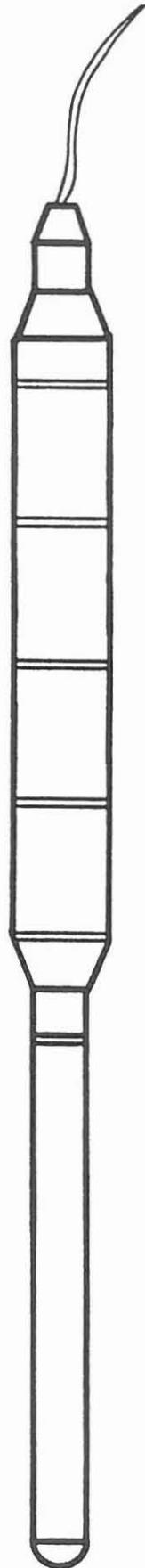
- . Schlumberger Thermal Neutron Decay Time (TDT - P) /  
Dresser Atlas Pulsed Neutron Decay Time Log (PDK-100)
  
- . NLfB Temperatursonde / KTB Temperatursonde (TEMP)
  
- . TU München Magnetische Suszeptibilitätssonde /  
ELGI (Ungarn) Magnetische Suszeptibilitätssonde
  
- . NLfB Induzierte Polarisationssonde /  
ELGI (Ungarn) Induzierte Polarisationssonde.

Zur Durchführung des Meßprogramms steht die KTB-eigene Dauermeßstation zur Verfügung, die aus der Well Logging Unit, den KTB-eigenen Meßsonden, Zubehör und Containern besteht. Die Well Logging Unit ist mit einem ca. 7 200 m langen 7adrigen Meßkabel ausgerüstet. Details zur Dauermeßstation können ebenfalls dem KTB-Report 87-3 entnommen werden.

Die Verbindung zwischen Meßsonde und Kabel wird durch den Kabelkopf hergestellt, Abb. 3.3. Demzufolge wird bei jeder Einfahrt das AMS (Temperatur, Spülungswiderstand, Zugspannung am Kabelkopf) und die Gammastrahlenmeßsonde (GR) mit eingefahren. Die GR-Sonde dient zur Messung der natürlichen Gammastrahlung und bietet somit die Möglichkeit, die Teufenkorrelation der verschiedenen Messungen zu verbessern.

Die Aufzeichnung der gemessenen Daten erfolgt analog in Echtzeit auf Film oder Papier und digital auf Magnetband oder Floppy. Die Teufenmaßstäbe für Standardmessungen betragen 1 : 200 und 1 : 1000. Sondermessungen mit erhöhtem vertikalem Auflösungsvermögen wurden an der Bohrung in Echtzeit ebenfalls registriert: Maßstab 1 : 40.

Jede Einzel- oder Kombinationsaufzeichnung besteht aus mehreren Komponenten:



- Kabelkopf

- AMS

- Telemetrie

- GR

DTB  
- elektron. Adapter

- mechan. Adapter

- Meßgeräte der  
Universitäten, Ämter  
und KTB

DMST - Standard - Tool Head

[ZOTH]

**KTB**

Abbildung 3.3

- **Film**

Log Heading	Filmkopf mit Angaben zur Bohrung
Pre- and After Survey Calibration	Kalibrierung vor und nach der Messung
Sensor Measure Point to Tool Zero	Meßabstand der unterschiedlichen Sensoren zur Gerätenullreferenz
Parameter	Eicheinheiten
File No.	Aufzeichnungsreferenz mit Datum und Uhrzeit der Aufzeichnung
Repeat Section	Wiederholungsmessung
Main Section	Hauptmessung

- **Magnetband**

Header	Bandkopf mit allen relevanten Informationen zur Bohrung, Messung, Aufzeichnungsformat, Datum, Zeit etc.
Parameter Table	Parameter Tabelle Eichparameter
Calibration Table	Kalibrierungstabelle
File No.	Referenznummer der Messung
Data File	Wiederholung-Hauptmessung Meßdaten mit Teufenzuordnung
EOF (End of File)	Endmarkierung.

Das von KTB vorgegebene Bandformat ist LIS (Log Information Standard). Alle Messungen, die in einem anderen Format geschrieben sind, müssen in LIS umgesetzt werden, um weiterverarbeitet werden zu können.



Schlumberger		KTB-OPF-VB #TEMP-GR-AMS# 26/10/87	
			
COMPANY: NIEDERSAECHSISCHES LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG WELL: KTB-OPF-VB FIELD: OBERPFALZ KREIS: NEUSTADT/WN LAND: BAYERN NATION: BRD LOCATION: NAABDEHENREUTH WINDISCHESCHENBACH LATITUDE: HW:55 19 865 LONGITUDE: RW:45 08 590 PERMANENT DATUM: ACKERSONLE ELEVATIONS- ELEV. OF PERM. DATUM: 513.5 M KB: LOG MEASURED FROM: ACKERSONLE DF: 7.4 M 0.0 M ABOVE PERM. DATUM GL: 513.5 M DRLG. MEASURED FROM: ACKERSONLE DATE: 26 OCT 87 RUN NO: 14		OTHER SERVICES- BGL-GR PROGRAM TAPE NO: 29.750	
DEPTH-DRILLER: 478.5 M DEPTH-LOGGER: 478.5 M BTH. LOG INTERVAL: 478.5 M TOP LOG INTERVAL: 8.0 M CASING-DRILLER: 27.4 M CASING-LOGGER: 27.4 M CASING: 13-3/8"K55 WEIGHT: 54.5000 LB/F BIT SIZE: 17-1/2" 10-5/8" DEPTH: 27.5 M			
TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL DENSITY: 1.03 G/C3 VISCOSITY: 4962 S PH: 9.3 FLUID LOSS: 30.8 C3 SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF RH: 4.900 DHMM AT 13.0 DEGC RMF: 5.250 DHMM AT 13.0 DEGC RMC: 4.260 DHMM AT 13.0 DEGC SOURCE RMF/RMC: PRESSE/PRESSE RM AT BHT: 4.157 DHMM AT 19.2 DEGC RMF AT BHT: 4.454 DHMM AT 19.2 DEGC RMC AT BHT: 3.614 DHMM AT 19.2 DEGC TIME CIRC. STOPPED: 12:30 26/10 TIME LOGGER ON BTH.: 16:15 26/10 MAX. REC. TEMP: 19.2 DEGC LOGGING UNIT NO: 701 LOGGING UNIT LOC: KTB RECORDED BY: KUEHR WITNESSED BY: DRAXLER/ZOTH			
REMARKS: GEBOHRT BIS 12:00 26/10/87 OBERFLAECHEMTEMPERATUR: 8.5 GRAD C. (14:00 26/10) TEMPERATURSONDE VT-1200 MESSDATEN TMP1 UND TMP2 SIND KALIBRIERT DARGESTELT. MESSGESCHWINDIGKEIT 10 M/MIN			
EQUIPMENT NUMBERS- TCM-AB 449      TCC-A 458      SGC-SA 1247      AMS-EMP4 DIE VT-1200 001      IIC-B 759			

Maximale registrierte Temperatur  
Meßausrüstung, Meßingenieur, Mitarbeiter  
der Projektleitung.

6. Feld:                   Zusätzliche Informationen, die berücksich-  
tigt werden sollen.
7. Feld:                   Gerätebezeichnungen und -nummern der einge-  
setzten Meßsonden.

Im folgenden werden noch einige Erläuterungen zum Film (Abb. 3.5) gegeben, die für den Besteller bzw. den Benutzer von Meßdaten von Interesse sind:

Der in Echtzeit oder als Playback vom Band hergestellte Film kann je nach Messung sehr unterschiedlich gestaltet werden. Alle Variationen folgen aber einer Grundeinteilung, die aus vier Spuren mit unterschiedlichem Raster besteht: linear, logarithmisch oder frei wählbar.

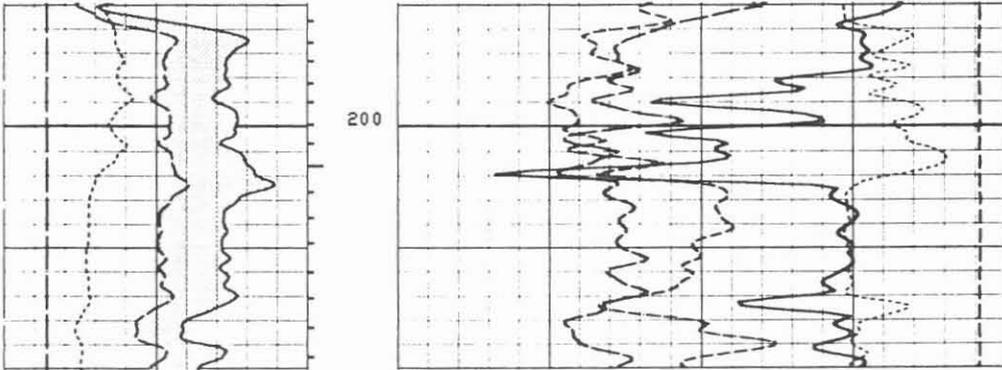
Alle horizontalen Linien des Rasters beziehen sich auf Teufe oder Zeit, alle vertikalen Linien sind Unterteilungen der Eichskalen. Die Spuren 1, 3 und 4 bleiben bei der Standarddarstellung den Meßdaten vorbehalten und die schmale Spur 2 der Teufenangabe. Bei Sonderdarstellungen kann die Teufenspur an den Filmrand gesetzt und ein der Messung angepaßtes Skalenraster gewählt werden.

Die Meßwerte lassen sich in unterschiedlicher Strichstärke, durchgehend, gestrichelt oder punktiert darstellen. Kodierungen und Schattierungen zwischen Raster und Messung oder Meßwert und Meßwert sind möglich. Filme, die in Echtzeit registriert worden sind, haben die linke und rechte äußerste Begrenzungslinie des Rasters regelmäßig unterbrochen. Die Distanz von Unterbrechung zu Unterbrechung entspricht der Meßgeschwindigkeit in Metern/Minute.

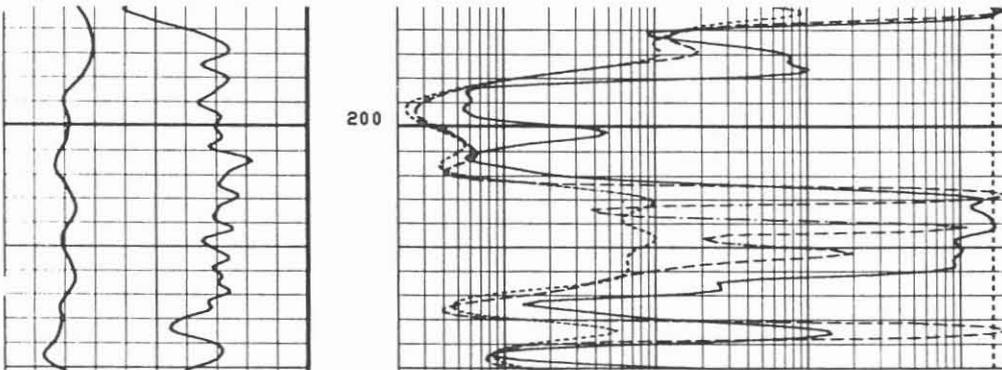
# FILMDARSTELLUNG

Abbildung 3.5

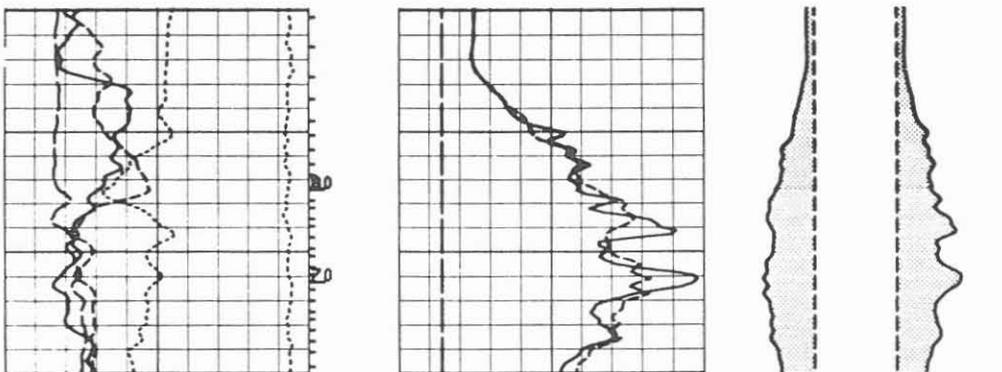
## linear



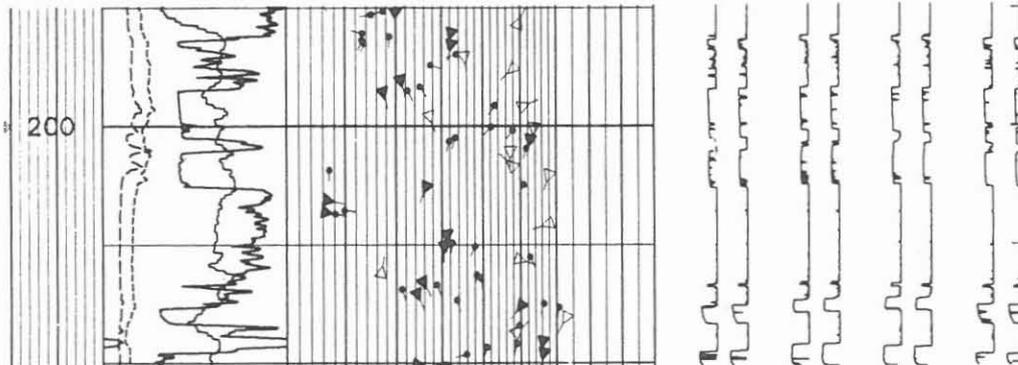
## logarithmisch

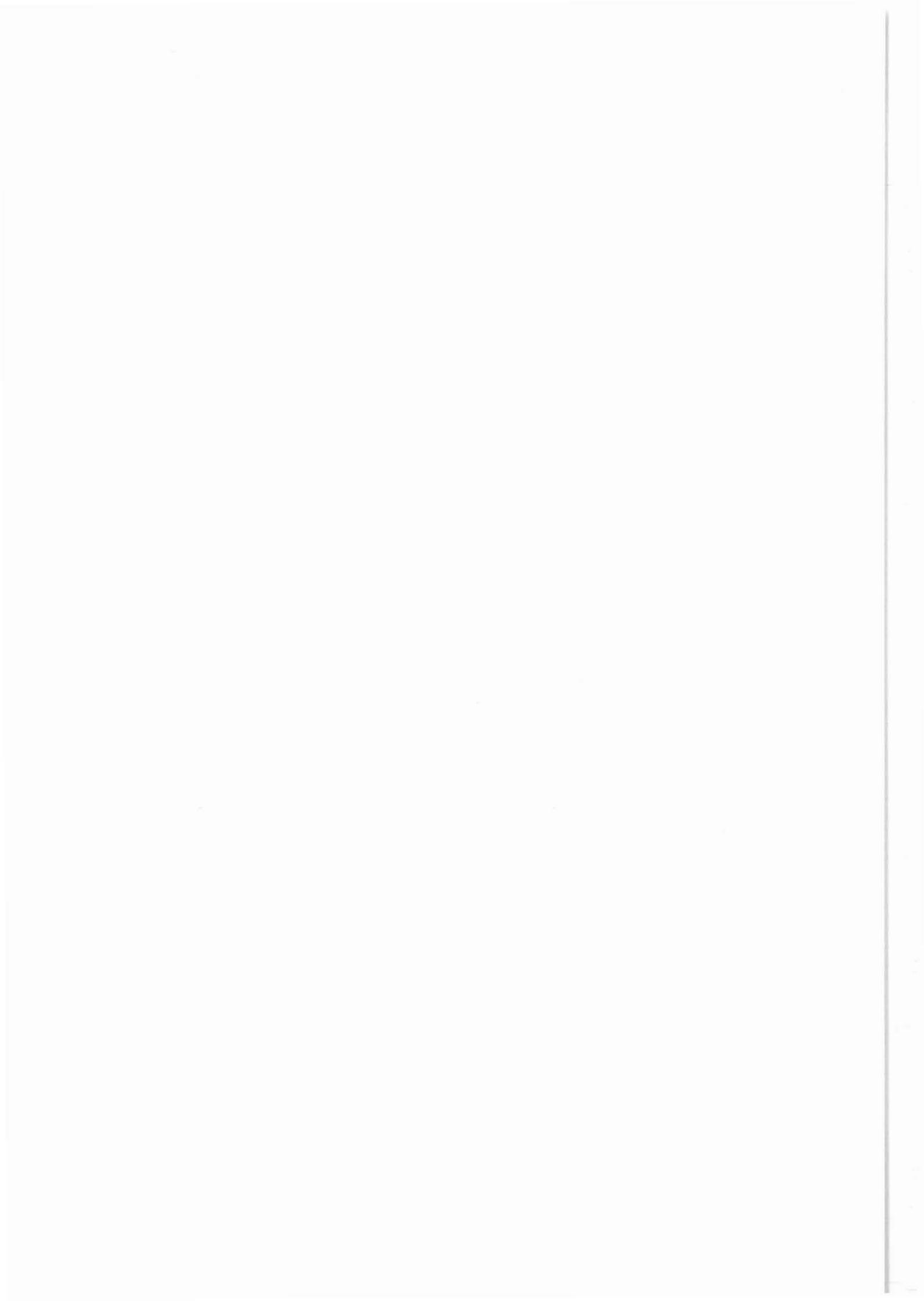


## frei wählbar



## herausgesetzte Teufenspur





## 4 Intervallmessungen 0 – 450 m



#### 4 Intervallmessungen 0 - 450 m

In der Zeit seit Bohrbeginn vom 22.09.1987 bis zum Erreichen der Verrohrungsteufe bei 478,5 m am 26.10.1987 wurden folgende Messungen mit KTB-eigenen Geräten gefahren:

##### 4.1 Temperaturmessungen

Hierfür wurde eine speziell für KTB gebaute Ausrüstung eingesetzt. Die Temperatursonde (TEMP-DIFF) besteht aus zwei Temperaturfühlern, die 1,2 m voneinander entfernt angeordnet sind. Diese Sonde wird in Kombination mit der Gammastrahlenmessung (GRL) und dem Auxiliary Measurement System (AMS) gefahren; also TEMP-DIFF/GR/AMS.

Die Messungen wurden jeweils nach dem Ausbau des Bohrgestänges im Hängen vom Rohrschuh bei 27,4 m bis zur jeweiligen Sohle gemessen. Auf Sohle wurde dann die Temperatur für einen Zeitraum von ungefähr einer halben Stunde gemessen. Die Aufzeichnung erfolgte auf Film und gleichzeitig auf Magnetband. In Abb. 4.1 ist ein Logbeispiel gegeben und in Tab. 4.1 sind alle durchgeführten Messungen zusammenfassend dargestellt. Die in Tabellen 4.1, 4.2, 5.4, 5.5 und 5.6 aufgelisteten Arbeiten (Messungen, Auswertungen, Teste) tragen folgende für die Archivierung gewählte Identifizierung, wobei VB für Vorbohrung steht:

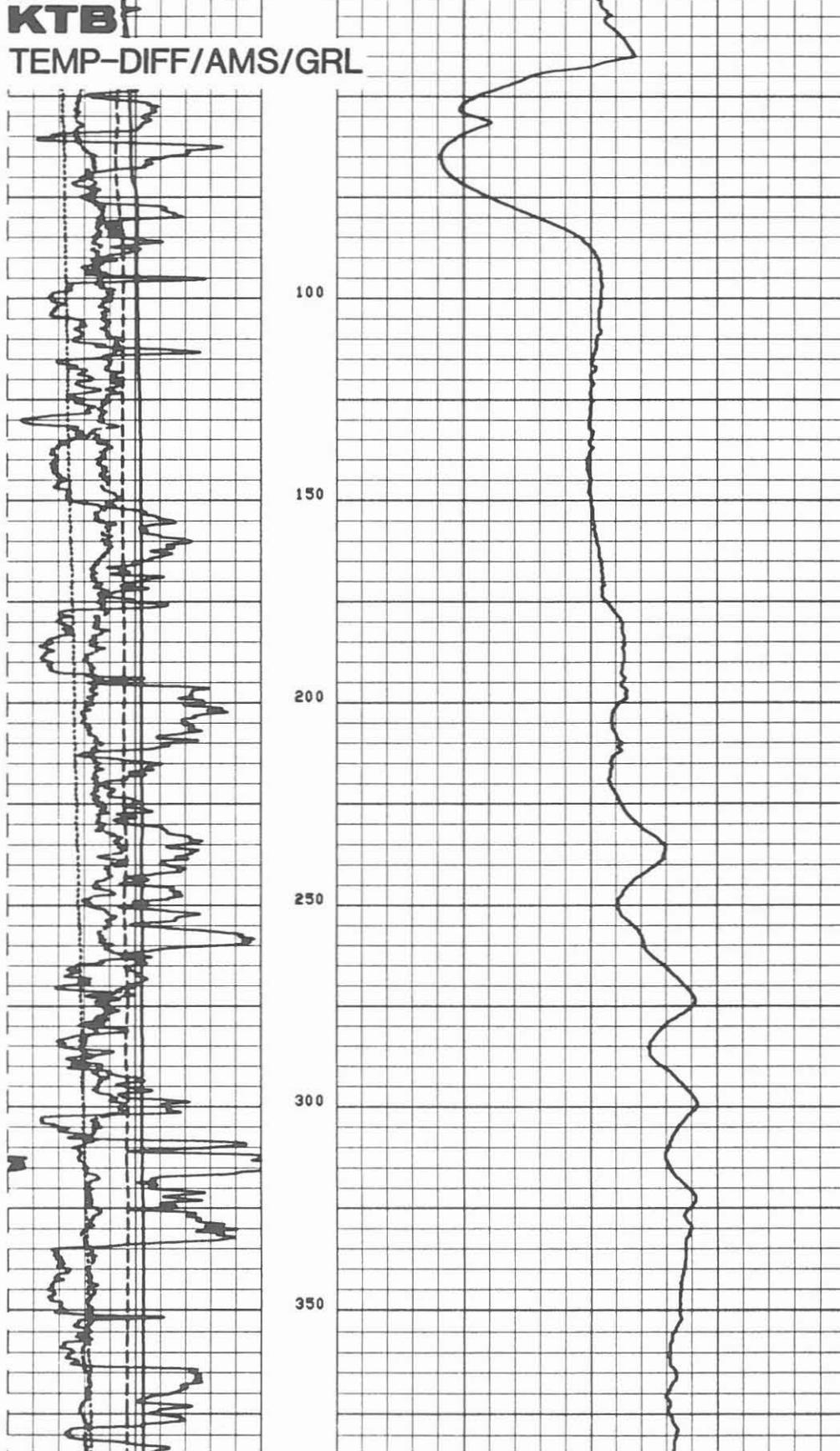
für Messungen	VB-00001, 0002 ....
für Auswertungen	VB-A0001, A0002 ...
für Teste	VB-T0001, T0002 ...

Weitere Angaben sind:

Das Datum ist der Tag der Durchführung der Messung, der Auswertung oder des Testes. Die Zeitangabe gibt den Meßbeginn, die Meßzeit und die Gesamtzeit in Stunden (60 Minuten) an.

0.0	TEM(SLR)	2000.0		
3.0000	MRES(DHMM)	8.0000		
0.0	TMP1(DEGC)	40.000		
0.0	MTEM(DEGC)	40.000		
0.0	GR (GAPI)	150.00	16.000	20.000

Abbildung 4.1



Das Meß-, Auswerte- und Testintervall folgt dem vorgegebenen Schlüssel, ebenso die Liste der Datenträger (Tab. 5.4).

Die Bezeichnungen der Messungen, Auswertungen und Teste wurde in den firmenüblichen abgekürzten Formen übernommen.

Unter der Run-Nr. ist die Anzahl der Messungen oder Teste mit demselben Gerät (System) in der Bohrung zu verstehen.

Besonderheiten werden unter Bemerkungen erwähnt.

Tabelle 4.1: Temperaturmessungen mit KTB-Gerät (Intervall 0 - 447,5 m).

Datum	KTB lfd. Nr.	Run Nr.	Intervall	Meßzeit		Zeit nach Ende der Zirkulation Stunden
				Gesamt Min.	Stationär Min.	
24.09.87	VB - 1	1	0,0 - 27,5 m	10	-	1,0
26.09.87	VB - 3	2	0,0 - 50,0 m	45	30	1,5
28.09.87	VB - 5	3	0,0 - 95,5 m	15	-	1,3
01.10.87	VB - 6	4	0,0 - 143,3 m	70	48	2,3
	VB - 8	4	0,0 - 143,3 m	60	30	3,5
05.10.87	VB -11	6	0,0 - 203,0 m	20	-	3,0 *)
	VB -12	6	25,0 - 203,0 m	60	30	4,0
09.10.87	VB -14	7	0,0 - 247,5 m	70	29	5,4
	VB -15	7	25,0 - 247,5 m	30	-	7,0 *)
12.10.87	VB -17	8	0,0 - 301,5 m	80	33	3,2
	VB -18	8	25,0 - 301,5 m	70	30	4,3
15.10.87	VB -20	9	25,0 - 351,0 m	70	27	5,5
	VB -22	9	25,0 - 351,0 m	80	35	8,2
19.10.87	VB -24	11	0,0 - 400,3 m	73	29	3,3
	VB -26	11	25,0 - 400,3 m	50	30	5,2
23.10.87	VB -28	13	10,0 - 447,5 m	82	30	3,4

Bemerkungen:

\*) Keine stationäre Messung bei diesen Einfahrten.

Messungen KTB lfd. Nr.VB-8, -12, -14, -18, -22, -26, -28 wurden mit GEOCOM-Ausrüstung registriert (Floppy).

#### 4.2 Kaliber- Neigungs- und Orientierungsmessungen

Mit der Kalibersonde wird die Bohrlochwand mit vier Kaliberarmen abgetastet. Die gegenüberliegenden Arme sind zu einem Paar zusammengefaßt. Damit ergibt sich eine Aufzeichnung von zwei Kaliberkurven. Das Gerät enthält außerdem ein Neigungs- und magnetisches Orientierungsmeßsystem, um die Neigung und Richtung der Bohrung zu bestimmen. Diese Informationen werden kontinuierlich aufgezeichnet. Ein GRL dient auch hier der Teufenreferenz und das AMS der Meßsicherheit. In Abb. 4.2 ist ein Logbeispiel zu BGL/GRL/AMS dargestellt und in Tab. 4.2 sind alle bisher durchgeführten Messungen aufgelistet.

Die Kalibermessungen haben gezeigt, daß in den Bereichen zwischen 27,4 - 80,0 m, 6,0 - 213,5 m, 225,0 - 311,0 m und 360,0 - 406,0 m Bohrlocherweiterungen aufgetreten sind. Eine wesentliche Vergrößerung einer Auskesselung konnte dabei meist nur zwischen erster und zweiter Messung nachgewiesen werden; später trat eine gewisse Stabilisierung ein.

Damit konnte zugleich geprüft werden, ob in der sich anschließenden ersten Meßserie das sog. "Short-Axis-Logging System" eingesetzt werden müßte. Da jedoch der kleinste Durchmesser der Ovalisierung noch wesentlich größer ist als der Meißeldurchmesser, konnte auf den Einsatz des Short-Axis-Logging-Systems verzichtet werden.

Abbildung 4.2

GR (GAPI)	0.0	150.00							
TENS(LP)	2000.0	0.0							
RB (DEG)	-40.00	360.00							
DEVI(DEG)	-1.000	9.0000							
HAZI(DEG)	-40.00	360.00							
			DS (MM)	200.00	700.00	DS (MM)	1000.0	1000.0	DS (MM)
			CR (MM)	200.00	700.00	CR (MM)	-1000.0	1000.0	CR (MM)
			CL (MM)	200.00	700.00	CL (MM)	1000.0	1000.0	CL (MM)

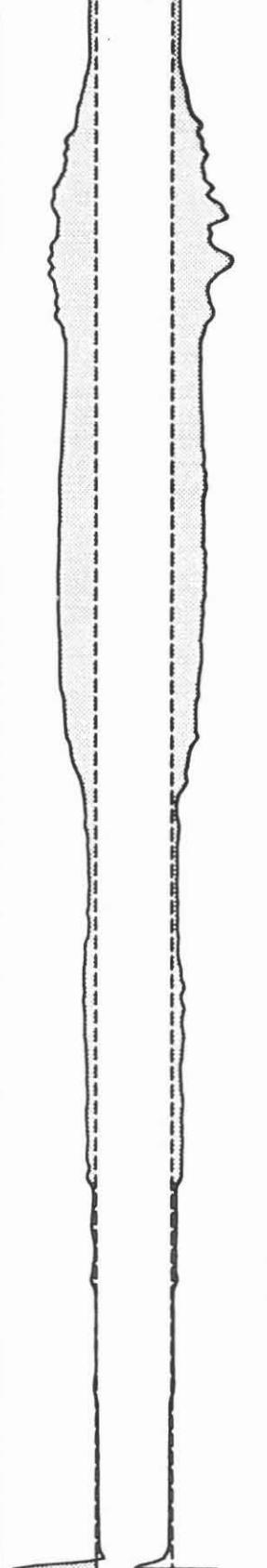
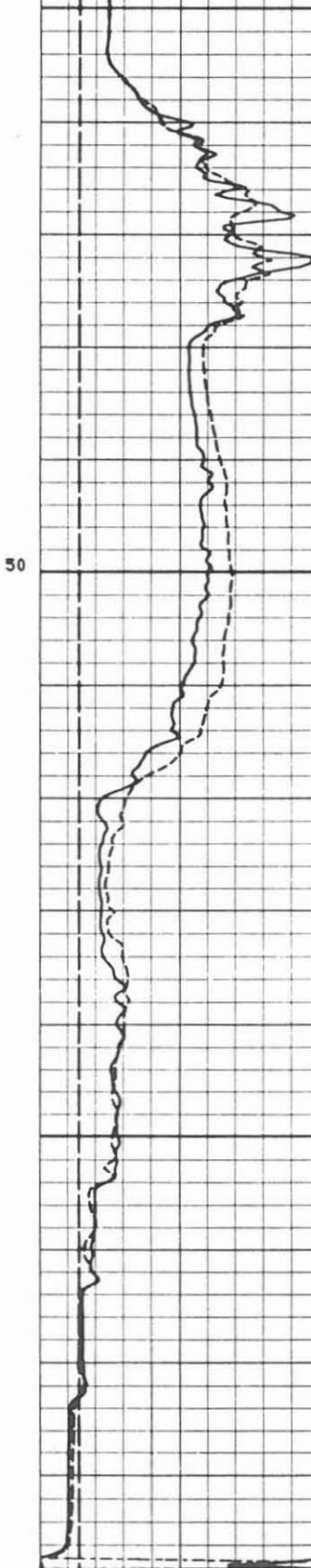
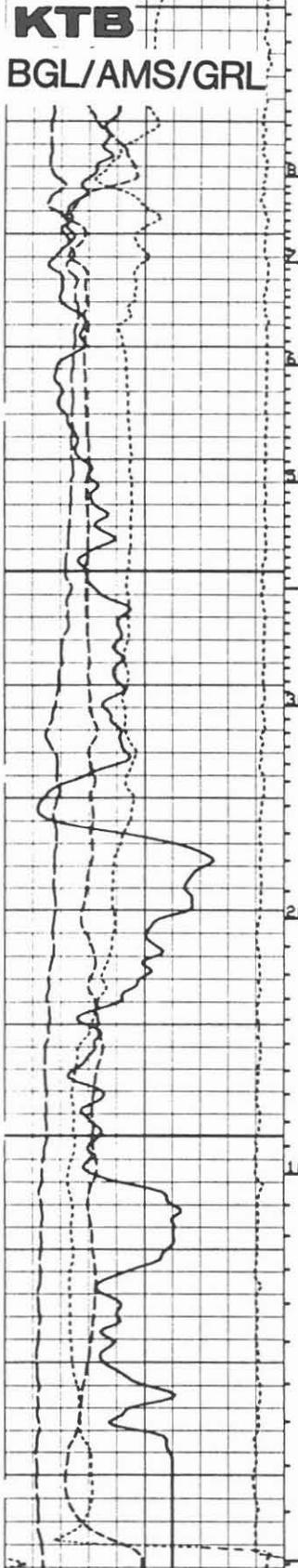
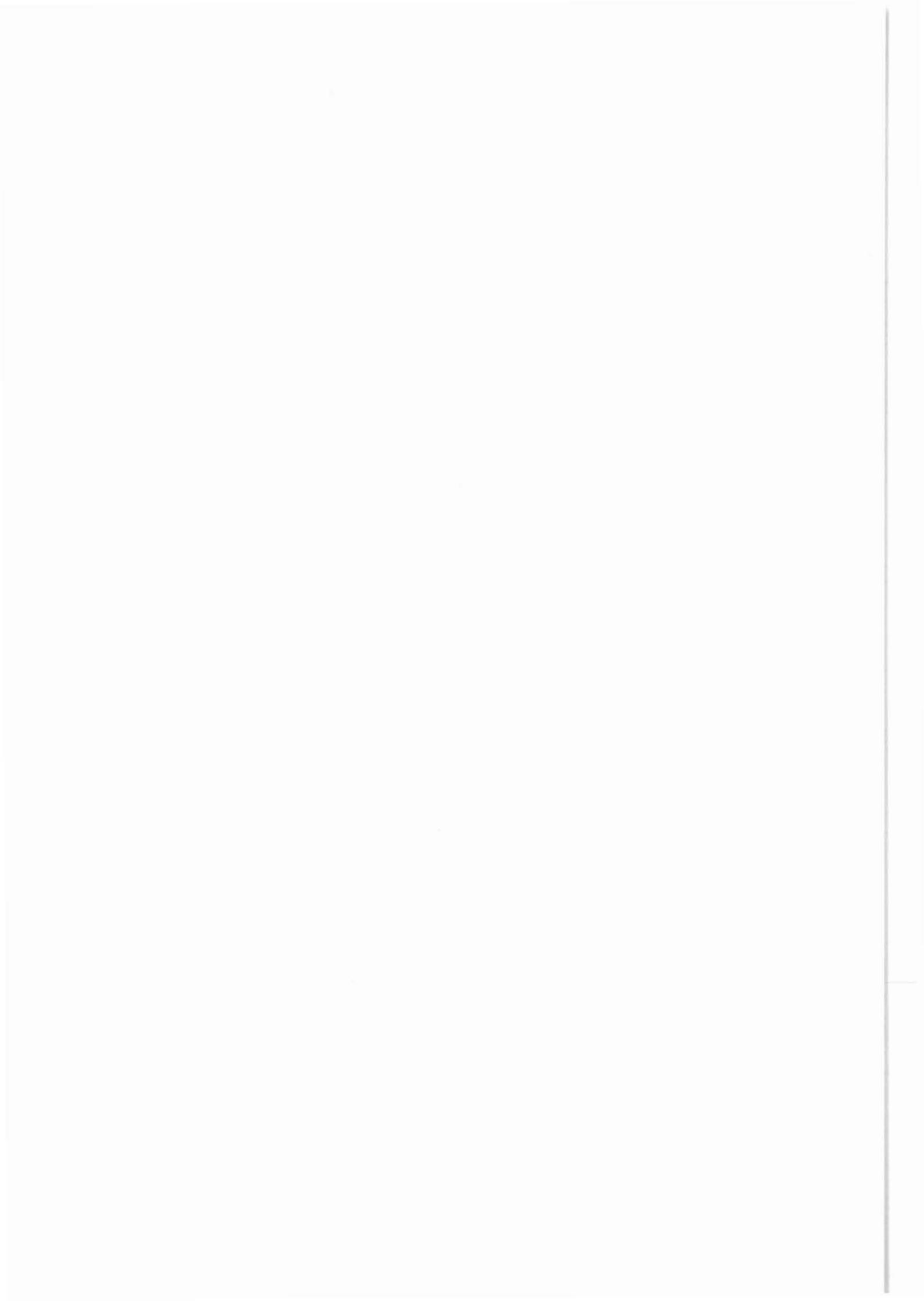


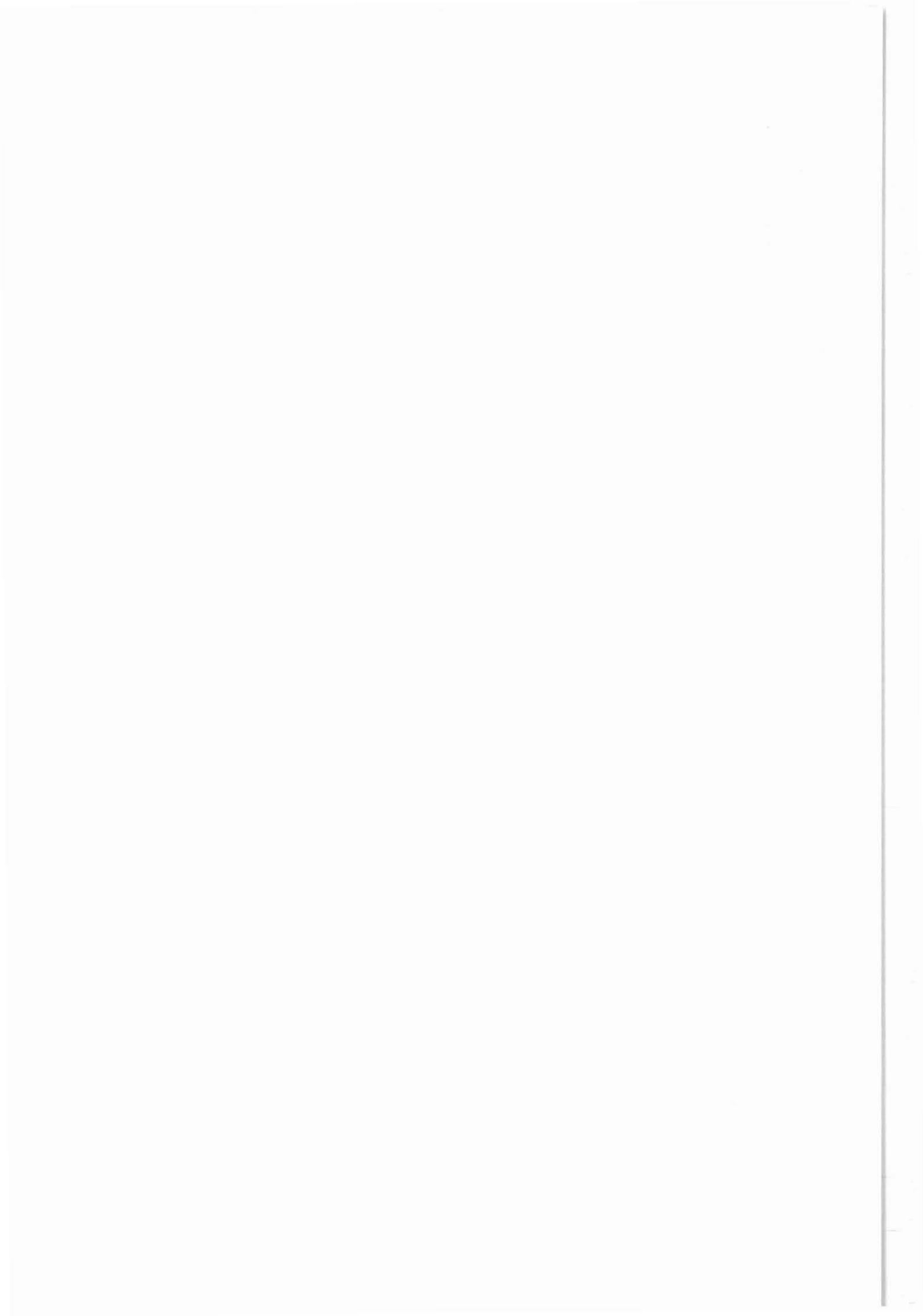
Tabelle 4.2: KTB-Geräte (Intervall 27,4 - 447,5 m).

Vierarm-Kaliber mit Gammastrahlenmessung und Auxiliary Measurement System:  
BGL/GRL/AMS

<u>Datum</u>	<u>KTB lfd. Nr.</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Meßintervall</u>	<u>Bemerkungen</u>
26.09.87	VB - 2	2	27,4 - 50,0 m	
28.09.87	VB - 4	3	27,4 - 95,5 m	
01.10.87	VB - 7	4	27,4 - 143,3 m	
04.10.87	VB - 9	5	27,4 - 180,3 m	
05.10.87	VB -13	6	27,4 - 201,9 m	Kontrollmessung für Bohrloch- randausbruch
09.10.87	VB -16	7	27,4 - 247,4 m	
12.10.87	VB -19	8	27,4 - 301,4 m	
15.10.87	VB -21	9	27,4 - 351,0 m	
17.10.87	VB -23	10	27,4 - 375,0 m	Kontrollmessung für Bohrloch- randausbruch
19.10.87	VB -25	11	27,4 - 400,3 m	
22.10.87	VB -27	12	27,4 - 424,0 m	Kontrollmessung für Bohrloch- randausbruch
24.10.87	VB -29	13	27,4 - 447,5 m	



## 5 Erste Meßserie bei 478,5 m



## 5 Erste Meßserie bei 478,5 m

### 5.1 Angaben zur Durchführung der Messungen bei 478,5 m

#### **- Messungen vor der Verrohrung**

Wie geplant, wurde bei Verrohrungsteufe ein umfassendes Meßprogramm gem. Abb. 3.1 und 3.2 durchgeführt. Tab. 5.1 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die beteiligten Service-Firmen, Ämter und Institute.

Die IP-Sonde des NLfB war zum Zeitpunkt der Messung für eine kontinuierliche Messung nicht einsatzbereit. Das Geophysikalische Institut Eötvös Loránd in Budapest (Ungarn) hat sich deshalb bereit erklärt, die Messungen auszuführen. Außerdem bot das Institut die Messung der magnetischen Suszeptibilität an. Mithin stehen für Vergleichsmessungen die kontinuierlich gemessene magnetische Suszeptibilität (Budapest/TU München) sowie die kontinuierlich gemessene induktive Polarisierung der Ungarn und die punktförmig gemessene induzierte Polarisierung vom NLfB zur Verfügung.

Gemäß Protokoll vom 15.01.1987 der AGRU Geothermik sind, sobald sich die Möglichkeit dazu bietet, Temperaturmessungen über einen längeren Zeitraum auszuführen. A. Stiefel, Institut für Geophysik der TU Karlsruhe sowie Mitarbeiter der AGRU Geothermik (vergl. hierzu auch das F- und E-Vorhaben PL 15, Kap. 4.3 im KTB-Report 87-3) hat hierfür einen Zeitplan erstellt. Zeitplan (Sollzeit) und tatsächliche Meßzeit (Istzeit) sind in Tab. 5.2 wiedergegeben. Der genaue Ablauf des gesamten Meß- und Testprogrammes ist aus Tab. 5.3 zu entnehmen.

Der Abruf der Service-Firmen, der Meßtrupps der Ämter und Institute erfolgte stufenweise. Es wurde versucht, lange War-

## Durchgeführte Messungen

KTB	TEMP-DIFF/AMS/GR	(7x)
	BGT/AMS/GR	(5x)
	FS (GEOCOM)	(2x)
	(Salvamoser)	(2x)
Schlumberger	DLL/MSFL/GR	
	DIL(PHASOR)/GR/SP	
	FMST/SHDT/AMS/GR	
	SDT-WF/GR	
	BHTV/GR	
	LDT/CNL/NGS	
	GLT	
	TDT-P/GR	
Dresser Atlas	Z-CDL	
	PDK-100	
	MSI/CO	
WBK	BHTV (89mm ø Gerät-SABIS)	
	BHTV (48mm ø Gerät-SABIS)	
PRAKLA	GEOPH. "SOURCILE" - HAMMERANREGUNG UNTERTAGEANREGUNG	
PETRODATA	VAL (Vier unterschiedliche Sender- Empfängeranordnungen)	
ELGI (Ungarn)	IP (kontinuierlich)	
	MS	
BGR	3-D Magnetometer	
NLfB (Vogelsang)	IP (stationär)	
NLfB (Repsold)	TEMPSAL, FEL, ES	
NLfB (Geothermie)	TEMP	
TU-München	MS	
LYNES	DST	

**Bohrlochmessungen**  
Intervall 478.5m - 27.4m

**KTB**

Tabelle 5.1

Tabelle 5.2: Beginn der Temperaturmessungen nach Beendigung der Spülungszirkulation in Stunden (h).  
 Ende der Zirkulation: 26.10.1987, 12.30 Uhr.

Vorgeschlagener Meßbeginn (Sollzeit) im Bohrlochtiefsten gem. A. Stiefel (AGRU Geothermik, TU Karlsruhe):

>2	4	8	12	16	20	28	36	47	60	75	100	200 h nach Zirkul.-Ende
----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----------------------------

Meßbeginn ab Einfahrt:

3	10	16	27	42	50	65.30	132.30	237
---	----	----	----	----	----	-------	--------	-----

Meßbeginn im Bohrlochtiefsten (Istzeit):

3.45	11	17	28	43.30	52	67	136	238
------	----	----	----	-------	----	----	-----	-----

Bemerkung: Die Messung nach 50 Stunden wurde mit der Ausrüstung des NLfB durchgeführt.  
 Vor der Messung "132.30 Stunden" traten Gerätestörungen auf;  
 nach der Reparatur konnte die Messung durchgeführt werden.

Tabelle 5.3: Zeitlicher Ablauf des Meß- und Testprogramms.

Tag	Ausführender	KTB lfd. Nr.	Messung	Uhrzeit	Meßzeit h	Gesamt h
26.10. 1987	KTB	VB-31	TEMP-DIFF/AMS/GR	15.00-17.00	2.00	
		VB-32	BGT/AMS/GR	17.00-19.00	2.00	4.00
	Schlumberger	VB-33	DLL/MSFL/GR	19.00-22.30	3.30	3.30
27.10.	KTB	VB-34	TEMP-DIFF/AMS/GR	22.30-24.00	1.30	
				0.00- 0.30	0.30	2.00
	Schlumberger	VB-35	DIL (Phasor)/GR/SP	0.30- 4.30	4.00	4.00
	KTB	VB-36	TEMP-DIFF/AMS/GR	4.30- 6.30	2.00	2.00
	Schlumberger	VB-37	FMST/SHDT/GR	6.30-15.30	9.00	9.00
28.10.	KTB	VB-38	TEMP-DIFF/AMS/GR	15.30-17.30	2.00	2.00
	Schlumberger	VB-39	SDT/WF/GR	17.30-24.00	6.30	
			SDT/WF/GR	0.00- 6.30	6.30	13.00
	KTB	VB-40	TEMP-DIFF/AMS/GR	6.30- 9.00	2.30	2.30
29.10.	Schlumberger	VB-41	LDT/CNL/NGS	9.00-15.00	6.00	6.00
	NLFB	VB-42	TEMP	15.00-18.00	3.00	3.00
	Schlumberger	VB-43	BHTV/GR	18.00-24.00	6.00	
30.10.			BHTV/GR	0.00- 6.00	6.00	12.00
	KTB	VB-44	TEMP-DIFF/AMS/GR	6.00- 9.00	3.00	3.00
	Schlumberger	VB-45	GLT	9.00-23.00	14.00	14.00
		VB-46	SP	23.00-24.00	1.00	1.00
	WBK, Bochum	VB-47	BHTV (SAB 98, 48)	0.00-20.00	20.00	20.00
31.10.	Dresser Atlas	VB-48	ZDL	20.00-24.00	4.00	
			ZDL	0.00- 1.00	1.00	
		VB-49	PDK-100	1.00- 4.00	3.00	
		VB-50	MSI/CO	4.00-19.30	15.30	23.00
01.11.	ELGI, Budapest	VB-51	IP kontinuierlich	19.00-22.30	3.30	
		VB-52	MS	22.30-24.00	1.30	
			MS	0.00- 1.00	1.00	6.00
02.11.	KTB	VB-53	TEMP-DIFF/AMS/GR	1.00- 5.30	4.30	4.30
	PRAKLA	VB-54	GRL	5.30- 8.00	2.30	
		VB-55	GEOPH	8.00-24.00	16.00	
			GEOPH	0.00-17.30	17.30	36.00
	Schlumberger	VB-56	TDT-P/GR	17.30-22.30	5.00	5.00

Tabelle 5.3: Fortsetzung

Tag	Ausführender	KTB lfd. Messung Nr.	Uhrzeit	Meßzeit h	Gesamt h		
03.11.	BGR	VB-57	3-D MAG	22.30-24.00	1.30	19.30	
			3-D MAG	0.00-18.00	18.00		
	PETRODATA, Zürich	VB-58	VAL	18.00-24.00	6.00		
04.11.			VAL	0.00- 5.00	5.00	11.00	
	KTB	VB-59	TEMP-DIFF/GR	5.00- 6.00	1.00	2.30	
		VB-60	FS	6.00- 7.30	1.30		
	TU München	VB-61	MS	7.30-11.00	3.30	3.30	
	NLfB, Geophysik	VB-62	IP, stationär	11.00-15.30	4.30	4.30	
	TU München	VB-63	MS	15.30-17.30	2.00	2.00	
	NLfB, Geophysik	VB-64	TEMP-SAL	17.30-19.00	1.30	5.00	
		VB-65	FEL	19.00-20.30	1.30		
		VB-66	ES	20.30-22.30	2.00		
	05.11.	BGR, Geophysik	VB-67	3-D MAG	22.30-24.00	1.30	11.00
				3-D MAG	0.00- 9.30	9.30	
KTB		VB-68	TEMP-DIFF/AMS/GR	9.30-11.30	2.00		
		VB-69	BGT/AMS/GR (4x)	11.30-16.30	5.00	8.30	
		VB-70	FS (2x)	16.30-18.00	1.30		
				Gesamtmeßzeit	243.30		
Testarbeiten: Drill Stem Test							
06.11.	Lynes		DST 1	5.30-10.30	5.00	5.00	
	KTB	VB-71	FS	10.30-12.30	2.00	2.00	
07.11.	Lynes		DST 1 (Ausbau)	12.30-15.30	3.00	16.30	
			DST 1.2, 1.3., 1.4	15.30-23.00	7.30		
			DST 2	23.00-24.00	1.00		
				0.00- 2.45	2.45		
				DST 1.5*)	2.45- 5.00		2.15
				Gesamttestzeit	23.30		

\*) DST 1 - 1.5 sind Versuche in gleicher Teufe.

Tabelle 5.3: Fortsetzung

Erläuterung der Abkürzungen:

AMS	Auxiliary Measurement System
BGT	Borehole Geometry Tool
BHTV	Borehole Televiwer
CNL	Compensated Neutron Log
DIL	Dual Induction Log (Phasor)
DLL	Dual Laterolog
DST	Drill Stem Test
ES	Electrical Survey
FEL	Focused Electrical Log
FMST	Formation MicroScanner Tool
FS	Fluid Sampler
GEOPH	Geophone Survey
GLT	Geochemical Logging Tool
GRL	Gamma Ray Log
IP	Induced Polarisation (stationary-continuous)
LDT	Litho-Density Tool
3-D MAG	3-Component Magnetometer
MS	Magnetic Susceptibility
MSI/CO	Multiparameter Spectroscopy Instrument/Continuous Carbon Oxygen Log
NGS	Natural Gamma Spectrometer
PDK-100	Pulsed Neutron Decay Time-100 channel
SDT	Sonic Digital Tool
SHDT	Stratigraphic High Resolution Dipmeter Tool
SP	Spontaneous Potential
TDT-P	Thermal Neutron Decay Time, Type "P"
TEMP	Temperature
TEMP-DIFF	Temperature Difference (Temperaturmessung mit 2 Sensoren)
TEMP-SAL	Temperature-Salinity
VAL	Variable Amplitude Log
WF	Waveform Recording
ZDL	Z-Density Log

tezeiten zu vermeiden. Alle Ausführenden hatten jedoch genügend Vorbereitungszeit für die Messungen. Der fast störungsfreie Ablauf bei ausgezeichneter Zusammenarbeit aller Beteiligten und deren persönlicher Einsatz haben diesem Projekt einen eindrucksvollen Start ermöglicht.

Für die tatsächliche Meßzeit hat sich gegenüber der geplanten Meßzeit eine Erhöhung von 0 auf 243 Stunden ergeben (in Tab. 5.3 bereits enthalten). Diese Mehrzeit ergibt sich als Folge der Vertiefung der Verrohrungsteufe von 400 m auf 478,5 m, des erweiterten Temperatur- und Kalibermeßprogramms, des nachträglich eingeschobenen ZDL von Dresser Atlas und SAB 48 der WBK sowie der zusätzlichen Messungen mit der 3-D-Magnetometer-Sonde der BGR und den sehr umfangreichen Seismikarbeiten der PRAKLA-SEISMOS.

#### **- Messungen nach dem Einbringen der Verrohrung**

Wie geplant, wurde die Bohrung nach Beendigung der Messungen und Tests bei einer Teufe von 478,5 m mit 8 5/8" Futterrohren verrohrt. Diese Rohrfahrt wurde mit 30 m<sup>3</sup> Econlite Zement und 2 m<sup>3</sup> Leichtzement am 07.11.1987 bis zu Tage zementiert. Nach einer Zementerhärtungszeit von 92,0 Stunden wurde die Zementation durch Messungen überprüft.

Anschließend wurde die Bohranlage für das Seilkernverfahren umgerüstet. Damit verbunden ergab sich auch die Notwendigkeit, zur Verminderung des Bohrlochdurchmessers im verrohrten Bereich, einen 7" Extremline Bohrstrang unzementiert in die Bohrung einzubringen. Dazu wurde aus den 8 5/8" Rohren ein 7 5/8" "Sackloch" von 2,0 Meter Tiefe ausgebohrt. Die 7" Rohre wurden auf diese Sohle aufgesetzt und auf Ackersohle im Preventer abgefangen. Dieser 7" Strang ist auch als Schutz für die 8 5/8" Verrohrung gedacht. Aus diesem Strang wird bis 3 000 m, möglicherweise bis 5 000 m, weitergebohrt werden. Er

wird einem Verschleiß durch Rotation und durch Aus- und Einfahren des Gestänges ausgesetzt sein. Um dies zu überprüfen, sind Messungen angesetzt, die in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Nach dem Einbau wurden deshalb im Neuzustand die sogenannten "Nullmessungen" für Innenkaliber und Wandstärke durchgeführt. Sie dienen als Basis für die folgenden Messungen, die im Vergleich die absolute Abnutzung dokumentieren sollen.

Als Wandstärkenmessung war ursprünglich eine elektromagnetische Messung mit dem Elektromagnetic Thickness Detector (ETD) vorgesehen. Durch den Einbau von zwei Rohrfahrten mit so engen Durchmessertoleranzen ist es mit diesem Gerät nicht möglich, aus dem Meßsignal eine Anzeige für die Wandstärke der 7" Rohre zu erhalten. Es wurde deshalb der Einsatz des akustischen Meßsystems - Cement Evaluation Tool (CET) als Wandstärkenmeßgerät - gewählt.

## 5.2 Beschreibung der Meßserie bei 478,5 m

Im folgenden wird - soweit möglich - von jeder Messung ein Ausschnitt aus dem Tiefenbereich von 200,0 - 265,0 m kopiert, verkleinert und als Abbildung beigelegt. Außerdem werden die aufgezeichneten Meßgrößen erläutert. Ergänzende Anmerkungen sollen die Informationen vervollständigen. Damit ist nicht nur eine möglichst vollständige Dokumentation beabsichtigt, sondern es wird versucht, zugleich einen möglichst umfassenden Überblick über das nunmehr zur Verfügung stehende Meßmaterial zu vermitteln. Der potentielle Interessent soll damit in die Lage versetzt werden, Meßmaterial für seine Aufgabenstellung optimal auswählen und abrufen zu können.

Für die Beschreibung der Messungen wird versucht, eine einheitlich Form beizubehalten. Folgendes Schema der Beschreibung wurde dafür gewählt:

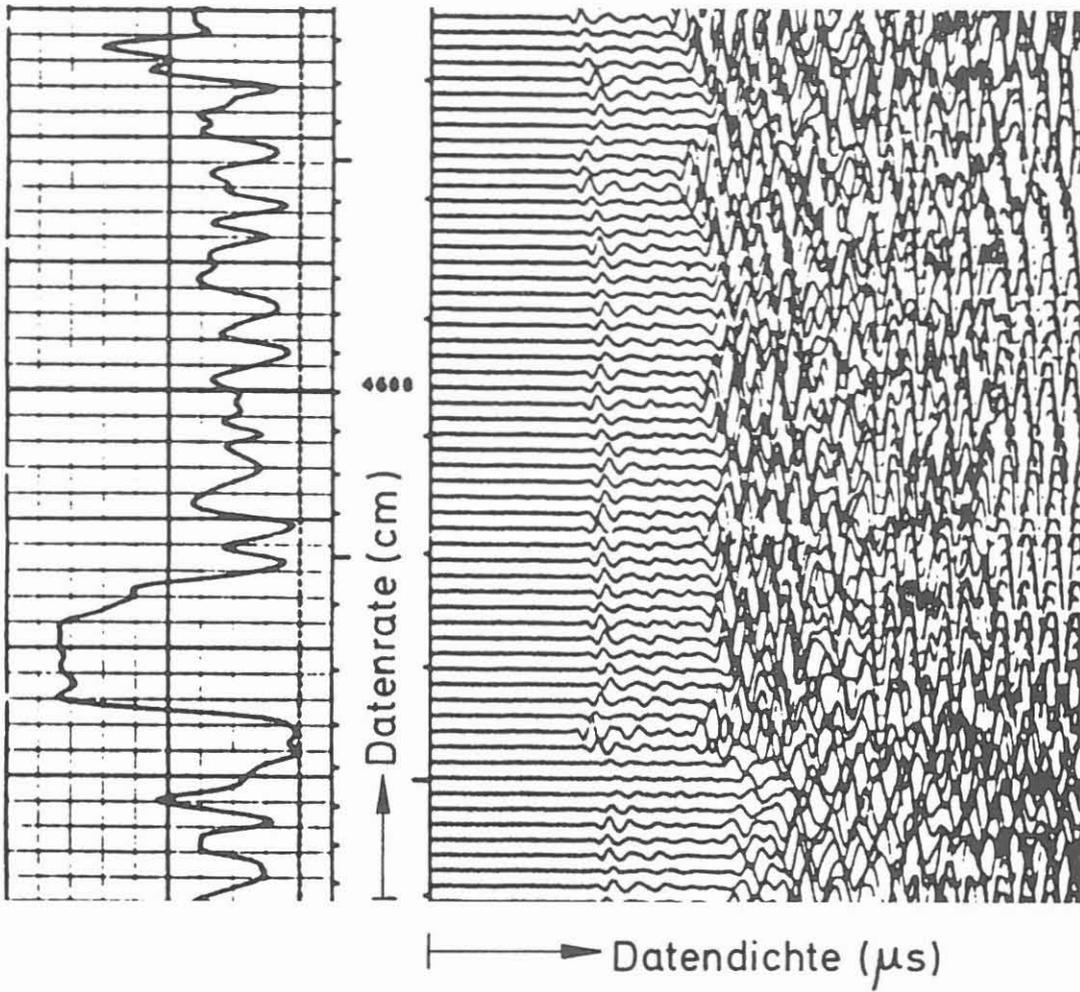
- Messung, Bezeichnung, Ausführender, KTB-Registrier-Nr., Datum der Messung, Run-Nr., Intervall, Beispiel, Meßziel, Durchführung, technische Anmerkungen, Erläuterung der dabei vorkommenden Abkürzungen.

Die Bezeichnung Ausführender:

Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB ist so zu verstehen, daß die Meßgeräte der Firma Schlumberger vom Personal und mit der DMSt von KTB gefahren wurden.

Das Meßprinzip der verwendeten Bohrlochsonden wurde bereits im KTB-Report 87-3, Kap. 7, beschrieben. Es werden hier deshalb nur ergänzende Anmerkungen gemacht.

Die bei den technischen Anmerkungen angegebene Datenrate (Sampling Rate) gibt an, in welchen Abständen in Zentimeter Bohrlochlänge oder Sekunden ein Meßwert während des Loggens aufgenommen wird.



Unter der Bezeichnung Datendichte ist die zeitliche Datenaufnahmefrequenz (Sampling Interval) je feststehendem Meßpunkt zu verstehen, z. B. Wellenzugaufnahme der Digital Sonic Messung. Ein Beispiel hierzu finden Sie auf Seite 40.

Bei allen Messungen ist zu berücksichtigen, daß die Messungen - außer der Temperatur - stets von Sohle aufwärts gefahren werden. Die Temperaturmessungen hingegen werden meist nur im Hängen registriert.

Tab. 5.4 gibt eine Zusammenstellung der bisher gefahrenen Bohrlochmessungen.

Tab. 5.5 ist eine Auflistung der bereits vorliegenden Auswertungen und Tab. 5.6 die Liste der durchgeführten Teste.

KTB NLFH-Hannover

Bochlochmessungen

14-JAN-1988 11:11:29.16

Seite

Lfd.Nr.	Datum	Uhr-zeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten- traeger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB-00001	240987	1145	100	010	0.0	27.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	200		1
VB-00002	260987	245	015	010	25.0	48.5	1	BGL/GR	FI	200		2
VB-00003	260987	055	045	045	0.0	50.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		2
VB-00004	280987	915	030	015	25.0	93.5	1	BGL/GR	FI	200		3
VB-00005	280987	915	030	015	0.0	95.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		3
VB-00006	011087	1330	130	015	0.0	143.3	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		4
VB-00007	011087	1530	030	020	25.0	143.3	1	BGL/GR	FI	200		4
VB-00008	011087	1700	130	100	0.0	143.3	1	TEMP-DIFF/GR	PA	200	GEOCOM (#2/3/4)	4
VB-00009	041087	1200	045	015	25.0	180.2	1	BGL/GR	FI	200		5
VB-00010	041087	1330	120	120	0.0	180.0	1	FS/SINGLE SHOT	FI			1
VB-00011	051087	1915	120	120	17.0	203.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		6
VB-00012	051087	2130	130	100	25.0	202.0	1	TEMP-DIFF/GR	PA	200	GEOCOM (#5/6/7)	6
VB-00013	051087	2335	030	020	25.0	202.0	1	BGL/GR	FI	200	2X	6
VB-00014	091087	1345	145	145	0.0	250.0	1	TEMP-DIFF/GR	PA	200	GEOCOM (#10/11/12)	7
VB-00015	091087	1600	125	030	0.0	250.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		7
VB-00016	091087	1855	045	015	25.0	247.5	1	BGL/GR	FI	200		7
VB-00017	121087	1530	145	145	3.0	301.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		8
VB-00018	121087	1750	140	140	25.0	301.5	1	TEMP-DIFF/GR	PA	200	GEOCOM (#14/15?16/17)	8
VB-00019	121087	1955	045	030	25.0	301.5	1	BGL/GR	FI	200		8
VB-00020	151087	1845	145	145	25.0	351.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		9
VB-00021	151087	2100	100	030	25.0	351.0	1	BGL/GR	FI	200		9
VB-00022	151087	2315	115	115	25.0	351.0	1	TEMP-DIFF/GR	PA	200	GEOCOM (#18/19/20)	9
VB-00023	171087	800	100	025	25.0	374.7	1	BGL/GR	FI	200		10
VB-00024	191087	1430	200	200	0.0	400.3	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL				11
VB-00025	191087	1700	100	030	25.0	400.3	1	BGL/GR	FI	200		11
VB-00026	191087	1830	120	120	25.0	400.3	1	TEMP-DIFF/GR	PA	200	GEOCOM (#21/22/23)	11
VB-00027	221087	555	100	035	25.0	423.9	1	BGL/GR	FI	200		12
VB-00028	231087	2220	200	200	4.1	447.3	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	200		13
VB-00029	241087	130	100	040	27.4	447.5	1	BGL/GR	FI	200		13
VB-00030	241087	240	130	100	0.0	447.5	1	TEMP-DIFF/GR	PA	200	GEOCOM (#24/25/26)	13
VB-00031	261087	1500	200	100	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	200		14
VB-00032	261087	1700	200	100	22.0	479.0	1	BGL/AMS/GRL				14
VB-00033	261087	1900	330	100	27.4	478.0	4/1	DLL/MSFL/GRL	FI	200		1
VB-00034	261087	2230	200	100	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	200		15
VB-00035	271087	030	400	040	27.4	478.0	4/1	DIL(Phase)/SP/GRL	FI	200		1
VB-00036	271087	430	200	100	6.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	200		16
VB-00037	271087	630	900	800	27.4	478.0	4/1	FMST/SHDT/GRL	FI	200		1
VB-00038	271087	1500	200	130	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	PA	200		17
VB-00039	271087	1730	1300	1200	27.4	478.5	4/1	SDT/WF/GRL				1
VB-00040	281087	630	230	200	27.4	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	200		18
VB-00041	281087	900	600	140	27.4	478.0	4/1	LDT/CNL/NGS	FI	200		1
VB-00042	281087	1500	300	200	20.0	478.5	2	TEMP				1
VB-00043	281087	1800	1200	1100	27.4	478.5	4/1	BHTV/GRL				1
VB-00044	291087	600	300	200	0.0	468.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	200		19
VB-00045	291087	900	1400	250	27.4	476.0	4/1	GLT	FI	200		1
VB-00046	291087	2300	100	100	27.4	478.0	4/1	SP	FI	200		1
VB-00047	301087	000	2000	1900	27.4	478.0	6	BHTV (SAB 89,48)	PA	25		1
VB-00048	301087	2000	500	300	27.4	479.5	5	ZDL	FI	200		1
VB-00049	311087	100	300	300	27.4	476.6	5	PDK-100	FI	200		1
VB-00050	311087	400	1530	1500	60.0	476.3	5	MSI/CO	FI	200		1

KTB NLFb-Hannover

Bochlochmessungen

14-JAN-1988 11:11:34.00

Seite

Lfd.Nr.	Datum	Uhr-zeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten-traeeger	Mass-stabi	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB-00051	311087	1900	330	300	27.4	478.5	7	IP (kontin.)				1
VB-00052	311087	2230	230	200	27.4	478.5	7	IMS				1
VB-00053	011187	100	430	400	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	FI	1000		20
VB-00054	011187	530	230	200	27.4	478.5	8	GRL				1
VB-00055	011187	800	3330	3300	0.0	478.5	8	GEOPH.				1
VB-00056	021187	1730	500	130	22.0	478.0	4	TDT-P/GRL	FI	200		1
VB-00057	021187	2230	1930	1900	27.4	478.5	3/1	3-D MAG.				1
VB-00058	031187	1800	1100	1030	27.4	478.5	9/1	VAL				1
VB-00059	041187	500	230	200	0.0	235.0	1	TEMP-DIFF/GR		200	GEOCOM	21
VB-00060	041187	620	230	200	0.0	238.0	1	FS (IGU)			bei 238 m	2
VB-00061	041187	730	330	300	27.4	210.0	10	IMS				1
VB-00062	041187	1100	430	400	194.0	478.5	2	IP (stationeer)			(Vogelsang)	1
VB-00063	041187	1530	200	130	27.4	478.5	10	IMS				2
VB-00064	041187	1730	130	100	0.0	478.5	2	TEMP-SAL			(Repsold)	1
VB-00065	041187	1900	130	100	27.4	478.5	2	FEL			(Repsold)	1
VB-00066	041187	2030	200	130	27.4	478.5	2	ES			(Repsold)	1
VB-00067	041187	2230	1100	1000	27.4	478.5	3/1	3-D MAG.				2
VB-00068	051187	930	200	130	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL				22
VB-00069	051187	1130	500	430	24.2	478.5	1	BGL/AMS/GRL			(4 X)	15
VB-00070	051187	1630	130	100	0.0	478.5	1	FS			(2 X)	3
VB-00071	061187	1100	230	200	0.0	225.0	1	FS (IGU)			AUFGEST. IN TESTGARNITUR	4
VB-00072	071187	1500	030	015	20.0	478.0	1	BGL/GR				23
VB-00073	121187	0100	230	015	5.0	477.0	4/1	CBL/VDL/GR				1
VB-00074	121187	0430	030	015	5.0	480.0	4/1	CEL/GR				1
VB-00075	121187	2230	030	015	5.0	480.0	4/1	CEL(WANDSTAERKE)/GR				1
VB-00076	131187	0100	030	015	5.0	479.0	4/1	MFC				1

## Liste der Ausfuehrenden

Nr.	Name
1	KTB
2	NLFb
3	BGR
4	Schlumberger
5	Dresser Atlas
6	WBK
7	ELGI (Ungarn)
8	PRAKLA-SEIMOS
9	PETRODATA
10	TU-Muenchen
11	PREUSSAG

## Liste der Datentraeger

Kuerzel	Bedeutung
FI	Film
PA	Pause
TRA	Transparent
FL	Floppy
SEGY	Seismic-Tape
LIS	Schlumberger-Tape
BIT	Dresser-Tape

Tabelle 5.5

KTB NLFb-Hannover

Auswertungen

13-JAN-1988 15:52:24.82

Seite

Lfd.Nr. (Ausw.)	Datum	Lfd.Nr. (Mess.)	Teufe		A.	Auswertung	Daten- traeger	Mass- stabil	Bemerkungen	Run
			Top	Basis						
VB-A0001	301087	VB-00037	190.0	478.0	1	CYBERDIP	FI	200		1
VB-A0002	271087	VB-00037	27.4	478.0	1	CYBERDR	FI	200	H30045LR	1
VB-A0003	121187	VB-00073	5.0	478.0	1	CYBERBOND	FI	200	CBL/VDL-Film	1
VB-A0004	121187	VB-00074	5.0	478.0	1	CET (akust. Kaliber)	FI	200	CET-Film	1
VB-A0005	111287	VB-00035	27.4	478.0	1	PHASOR PROCESSING	FI	200		1
VB-A0006	271087	VB-00037	27.4	478.0	1	BOL (OCA)	FI	200	H30044RL	1
VB-A0007	271087	VB-00037	27.4	478.0	1	MSD/CSB	FI	200	H30044RL	1
VB-A0008	271087	VB-00037	27.4	478.0	1	FMST (2-Pad)	FI	200	H30045LR	1
VB-A0009	271087	VB-00037	27.4	478.0	1	FMST (orient. 2-Pad)	FI	200	H30045LR	1
VB-A0010	211287	VB-00043	60.0	478.0	1	BHTV/GA	FI	200	Plots 1-6	1
VB-A0011	010188	VB-00039	27.4	478.0	1	STC (SDT)	FI	200		1

## Liste der Ausfuehrenden

Nr.	Name
1	KTB
2	NLFb
3	BGR
4	Schlumberger
5	Dresser Atlas
6	WBK
7	ELGI (Ungarn)
8	PRAKLA-SEIMOS
9	PETRODATA
10	TU-Muenchen
11	PREUSSAG

## Liste der Datentraeger

Kuerzel	Bedeutung
FI	Film
PA	Pause
TRA	Transparent
FL	Floppy
SEGY	Seismic-Tape
LIS	Schlumberger-Tape
BIT	Dresser-Tape

Tabelle 5.6

KTB NLF8-Hannover

Teste

14-JAN-1988 11:11:29.16

Seite

Lfd.Nr.	Datum	Uhr-zeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		A.	Test	Daten- traeger	Bemerkungen	Surf- ROI
					Top	Basis					
VB-T0001	061187	530	810	340	219.8	257.0	1	DST 1	FL+B	Geraet verstopft, kein Zufluss	NEIN
	061187	1600	300	0	219.8	257.0	1	DST 1.2		Packer nicht gesetzt	NEIN
	061187	2000	140	0	219.3	256.5	1	DST 1.3		Packer nicht gesetzt	NEIN
	061187	2200	100	0	216.8	254.0	1	DST 1.4		Packer nicht gesetzt	NEIN
VB-T0002	061187	2300	340	0	347.8	385.0	1	DST 2		Packer nicht gesetzt	NEIN
	071187	250	220	0	219.8	257.0	1	DST 1.5		Packer nicht gesetzt	NEIN

## Liste der Ausfuehrenden

Nr.	Name
1	Lynes

## Liste der Datentraeger

Kuerzel	Bedeutung
FL	Floppy
B	Bericht
L	Datenliste
P	Plot

**TEMP-DIFF/AMS/GRL** (Temperaturmessung mit zwei Sensoren/Auxiliary Measurement System/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** KTB/NLFB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall Messung	
			im Hängen	stationär
VB -31	26.10.87	14	0,0 - 478,5 m	478,4 m
VB -34	26.10.87	15	0,0 - 478,5 m	478,4 m
VB -36	27.10.87	16	6,0 - 478,5 m	478,4 m
VB -38	27.10.87	17	0,0 - 478,5 m	478,4 m
VB -40	28.10.87	18	27,4 - 478,5 m	478,4 m
VB -42	28.10.87	NLFB	0,0 - 478,5 m	478,4 m
VB -44	29.10.87	19	0,0 - 468,0 m	467,9 m
VB -53	01.11.87	20	0,0 - 478,5 m	478,4 m
VB -59	05.11.87	21	0,0 - 235,0 m	-

**Beispiele:**

Einzelmessungen im Hängen und stationär gemessen, Run 14; siehe Abb. 5.1 und 5.2.

Zusammenspielung der Runsl4, 17, 19, 20; siehe Abb. 5.3.

**Meßziel:**

Ermittlung der Temperatur, des Temperaturfeldes, des geothermischen Gradienten sowie Bestimmung von Verlust- und/oder Zuflußzonen.

**Durchführung:**

Die Messungen wurden von Ackersohle bis Endteufe im Hängen (im Abwärtsfahren) gefahren. Außerdem wurde auf Bohrlochsohle die Sonde mindestens eine halbe Stunde stationär gehalten und die Temperatur gegen Zeit registriert. Die über den Zeitraum vom 26.10. - 05.11.1987 gefahrenen Messungen sind zeitlich in das von der AGRU Geothermik vorgegebene Programm entsprechend den Möglichkeiten eingegliedert worden; vergl. Tab. 5.2. Mit diesen Wiederholungsmessungen wurde die Temperaturrückbildung beobachtet, um zusätzliche Informationen über Zufluß- und/oder Verlustzonen zu erhalten. Teufenmaßstab 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Das Meßgerät besteht aus zwei Sensoren TMP1 und TMP2, die im Abstand von 1,20 m voneinander entfernt angeordnet sind. Es sind Temperaturfühler mit einer Meßgenauigkeit von  $\pm 0,05$  °C. Als weiterer Temperatursensor steht der des AMS in einem Abstand von 9,65 m (MTEM) zur Verfügung. Bei der Messung im Hängen wird nur die Temperatur der Sensoren TMP1 und MTEM aufgezeichnet (Abb. 5.1). Bei der stationären Messung werden die Temperaturen aller Fühler registriert (Abb. 5.2); also die Temperaturen in 0,10 m, 1,30 m und 9,75 m über der Bohrlochsohle. Ein unterschiedliches Verhalten bei gleicher Empfindlichkeit ist deutlich zu erkennen.

Die Zusammenspielung der Messungen zeigt die Temperaturrückbildung (Abb. 5.3). Zonen, die möglicherweise Spülung aufgenommen haben (Verlustzonen), sind stärker abgekühlt worden und erwärmen sich deshalb langsamer. Diese Zonen müssen daher auch eine gewisse Permeabilität aufweisen.

Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:** -

TENS(LB)	0.0	2000.0
MRES(DMM)	3.0000	8.0000
TMP1(DEGC)	0.0	40.000
MTEM(DEGC)	0.0	40.000
GR (GAPI)	0.0	150.00
	16.000	20.000

**KTB**

TEMP-DIFF/AMS/GRL

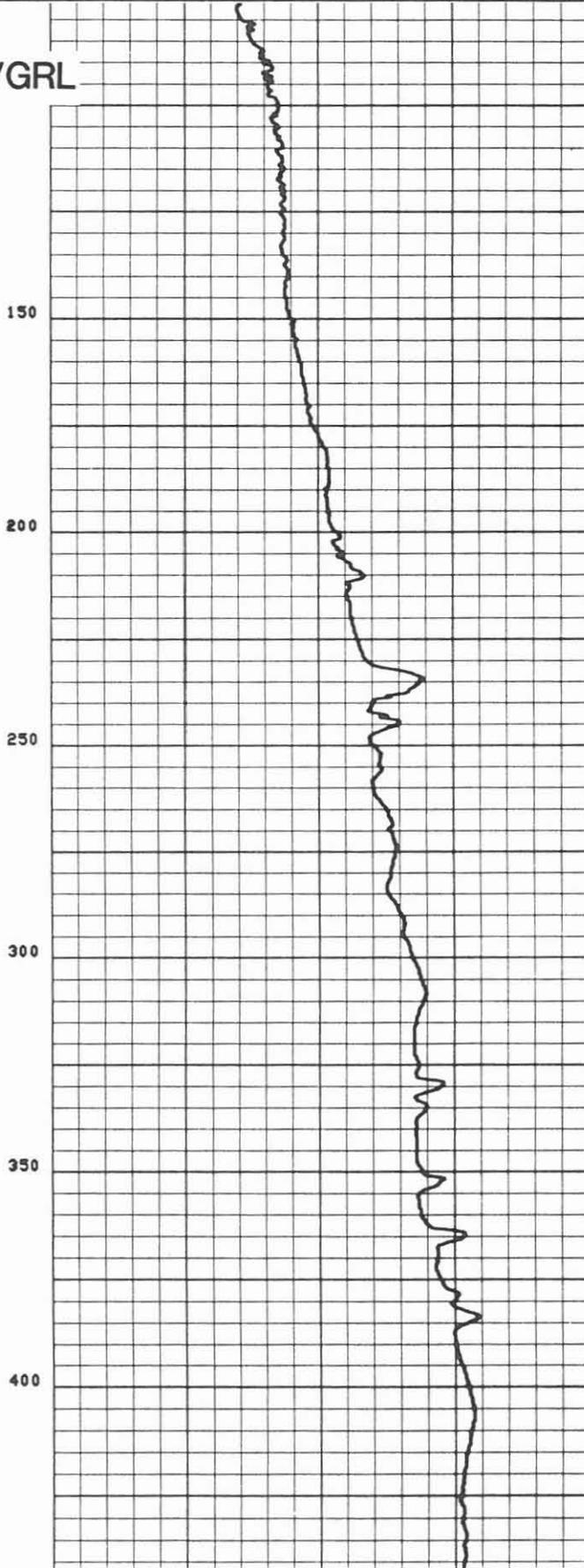
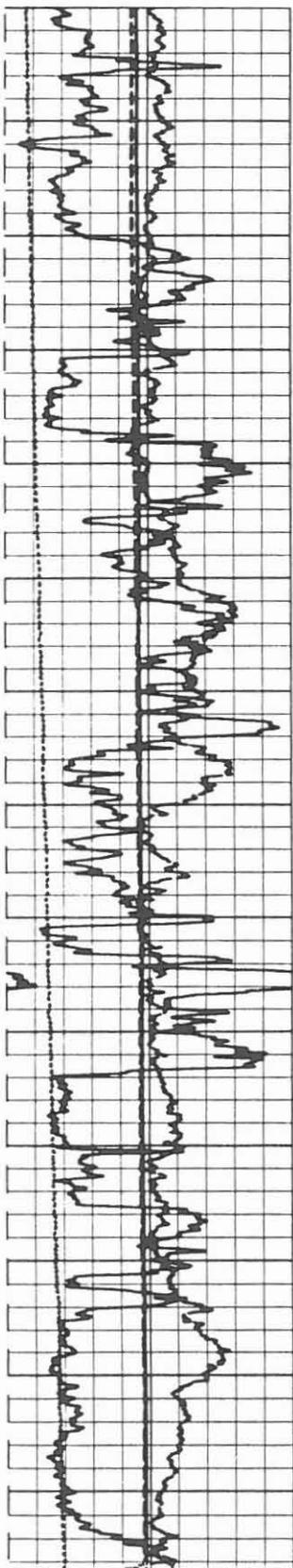
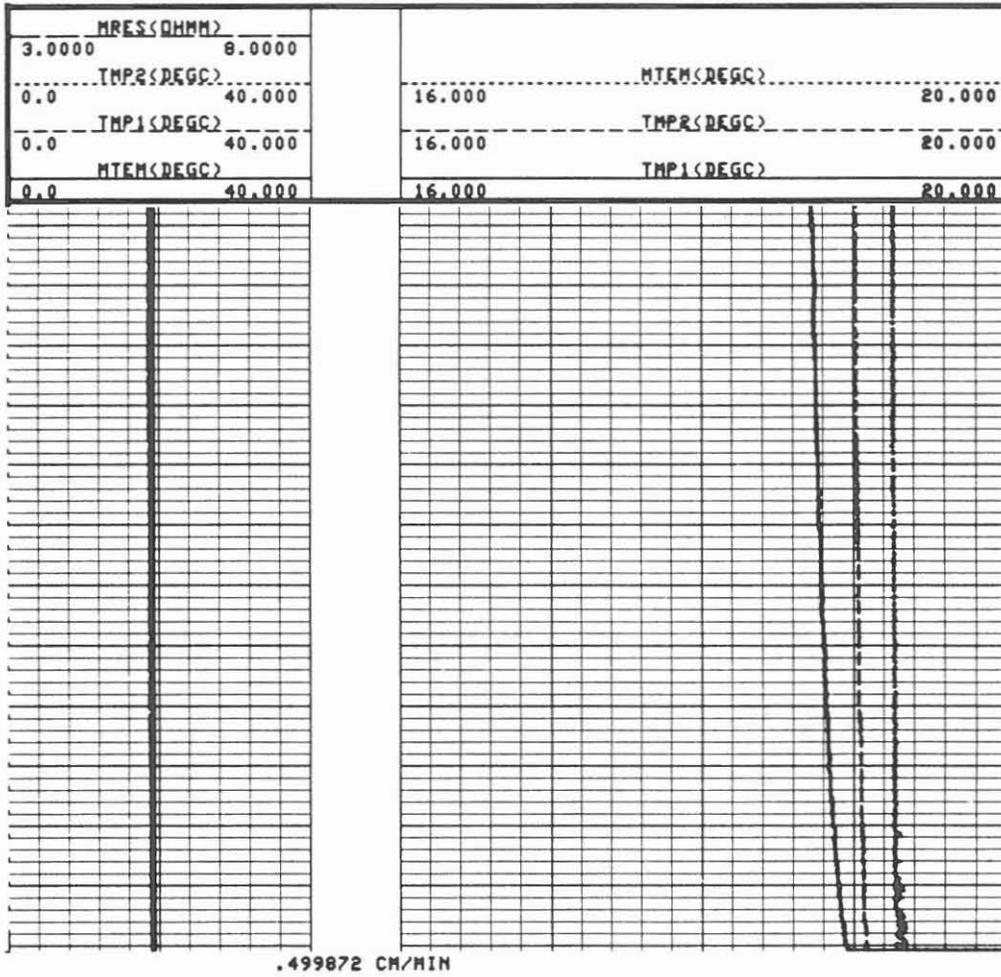


Abbildung 5.2

# KTB

## TEMP-DIFF/AMS/GRL - stationär



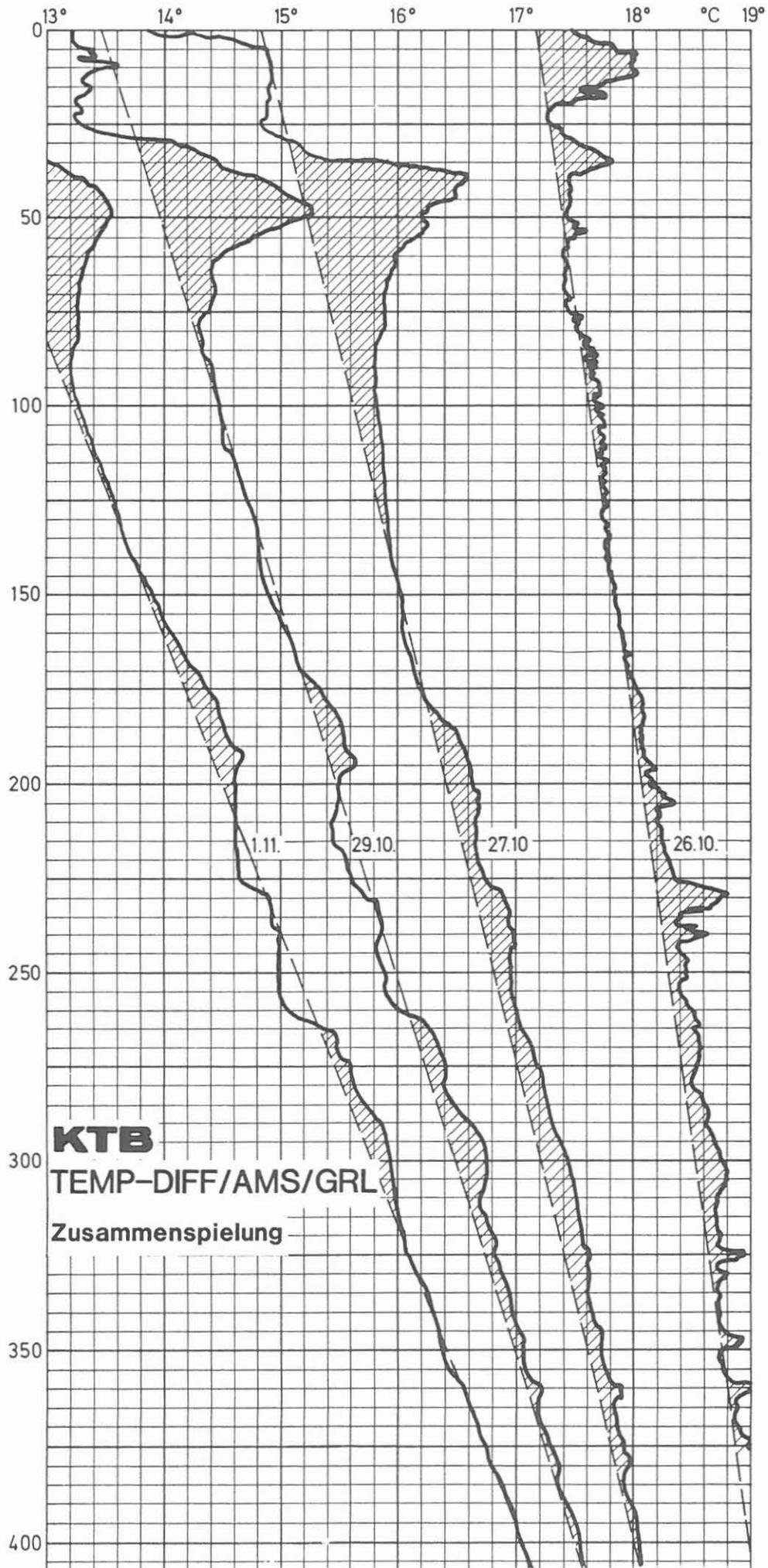


Abbildung 5.3

**BGL/AMS/GRL** (Borehole Geometry Log (Vierarm-Kaliber)/Auxiliary Measurement System/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -32	26.10.87	14	27,4 - 478,0 m
VB -69	05.11.87	15	24,2 - 478,0 m

**Beispiel:**

Messung Run Nr. 14, Abb. 5.4.

**Meßziel:**

Kontrolle des Zustandes der Bohrung, der Bohrlochrandausbrüche, Auskesselungen, Neigung und Richtung. Angaben zum Spannungsfeld. Berechnung des Bohrloch- und Zementvolumens für die Zementation der Verrohrung.

**Durchführung:**

Vor dem Einsatz der anderen Meßgeräte wurde aus Sicherheitsgründen jeweils eine Kalibermessung gefahren, um Zonen zu ermitteln, die ausgebrochen sind. Die Messung wurde im Aufwärtsfahren registriert (Run Nr. 14). Am 05.11.87 wurden 4 Messungen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit (7, 12, 20, 25 m/min) gefahren, um die Meßgenauigkeit zu überprüfen (Run 15). Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 15 m/min.

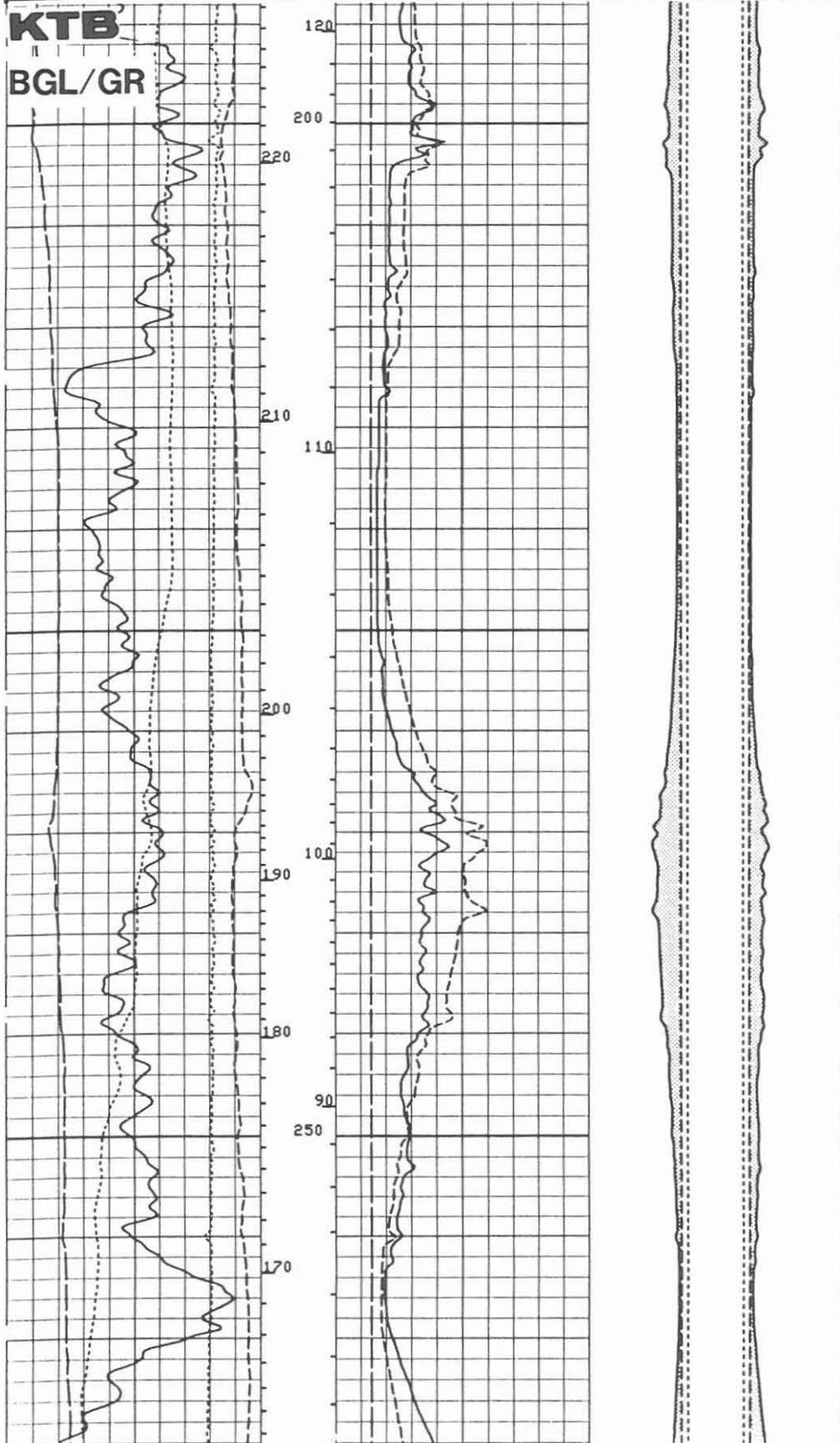
**Technische Anmerkungen:**

Das Meßsystem wird zentriert eingefahren. Vier um 90° versetzte Kaliberarme tasten die Bohrlochwand ab. Je zwei gegenüberliegende Arme sind zu einem Meßpaar zusammengefaßt. Außerdem besitzt dieses Meßgerät ein Neigungs- und magnetisches Orientierungssystem. Über ein potentiometer-kontrolliertes Pendel wird die Neigung der Bohrung gemessen. Ein Kompaß ermittelt die Richtung. Die Lage des Gerätes wird durch den Referenz-Kaliberarm 1 und das "Relative Bearing" (Referenzpendel), das in 180° zum Arm 1 steht, bestimmt. Decken sich die Kaliberkurven, liegt ein rundes Bohrloch vor, zeigen sie unterschiedlichen Durchmesser, bedeutet dies eine Ovalisierung. Die Berechnung des Bohrlochvolumens bei Ovalisierung geht von einer Ideal-ellipse aus. Die Markierungen an der linken Seite der Teufenspur geben das integrierte Bohrlochvolumen in Kubikmeter (langer Markierungsstrich) und auf der rechten Seite das Volumen für die benötigte Zementmenge an. Datenrate: 15 cm (6").

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit	
BS	Bit Size	(MM) Meißelgröße	mm
C1	Caliper 1	(MM) Kaliber 1	mm
C2	Caliper 2	(MM) Kaliber 2	mm
DEVI	Deviation	(DEG) Neigung	Grad
HAZI	Hole Azimuth	(DEG) Bohrlochazimut	Grad
GR	Gamma Ray	(GAPI) Gammastrahlung	API-Einheiten
RB	Relative Bearing	(DEG) Referenz	Grad
TENS	Tension	(LB) Gewicht am Kabel	Pfund

GR (GAPI)		Abbildung 5.4		RDHR	
0.0	150.00			-1000.	1000.0
TENS(LB.)				RDHR	
2000.0	0.0			1000.0	-1000.
RB (DEG.)		BS (MM)		BS (MM)	
-40.00	360.00	200.00	700.00	-1000.	1000.0
DEVI(DEG.)		C2 (MM)		C2 (MM)	
-1.000	9.0000	200.00	700.00	-1000.	1000.0
HAZI(DEG.)		C1 (MM)		C1 (MM)	
-40.00	360.00	200.00	700.00	1000.0	-1000.



**DLL/MSFL/GRL/CAL** (Dual Laterolog/Microspherical Focused Log/Gammastrahlen-/Kalibermessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -33	26.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt von 200,0 - 267,0 m, Abb. 5.5.

**Meßziel:**

Dieses Log wurde als hauptsächliche Widerstandsmessung gefahren, um Zonen hohen Widerstandes, also dichte Zonen, von Intervallen niedrigen Widerstandes zu unterscheiden. Letztere können Fluide enthalten. Sehr niedrige Widerstände können auf graphit- oder erzhaltige Lagen hinweisen.

**Durchführung:**

Die Messung wird als Kombination mit MSFL und CAL gefahren. Nicht erwähnt ist das AMS, das ebenfalls mitgefahren worden ist. Die Widerstandsskala wurde logarithmisch von 0,2 - 2000 Ohm m mit einem "back-up" von 2000 bis 200 000 Ohm m aufgezeichnet. Die gemessenen Widerstandswerte müssen wegen des Bohrlocheinflusses (besonders im Bereich der großen Auskesselungen) und der Schulterzonenbeeinflussung korrigiert werden. Dies ist nur im Rechenzentrum der Service-Firma möglich.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000 in Echtzeit; die Meßgeschwindigkeit richtet sich nach dem GR und betrug 9 m/min.

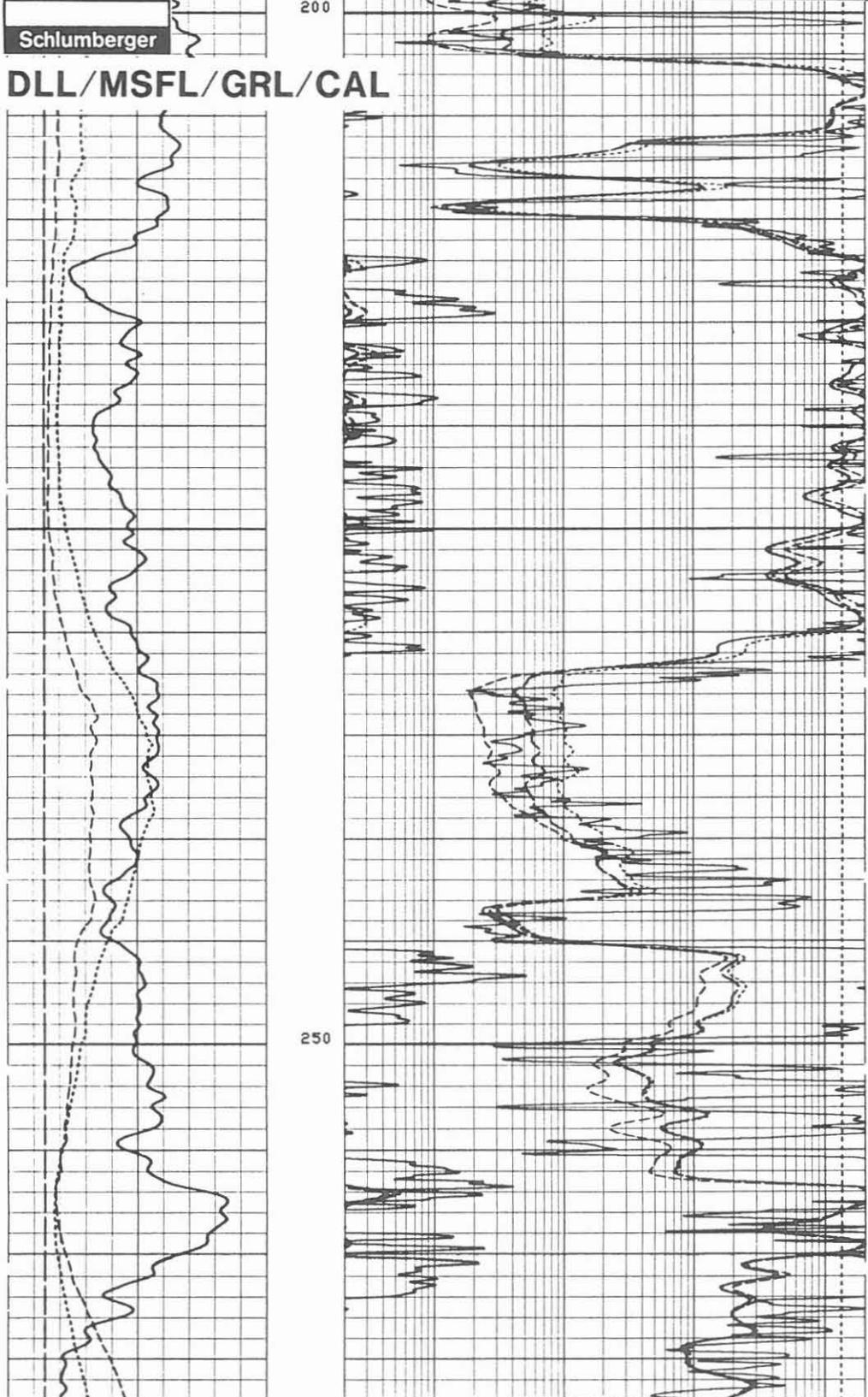
**Technische Anmerkungen:**

Es wurde das Dual Laterolog DLT-E eingesetzt. Dieses Gerät registriert 3 Laterologkurven, das Laterolog-Shallow (LLS), Laterolog Deep (LLD) und Laterolog Groningen (LLG). Das LLS arbeitet mit einer Frequenz von 270 Hz, das LLD und LLG mit 32 Hz. Die Referenzelektrode "N" ist für LLD am Kabel und für LLG an Elektrode VI am Bridle befestigt. Mit dem Microspherical Focused Log wird gleichzeitig ein Vierarm-Kaliber gefahren. Datenrate Dual Laterolog: 15 cm und Microspherical Focused Log: 5 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
BS	Bit Size	(MM)	Meißelgröße	mm
CAL 1	Caliper 1	(MM)	Kaliber 1 - 3	mm
CAL 2	Caliper 2	(MM)	Kaliber 2 - 4	mm
LLD	Laterolog "deep"		tiefes Laterolog	Ohm m
LLG	Laterolog "Groningen"		Groningen-Effekt kompensiertes Laterolog	Ohm m
LLS	Laterolog "shallow"		seichtes Laterolog	Ohm m
MSFL	Microspherical Focused Log		mikrosphärisch fokussierte Messung	Ohm m

		LLG (OHMM)	2000.0	200000	Abbildung 5.5	
		LLD (OHMM)	2000.0	200000		
		LLS (OHMM)	2000.0	200000		
		MSFL (OHMM)	2000.0	200000		
		TENS (LB )	2000.0	10000.0		
BS (MM )	200.00	700.00			LLG (OHMM)	2000.0
CALS (MM )	200.00	700.00			MSFL (OHMM)	2000.0
CAL1 (MM )	200.00	700.00			LLD (OHMM)	2000.0
GR (GAPI)	0.0	150.00			LLS (OHMM)	2000.0



**DIL/SP/GRL** (Dual Induction (Phasor) Log/Eigenpotential/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -35	27.10.87	15	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 191,0 - 265,0 m, Abb. 5.6.

**Meßziel:**

Erfassung der Widerstandsverteilung im Untergrund. Die mit dem Dual Laterolog gemessenen sehr niedrigen Widerstände mußten überprüft werden. Eine Leitfähigkeitsmessung ist in diesem Bereich der Widerstandsmessung überlegen.

**Durchführung:**

Mit der Leitfähigkeitsmessung DIL wurde auch das Eigenpotential SP registriert. Das SP zeigte extreme Schwankungen, die bis zu 450 MV erreichen. Die Beeinflussung der Widerstands- (R-Signal) und Gammastrahlungswerte durch die Auskesselungen ist groß und muß korrigiert werden. Dies erfolgt im Rechenzentrum der Service-Firma, die auch die Rückspielung und Berechnung des "Phasor Logs" (X-Signal) durchführt. Es zeigte sich, daß einige Zonen sehr hohe Leitfähigkeiten besitzen. Bei einem Spülungswiderstand von 4,18 Ohm m bei 19 °C kann das gemessene Widerstandsniveau von 0,2-0,8 Ohm m nicht durch Fluide erklärt werden. Die Möglichkeit von graphit- oder erzhaltigen Lagen muß angenommen werden; die starken Reaktionen des Eigenpotentials könnten ein weiterer Hinweis hierzu sein.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; logarithmische Registrierung im Widerstandsbereich von 0,2 - 2000 Ohm m; Meßgeschwindigkeit 11 m/min.

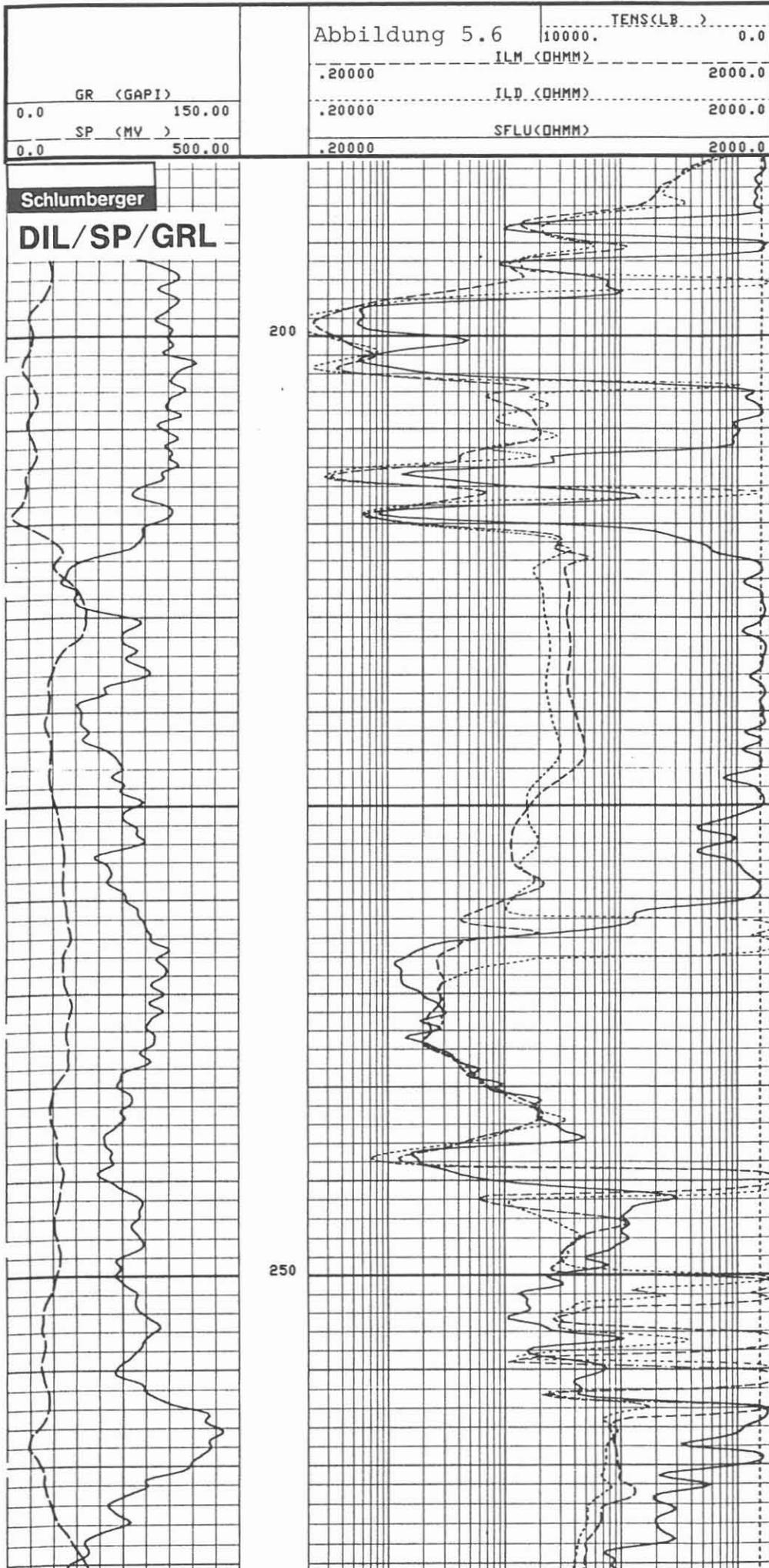
**Technische Anmerkungen:**

Bei dem eingesetzten Meßgerät handelt es sich um das "Phasor" Dual Induction DIT-E. Die gewählte Frequenz für das Leitfähigkeitsmeßsystem betrug 20 kHz. Es wurde mit 37 mm (1 1/2") Stand-Off gefahren. Das vertikale Auflösungsvermögen ist für ILD = 246 cm (8 ft), ILM = 185 cm (6 ft) und für das SFLU 92 cm (3 ft).

Datenrate: 15 cm (6").

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit	
ILM	Induction Log medium"	mittlere" Leitfähigkeit als Widerstand	Ohm m
ILD	Induction Log deep	"tiefe" Leitfähigkeit als Widerstand	Ohm m
SFLU	Spherical Focused Log	sphärischfokussierte Messung als Widerstand	Ohm m



**FMST/GRL/CAL** (Formation MicroScanner/Gammastrahlen-/Kalibermessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -37	27.10.871	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 198,0 - 264,0 m, Abb. 5.7.

**Meßziel:**

Nachweis von Klüften und Kluftsystemen, Störungen und Scherflächen. Außerdem soll über die Schichtung, Textur und Struktur des Gesteins, das Einfallen und Streichen des Gebirges bzw. der Klüfte eine Aussage erreicht werden. Ferner ist damit eine Nachorientierung der Bohrkerne vorgesehen.

**Durchführung:**

Die Aufzeichnung der FMST-Messung erfolgt in vereinfachter Form. Von den 54 gemessenen Widerstandsprofilen werden nur 7 wiedergegeben (auf dem Logbeispiel wurde bei 223,5 m von einer Zeile mit 7 Widerstandselektroden auf eine Zeile mit 6 Elektroden umgeschaltet): die Widerstände sind nicht skaliert. Die Bohrlochneigung und die magnetische Orientierung sowie ein Vierarm-Kaliber werden ebenfalls mitregistriert. Die große Datenfülle bedingt eine Unterbrechung der Messung bei jedem Magnetbandwechsel. Um keine Daten zu verlieren, wird jede Unterbrechung durch eine kurze Wiederholungsmessung überlappt; etwa 5 - 8 m. Die Messung wurde mit "Gain" 2 und 3 gefahren.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 6 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

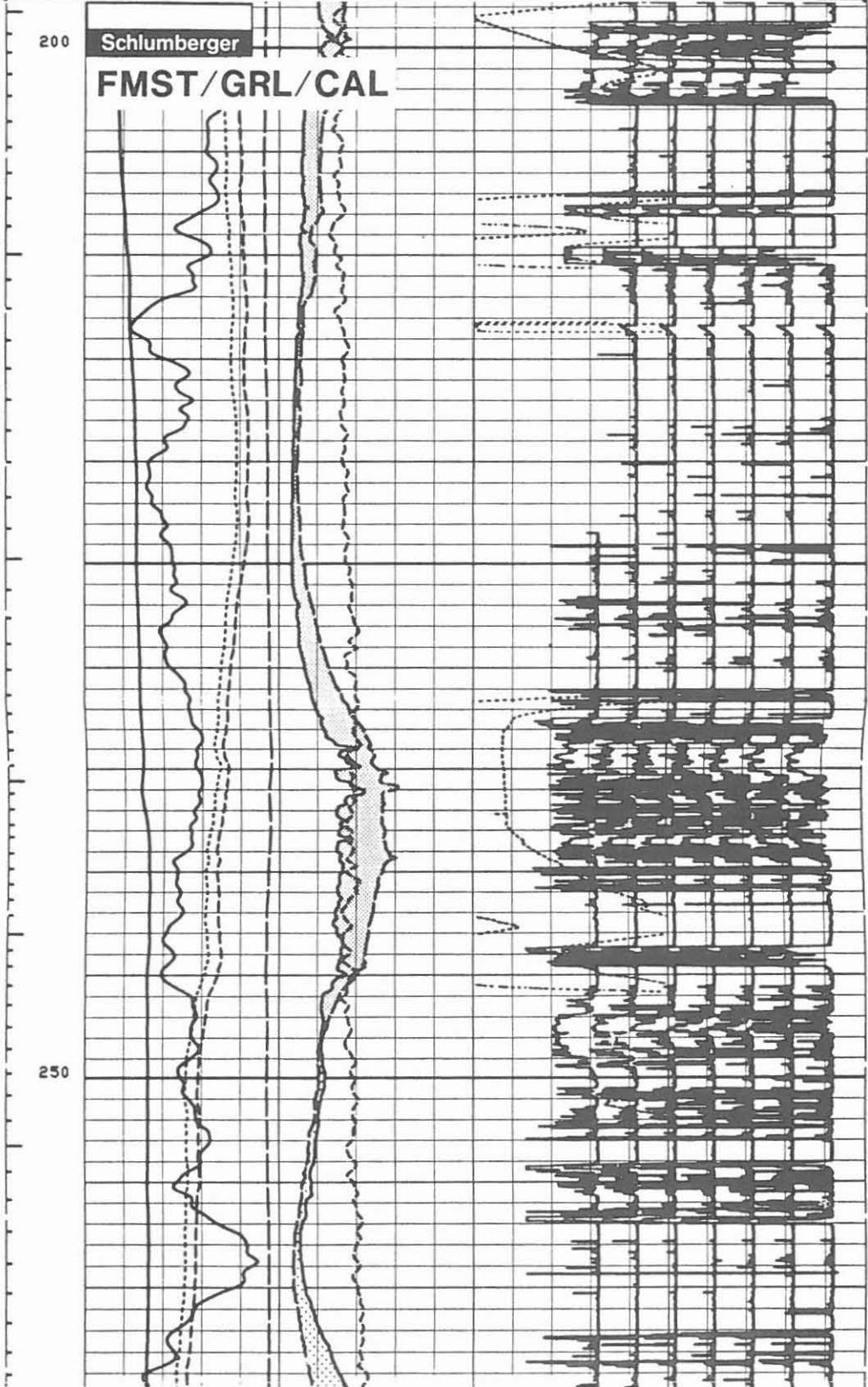
Es wurde das Standard FMST/SHDT-Gerät eingesetzt und in "FMST Mode" registriert. Das Vierarm-Kaliber öffnet bis maximal 549 mm (21,6"). Das Speichervolumen der EDV-Anlage in der Logging Unit erlaubt keine Wiedergabe aller Widerstandskurven. Dies kann nur im Rechenzentrum der Firma erfolgen. Die Meßergebnisse werden als Profilaufzeichnungen und als Images dargestellt. Wenn eine Graudarstellung gewählt wird, bedeutet dunkel (schwarz) gute und hell (weiß) geringe Leitfähigkeit. Die Messungen sind zwischen 35,0 - 55,0 m wegen großer Auskesselung ungenau.

Die Datenrate für die Widerstände (fast channels) beträgt 2,5 mm und für GR, CAL, Neigung und Orientierung (slow channels) 15 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
AZIM	Azimuth	DEG	Azimut	Grad
C 1	Caliper 1-3	(IN)	Kaliber 1-3	Zoll
C 2	Caliper 2-4	(IN)	Kaliber 2-4	Zoll
DEVI	Deviation	DEG	Neigung	Grad
EV	Emex Voltage	V	Meßspannung	Volt
PLAZ	Pad 1 Azimuth	DEG	Elektrodenträger 1	
			Azimut	Grad
RB	Relative Bearing	DEG	Referenz	Grad
RB 1-7	Resistivity Button 1-7		Widerstandselektroden 1-7	

				EV..(Y...)	Abbildung 5.7
				0.0 5.0000	
				RB7	17000.
				-3000.	
				RB6	15000.
				-5000.	
				RB5	13000.
				-7000.	
				RB4	11000.
				-9000.	
				RB3	9000.0
				-11000	
				RB2	7000.0
				-13000	
				RB1	5000.0
				-15000	
GR (GAPI)					
0.0	150.00				
RB (DEG)					
-40.00	360.00				
PIAZ(DEG)		CR (IN)			
-40.00	360.00	10.000	25.000		
AZIM(DEG)		CI (IN)			
-40.00	360.00	10.000	25.000		
DEVI(DEG)		TENS(LB)			
0.0	5.0000	0.0	500.00		



**SHDT/GRL/CAL** (Stratigraphic High Resolution Dipmeter/Gammastrahlen-/Kalibermessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -37	27.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 193,0 - 266,0 m, Abb. 5.8.

**Meßziel:**

Die Bestimmung des Einfallens und Streichens, der Textur und Struktur der Formationen, die Erfassung von tektonischen Störungszonen und Transgressionen sowie von Klüftigkeiten sind Meßziel der Dipmeter-Messung. Die Neigung und Richtung der Bohrung sowie die Orientierung von Bohrlochrandausbrüchen kann bestimmt werden.

**Durchführung:**

Die 8 Widerstandsspuren werden in je 4 Paaren entsprechend den Elektroden-trägern wiedergegeben. Zusätzlich werden die Bohrlochneigung, der Azimut, der Azimut der Elektrode 1, ein Vierarm-Kaliber und die Gammastrahlung aufgezeichnet. Die beiden Kaliberkurven sind gegenläufig registriert und dazwischen punktiert. Die Messung wurde mit "Gain" 2 und 3 gefahren, um Erfahrungen im Kristallin zu gewinnen. An der Bohrung wurde eine Sofort-Auswertung vorgenommen; eine Detailauswertung kann nur im Rechenzentrum der Service-Firma erfolgen.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 9 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

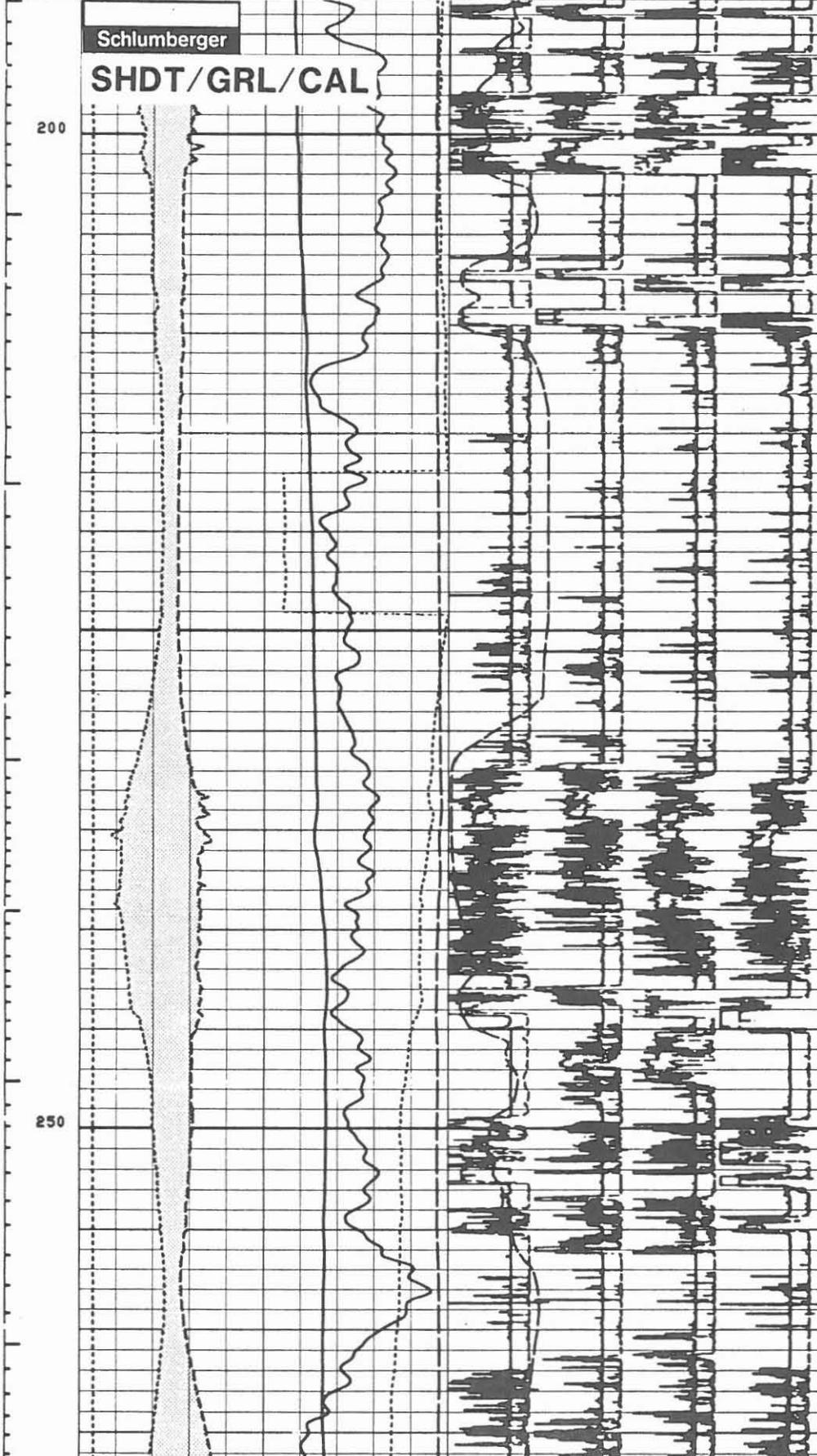
Es wurde das Standard FMST/SHDT-Gerät eingesetzt und in "DIPM Mode" registriert. Die Öffnung der Kaliberarme ist bis 549 mm (21,6") möglich. Im Teufenbereich von 33,0 - 55,0 m sind die Meßwerte ungenau, da die Bohrung so stark ausgekesselt ist, daß die Elektroden über die Kaliberarme nicht mehr an die Bohrlochwand angepreßt werden können.

Die Datenrate für die Widerstandskurven (fast channels) beträgt 2,5 mm und für GR, CAL, Neigung und Orientierung (slow channels) 15 cm.

**Abkürzungen:**

englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
AZIM	Azimuth	DEG	Azimut Grad
C 1	Caliper 1-3	(IN)	Kaliber 1-3 Zoll
C 2	Caliper 2-4	(IN)	Kaliber 2-4 Zoll
DEVI	Deviation	DEG	Neigung Grad
EV	Emex Voltage	V	Meßspannung Volt
PLAZ	Pad 1 Azimuth	DEG	Elektroden-träger 1 Azimut Grad
PB 1, 1A	Pad Button 1	1A	Elektroden 1 1A
PB 2, 2A	Pad Button 2	2A	Elektroden 2 2A
PB 3, 3A	Pad Button 3	3A	Elektroden 3 3A
PB 4, 4A	Pad Button 4	4A	Elektroden 4 4A

				EV (V )		Abbildung 5.8	
		GR (GAPI)		0.0	50.000		
		0.0 150.00		PR2A		PR4A	
TENS(LB )		PIAZ(DEG )		-6000.	4000.0	-6000.	4000.0
0.0	10000.	-40.00	360.00	PR2		PR4	
G1 (IN )		AZIM(DEG )		-5000.	5000.0	-5000.	5000.0
25.000	-5.000	-40.00	360.00	PR1A		PR3A	
G2 (IN )		DEVI(DEG )		-1000.	9000.0	-1000.	9000.0
-5.000	25.000	0.0	5.0000	PR1		PR3	
				0.0	10000.	0.0	10000.



**SDT/GRL** (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -39	27.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 194,0 - 265,0 m, Abb. 5.9

**Meßziel:**

Mit der akustischen Laufzeitmessung kann eine Aussage über Lithologie, Porosität, Gesteinsverfestigung, Klüfte und Kluftsysteme erreicht werden. Außerdem wird diese Messung zur Kalibrierung der seismischen Aufnahmen benötigt. Die Berechnung der Kompressions-, Scher- und Stoneleywellen-Laufzeit ist möglich.

**Durchführung:**

Eine Gerätebeschreibung ist in KTB-Bericht 87-3 gegeben. Die Messung wurde in den drei vorgesehenen Aufzeichnungsmöglichkeiten ("Modes") gefahren, die getrennt besprochen und durch ein Beispiel erläutert werden: Die SDT/GRL-Registrierung entspricht dem "DDBHC Mode". Folgende Laufzeiten wurden bei dieser Fahrt registriert: In Spur 1: TT 1, TT 2, TT 3 und TT 4; zusätzlich ein GR zur Teufenkontrolle. In Spur 3: LTT 1, LTT 2, LTT 3 und LTT 4. In Spur 4 wurde auf Film die bohrlochkorrigierte Laufzeit des "short spacing" 3 - 5 ft (DT) und des langen "short spacing" 5 - 7 ft (DTL) wiedergegeben; außerdem das Gewicht am Kabel. In Spur 2 ist am rechten Rand die integrierte Laufzeit des "short spacings" 3 - 5 ft (DT) dargestellt. Die gemessenen Laufzeiten im Intervall von 27,4 - 64 m sind durch die tiefreichende Auskesselung und das sehr weiche Gebirge stark beeinflusst. Dies sollte bei einer Interpretation der Daten (besonders der integrierten) berücksichtigt werden.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 9 m/min.

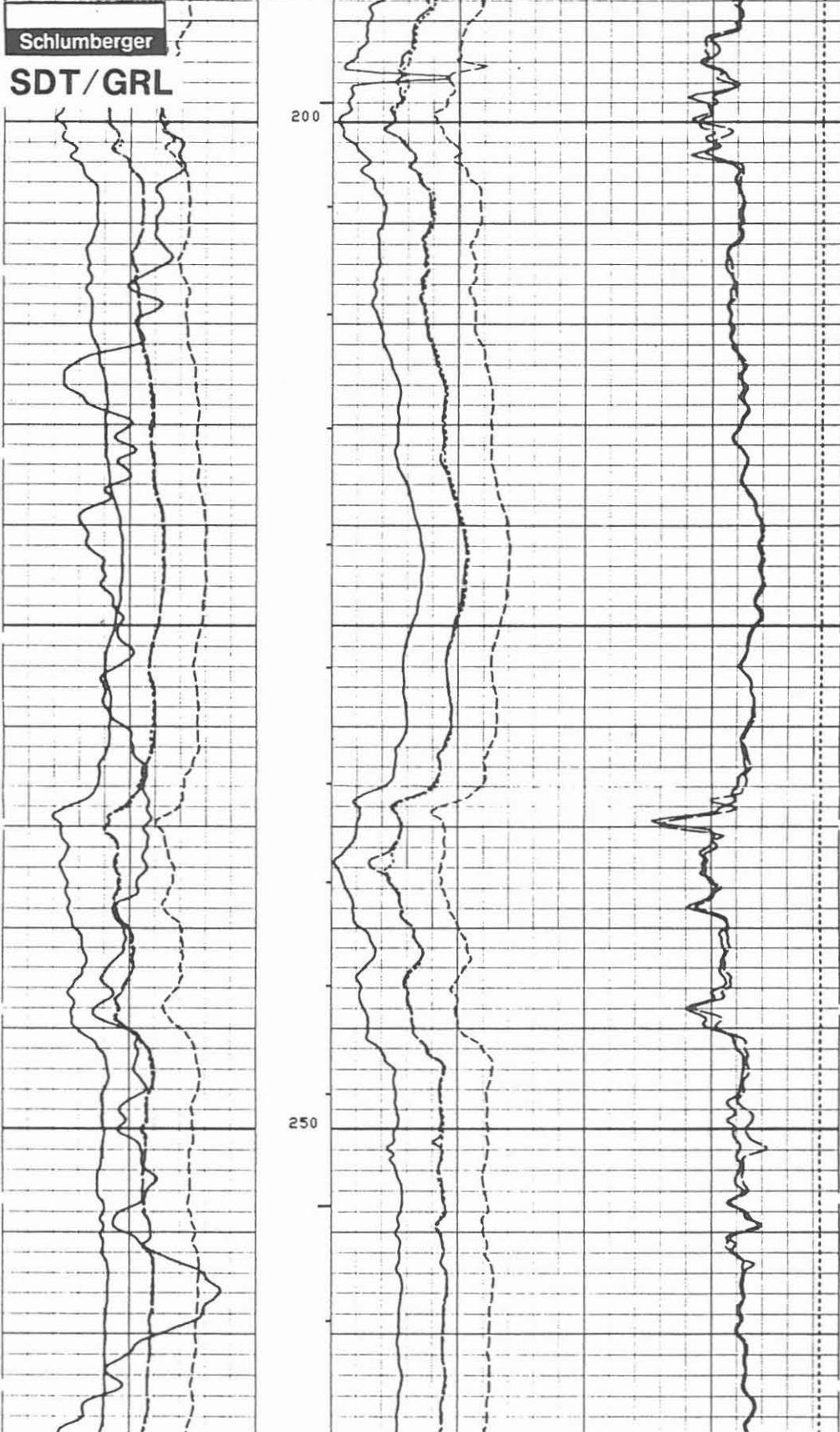
**Technische Anmerkungen:**

Mit dem Array Tool werden die Laufzeiten nach der STC (slowness time coherence)-Methode ermittelt (Standardgerät arbeitet nach der FMD-Methode = First Motion Detection). Die große Datenfülle erlaubt keine Wiedergabe aller registrierten Daten auf Film. Sie sind jedoch auf Band aufgezeichnet und können jederzeit über Playback optisch dargestellt werden. Es wurde mit einer zeitlichen Datendichte (Sampling Interval) von 10 µs gemessen, um unter den vorgegebenen Verhältnissen gute Laufzeiten zu erhalten. 5 Zentrierfedern führten das Gerät zentrisch. Datenrate: 15 cm

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit, hier alle Angaben in µs/m
DT	Delta T (US/M)	Laufzeit (kurzer Meßabstand)
DTL	Delta T long (US/M)	Laufzeit lang
LTT 1	Transmit Time 10' (US)	Übertragungszeit Meßabstand 304,8 cm
LTT 2	" " 8'	" " 243,8 cm
LTT 3	" " 12'	" " 365,8 cm
LTT 4	" " 10'	" " 304,8 cm
TT 1	Transit Time 5' (US)	" " 152,4 cm
TT 2	" " 3'	" " 91,4 cm
TT 3	" " 7'	" " 213,4 cm
TT 4	" " 5'	" " 152,4 cm

GR (GAPI)		LTT4(US )		Abbildung 5.9	
0.0	150.00	1000.0	400.00		
TT4 (US )		LTT3(US )			
800.00	200.00	1000.0	400.00		
TT3 (US )		LTT2(US )			
800.00	200.00	1000.0	400.00	TENS(LB ) 0.0	
TT2 (US )		LTT1(US )		DTL (US/M) 100.00	
800.00	200.00	500.00	400.00	DT (US/M) 100.00	
TT1 (US )					
800.00	200.00	500.00		100.00	



**SDT/GRL 6"** (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung, Meßabstand 6")

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -39	27.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 194,0 - 265,0 m, Abb. 5.10.

**Meßziel:**

Es soll ein möglichst vertikal hochauflösendes Meßsystem eingesetzt werden, um Feinstrukturen, Klüfte, Kluftzonen und Gesteinsveränderungen zu ermitteln.

**Durchführung:**

Mit dem Digital Sonic Tool ist es möglich, ein 6" (15,24 cm) Borehole Compensated Sonic aufzuzeichnen. Dies wurde in einer separaten Fahrt ausgeführt. Eine sehr detaillierte Aufnahme gibt Aufschluß über die Feingliederung des Intervalls. Die Zone von 27,4 - 62,0 m ist durch Auskesselung stark beeinflusst. Eine Interpretation dieser Daten ist daher nur mit Vorsicht durchzuführen. Es gilt folgende Spurenbelegung:

Spur 1: Gammastrahlung, Gewicht am Kabel, Spur 2 rechter Rand: integrierte Laufzeit 6" Meßabstand, Spur 3: TT 1, TT 2, TT 3, TT 4 und über Spur 3 und 4: Laufzeit 6" (DT) und "Bohrloch-kompensierte Laufzeit 6" (BCDT).

Teufenmaßstab 1 : 200; Meßgeschwindigkeit 1,2 m/min.

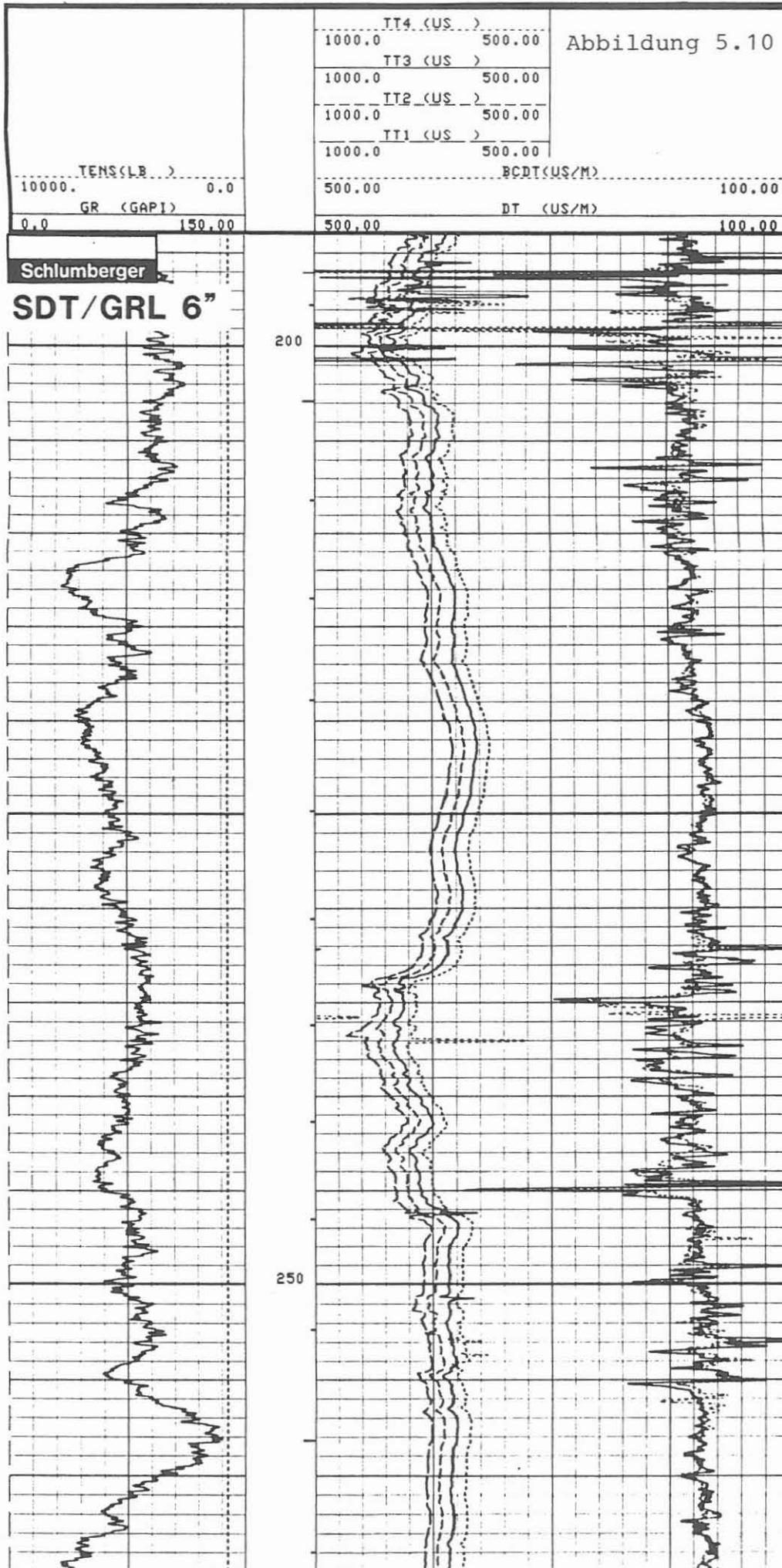
**Technische Anmerkungen:**

Durch Vereinigung von zwei Gruppen von drei unkompensierten "slowness" Messungen wird das DDBHC (Depth Derived BoreHole Compensated) 6" Sonic Log erstellt. Um das gute Auflösungsvermögen zu erhalten ist es notwendig, die Datenrate um das fünffache zu erhöhen. Die Datendichte (Sampling Interval) betrug 10 µs.

Datenrate: 3 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit, hier alle µs/m
BCDT	Borehole Compensated	Bohrlochkorrigierte Laufzeit
	Delta T (US/M)	
DT	Delta T (US/M)	Laufzeit
TT 1	Transmit Time 12,5'(US)	Übertragungszeit Meßabstand 318,5 cm
TT 2	" " 12,0'(US)	" " 305,8 cm
TT 3	" " 11,5'(US)	" " 293,0 cm
TT 4	" " 11,0'(US)	" " 280,3 cm



**SDT/GRL/VDL** (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung/Variable Density Log)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -39	27.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 188,0 - 266,0 m, Abb. 5.11.

**Meßziel:**

Es soll die Aufnahme des kompletten Wellenzuges über eine möglichst lange Zeit durchgeführt werden, um Kompressions-, Scher- und Stoneleywellen-Laufzeiten zu ermitteln. Sie dienen der Kalibrierung der seismisch ermittelten Zeiten, der Berechnung von Gesteinsparametern wie der Poissonzahl, sowie mit Hilfe der Dichtemessung des Schermoduls, des Young-Moduls und der Gesteinskompressibilität.

**Durchführung:**

Diese Messung wurde zweimal gefahren. Es wird jedoch nur ein Beispiel als Meßausschnitt gezeigt. Es ist die Aufnahme des Wellenzuges über eine Gesamtzeit von 20,48 ms. Die auf dem Film wiedergegebene zweite Aufnahme ist eine Registrierung über 4,34 ms. Es gilt folgende Spurenbelegung:

Spur 1: Gammastrahlung, Laufzeit kurzer Meßabstand (3 - 5 Fuß), Laufzeit lang - kurzer Meßabstand (5 - 7 Fuß). Spur 2, rechter Rand: integrierte Laufzeit kurzer Meßabstand (3 - 5 Fuß). Spur 3 und 4: Variable Density Aufzeichnung des Wellenzuges über 20,48 ms. Die Messung im Abschnitt von 27,4 - 64,0 m ist durch die große Auskesselung und das weiche Gebirge stark beeinflusst.

Teufenmaßstab 1 : 200; Meßgeschwindigkeit bei 20,48 ms: 1,2 m/min;  
bei 4,34 ms: 2,0 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

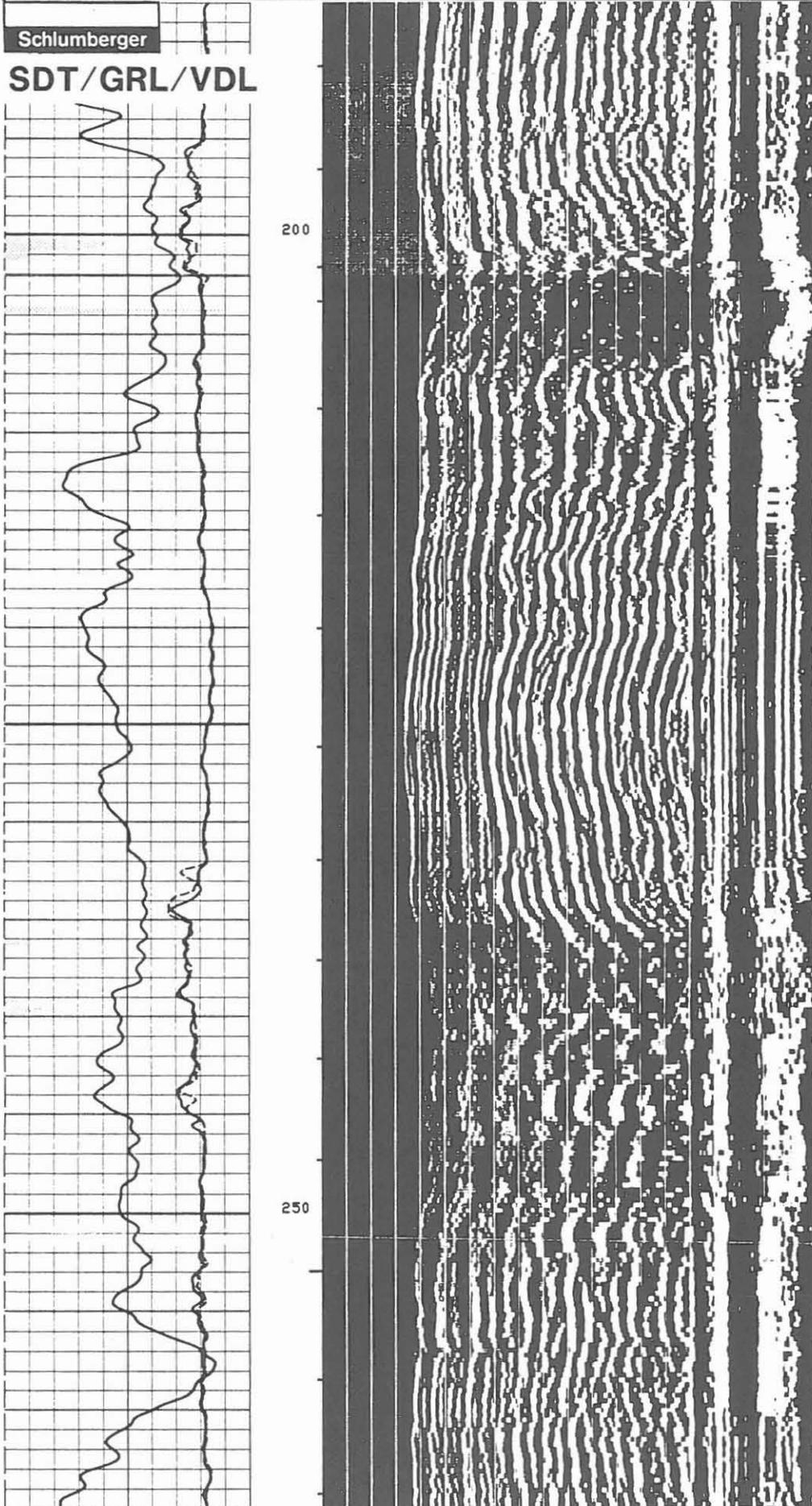
Für die Registrierung des gesamten Wellenzuges war es notwendig, die Messung den technischen Möglichkeiten anzupassen. Ausgegangen wurde von der Forderung, einen möglichst langen Zeitabschnitt zu registrieren, damit auch die Stoneley-Welle noch voll aufgezeichnet werden kann. Dies kann zur Zeit nur durch eine gewisse Datenreduktion erreicht werden. Sie drückt sich durch eine zeitlich verlängerte Datendichte (Sampling Interval) von 20  $\mu$ s aus. Die Aufzeichnung erfolgte in:  $(2 \times 512 \text{ words}) \times 20 \mu\text{s} = 20,48 \text{ ms}$  Länge. Die zweite Aufnahme erfolgte in  $434 \text{ words} \times 10 \mu\text{s} = 4,34 \text{ ms}$  Länge. Damit wurde das Hauptgewicht auf die Gewinnung der Kompressions- und Scherwelle gelegt. Eine Registrierung mit der erhöhten Datendichte von  $512 \text{ words} \times 5 \mu\text{s} = 2,56 \text{ ms}$  wurde unter den gegebenen Bohrlochbedingungen nicht durchgeführt. Das Gerät wurde durch 5 Zentrierfedern zentrisch geführt. Datenrate: 3 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit
DT	Delta T (US/M)		Laufzeit kurzer Meßabstand $\mu$ s/m
DTL	Delta T, long (US/M)		Laufzeit lang-kurzer Meßabstand $\mu$ s/m

DTL (US/M)	500.00	100.00
DT (US/M)	500.00	100.00
GR (GAPI)	0.0	150.00

Abbildung 5.11



**LDT/CNT/NGT** (Litho Density-/Compensated Neutron/Natural Gamma Spectrometer-Messung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -41	28.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 193,0 - 265,0 m, Abb. 5.12.

**Meßziel:**

Bestimmung der spezifischen Massendichte des Gesteins. Diese liefert Hinweise auf Lithologie und Porosität. Hinweise auf Vererzungen und Mineralisierung durch Schwerminerale (wie z. B. Baryt) werden durch den photoelektrischen Effekt gewonnen. Lithologie und Porosität werden auch von der Neutron-Messung erfaßt. Bestimmung des Uranium-, Thorium- und Kaliumanteils sowie der Wärmeproduktion der Gesteine mittels NGT.

**Durchführung:**

Sowohl die Dichte- wie auch die Neutronmessung müssen exzentrisch gefahren werden. Dadurch ergibt sich für die gesamte Kombination eine exzentrische Führung. Als Anpreßarm wird ein Einarm-Kaliber für die Dichtemessung und Exzentrierfedern für die Neutronmessung verwendet. Das Diagramm zeigt in Spur 1 das Summen-GR und das berechnete GR, Kaliber und Meißeldurchmesser. In Spur 3 und 4 wird die Dichte, Neutronporosität (in Kalksteineinheiten), der photoelektrische Effekt, die Dichtekorrektur und das Gewicht am Kabel aufgezeichnet. In Spur 2 an der linken Seite ist das integrierte Bohrlochvolumen in m<sup>3</sup> (große Markierungsstriche) gegeben. Starke Dichteschwankungen sind meist mit abrupten Kaliberänderungen zu korrelieren; hier ist bei einer Interpretation Vorsicht geboten.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit: 6 m/min.

Maximale Öffnung des einarmigen Kalibers: 576 mm (22,6").

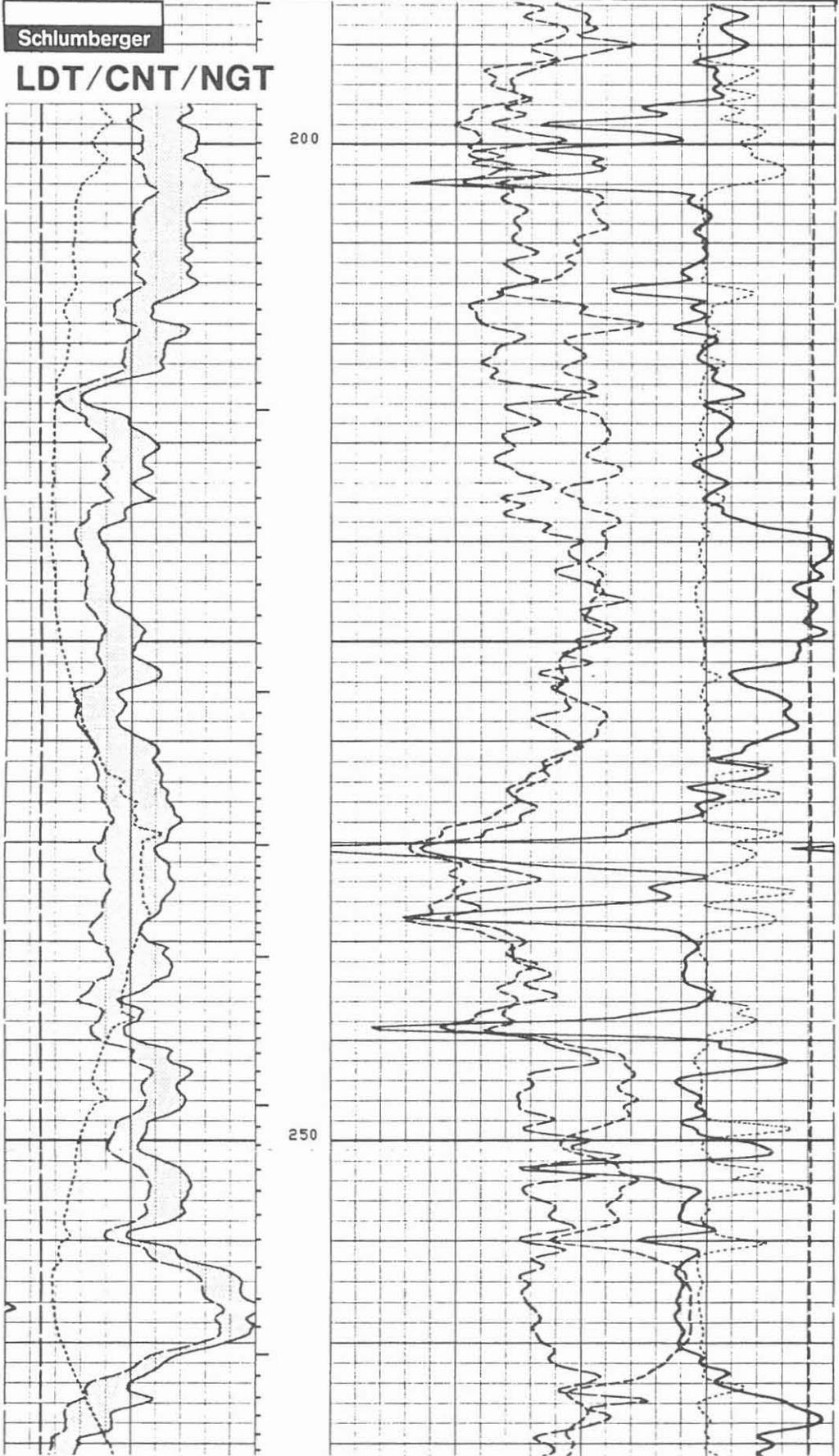
**Technische Anmerkungen:**

Für die Dichtemessung wird das Gebirge durch eine Cäsium-Quelle und für die Neutronmessung durch eine Americium-Beryllium-Quelle angeregt. Die Aufzeichnung der gemessenen Daten erfolgt in einer Skala, die von Messungen im Sediment übernommen wurde: Dichte von 1,95 bis 2,95 g/cm<sup>3</sup> und Neutron von 0,45 bis -0,15 Kalksteinporositätseinheiten. Damit sind im Sediment beide Meßsysteme auf ein vergleichbares Porositätsformat gebracht. Für das Kristallin wurde noch kein neues Kalibrierungssystem gefunden. Es soll jedoch bereits darauf hingewiesen werden, daß die durchschnittliche Anzeige von 12 bis 15 % Neutronporosität sicher keine effektive Porosität repräsentiert, sondern einen Hinweis auf neutronenabsorbierenden Mineralbestand darstellt. Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
DRHO	Delta-RHO	(G/C3)	Dichtekorrektur	g/cm <sup>3</sup>
NPHI	Neutronporosity	(% L.P.U.)	Neutronenporosität	% Kalksteineinh <sub>3</sub>
RHOB	Bulk Density	(G/C3)	Massendichte	g/cm <sup>3</sup>
PEF	Photoelectric Adsorption	(B/E)	Photoelektr. Adsorption	Barn/Elektron

CGR (GAPI)		Abbildung 5.12		TENS(LB)	10000.	0.0
0.0	150.00			DRHO(G/C3)	-.2500	.25000
SGR (GAPI)				PEF	0.0	10.000
0.0	150.00			NPHI	.45000	-.1500
BS (MM)				RHOB(G/C3)	1.9500	2.9500
200.00	700.00					
CALI(MM)						
200.00	700.00					



**CNT-G/GRL/CAL** (Compensated Neutron-Type "G"/Gammastrahlen-/Kalibermessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -41	28.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 189,0 - 264,0 m, Abb. 5.13.

**Meßziel:**

Bestimmung der Porosität, der Lithologie, des Tongehaltes (Vergrünungsgrad), Gehalt an neutronabsorbierenden Mineralien und Kalzitlagen (Kluftverteilungen).

**Durchführung:**

Dieses Gerät wurde mit der Kombination LDT/CNT/NGT gefahren. Die Aufzeichnung der Messung wird in Echtzeit nur auf Magnetband vorgenommen. Die optische Darstellung wird über Playback ausgeführt. Das Diagramm zeigt in Spur 1 das Summen-GR, Kaliber (der Dichtemessung) und die Meißelgröße. In Spur 3 und 4 wird die im thermalen und epithermalen Energiebereich gemessene Neutronporosität in Kalksteinporositätseinheiten wiedergegeben. Zusätzlich werden die Zählraten des zur Quelle nahen und entfernteren Zählrohres für den epithermalen Energiebereich dargestellt.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000;

Meßgeschwindigkeit wie Kombinationsmessung: 6 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Mit diesem Gerät wird die Neutronanregung in zwei Energiebereichen erfaßt: thermal und epithermal. Im epithermalen Bereich wird die durch die abgebremsten Neutronen erzeugte Strahlung gemessen, wohingegen im thermalen Bereich die durch den Einfangvorgang erzeugte Gammastrahlung erfaßt wird. Daraus können sich wesentliche Unterschiede ergeben, wie in der Zone von 230,0 bis 255,0 m ersichtlich wird. Ob dieser Unterschied ausschließlich auf die Bohrlocherweiterung zurückzuführen ist oder einen Hinweis auf eine lokale Gesteinsveränderung darstellt, muß die weitere Interpretation der Daten zeigen.

Datenrate: 15 cm.

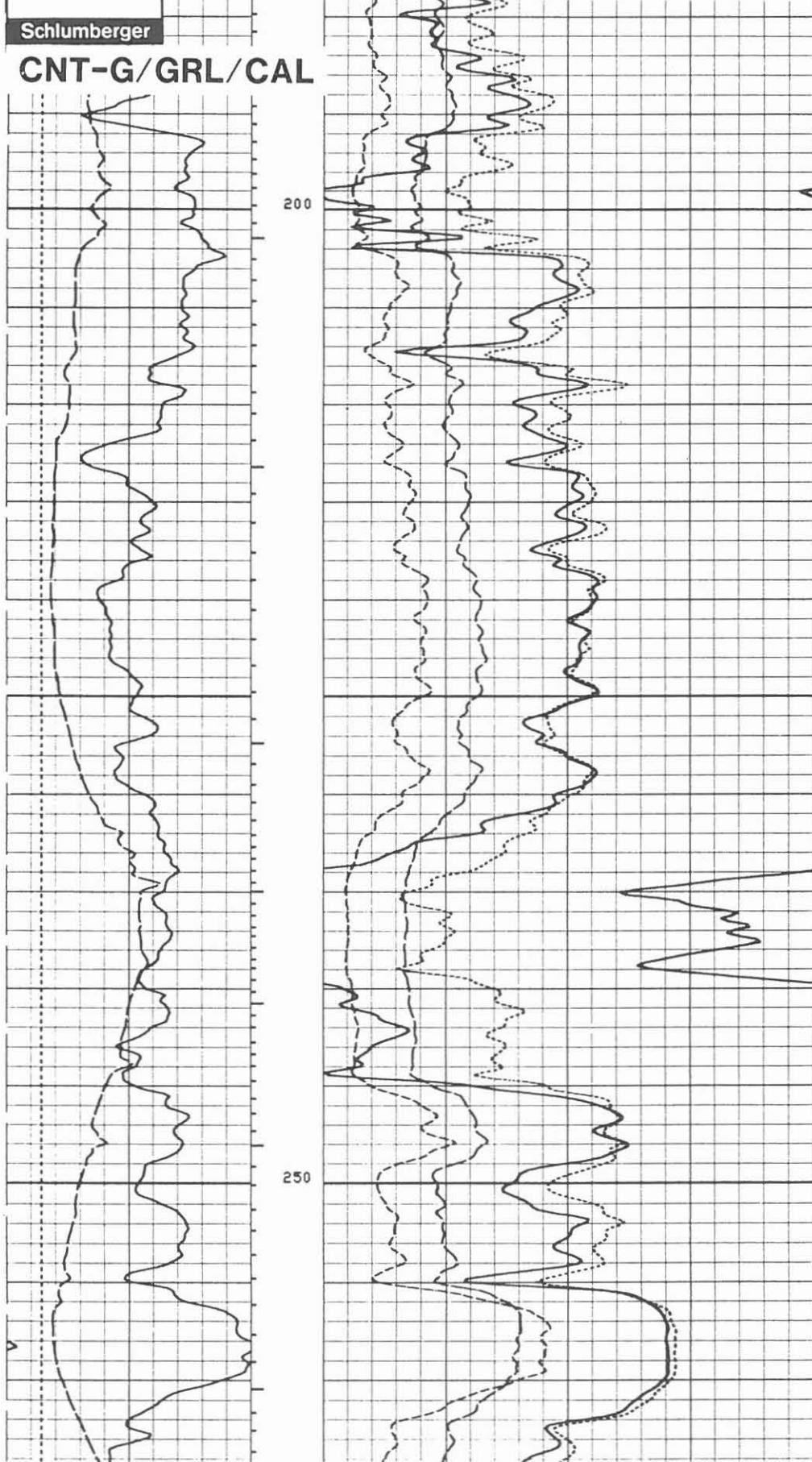
**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
ENPH	Epithermal Neutron Porosity (% LPU)	epithermale Neutronporosität % Kalksteineinheiten
FECN	Far epithermal Neutron Count Rate (CPS)	entfernte epithermale Neutronzählrate Zählungen pro s
NECN	Near epithermal Neutron Count Rate (CPS)	nahe epithermale Neutronzählrate Zählungen pro s
NPHI	Neutronporosity (% LPU)	Neutronenporosität % Kalksteinsteineinh.

SGR (GAPI)		FECH(CPS)		Abbildung 5.13
0.0	150.00	0.0	2500.0	
CALI(MM)		NECH(CPS)		
200.00	700.00	0.0	5000.0	
BS (MM)		NPHI		
200.00	700.00	.45000		-.1500
		ENPH		
		.45000		-.1500

Schlumberger

### CNT-G/GRL/CAL



**NGS-RATIO** (Natural Gamma Spectrometer - Ratio Präsentation)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -41	28.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 191,0 - 265,0 m, Abb. 5.14.

**Meßziel:**

Auflösung des natürlichen Gammastrahlenspektrums in Uranium-, Thorium- und Kaliumanteile. Bestimmung von radioaktiven Bestandteilen und deren Verhältnis zueinander, der Wärmeproduktion sowie mögliche Hinweise auf Klüftigkeit.

**Durchführung:**

Die Messung wurde in Kombination mit der Dichte-Neutronmessung (LDT/CNT) und dem Geochemical Logging Tool (GLT) gefahren. Die Berechnung der anteiligen Strahlungen und der Verhältnisse sind als Playback aufgezeichnet. Die Aufzeichnung bringt in Spur 1 die Gesamtgammastrahlung (SGR), die um den Uraniumanteil korrigierte Strahlung (CGR) - deren Differenz punktiert dargestellt ist -, ein Einarm-Kaliber, in Spur 3 die Verhältnisse Thorium/Uranium, Uranium/Kalium und Thorium/Kalium in logarithmischer und in Spur 4 die Einzelanteile in linearer Präsentation. Die Kalium- und Thoriumkurven sind gegenläufig dargestellt und die Fläche zwischen den Meßwerten ist durch Punktierung hervorgehoben.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 6 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Die Berechnung der Verhältnisse erfolgt, um die Hauptstrahlungskomponente hervorzuheben. Die Zählraten der Einzelstrahlungen werden durch einen Kalmann-Filter von starken statistischen Schwankungen befreit.

Die Darstellung der gegenläufigen Thorium- und Kaliumstrahlung, beide für Vertonung verantwortlich, gibt in dem gemessenen Bereich sicher einen guten Hinweis auf "vergrünte" Zonen und bei starker Kaliumstrahlung auf Kalifeldspäte. Die Messung wurde exzentrisch gefahren.

Datenrate: 15 cm.

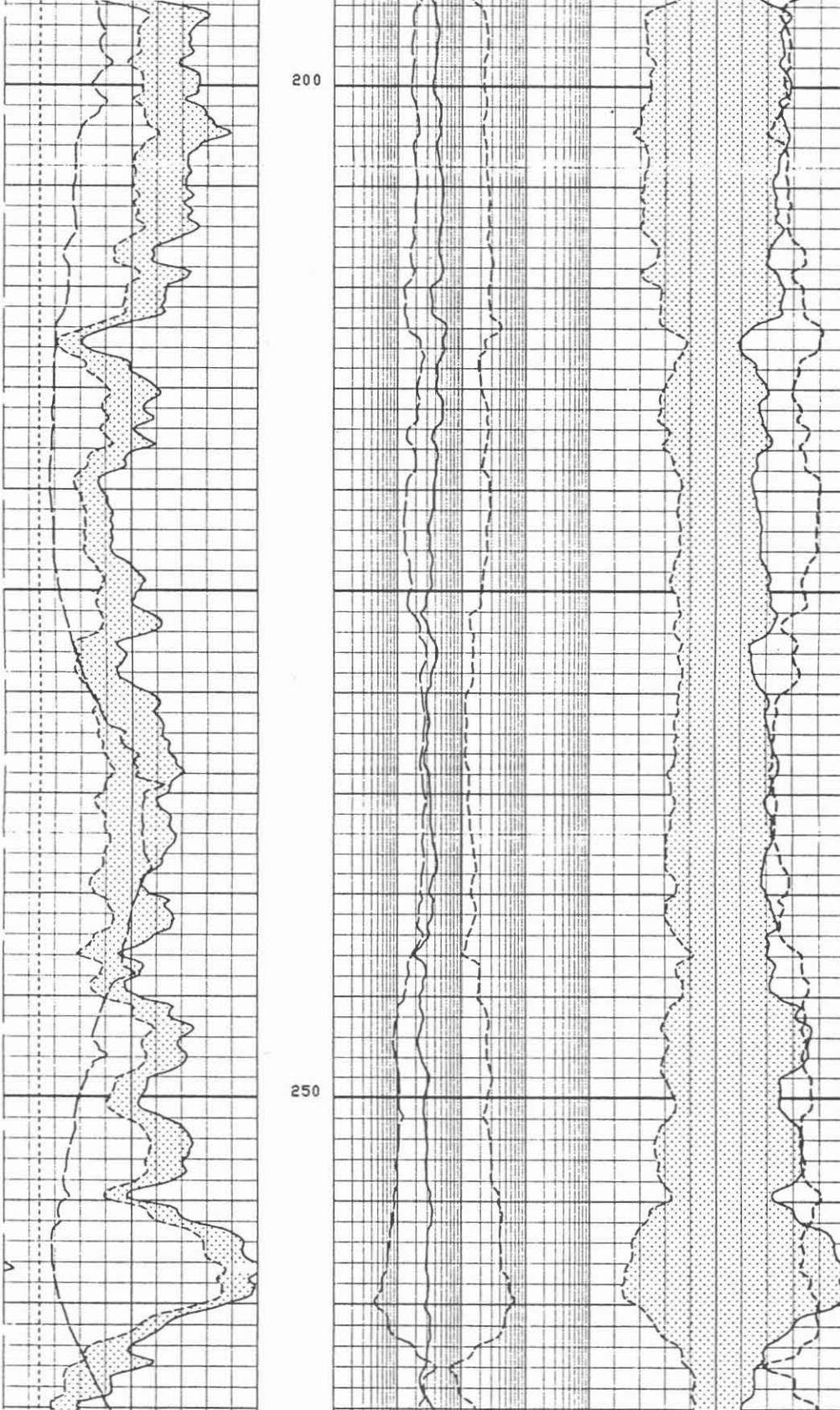
**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
BS	Bit Size	(MM)	Meißelgröße	mm
CALI	Caliper	(MM)	Kaliber	mm
CGR	Computed GR	(GAPI)	Berechnetes GR	API-Einheiten (Uraniumkorrigiertes GR)
POTA	Potassium		Kalium	%
SGR	Sum GR	(GAPI)	Summen-Gesamt GR	API-Einheiten
UPRA	Uranium/Potassium Ratio		Uranium/Kalium-Verhältnis	
URAN	Uranium	(PPM)	Uranium	g/t
THOR	Thorium	(PPM)	Thorium	g/t
TPRA	Thorium/Potassium Ratio		Thorium/Kalium-Verhältnis	
TURA	Thorium/Uranium Ratio		Thorium/Uranium-Verhältnis	

CGR (GAPI)		UPRA		Abbildung 5.14		URAN (PPM)	
0.0	150.00	.10000	1000.0	20.000		0.0	
SGR (GAPI)		TURA		PDTA		THOR (PPM)	
0.0	150.00	.01000	100.00	-.0500		.05000	
CALI (MM)		TPRA					
200.00	700.00	.10000	1000.0	20.000		-20.00	
BS (MM)							
200.00	700.00						

Schlumberger

### NGT-RATIO



NGS-SPEC (Natural Gamma Spectrometer - Spezialaufzeichnung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -41	28.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 264,0 - 186,0 m, Abb. 5.15.

**Meßziel:**

Aufzeichnung des natürlichen Gammastrahlenspektrums, zerlegt in Uranium-, Thorium- und Kaliumstrahlung. Bestimmung von radioaktiven Bestandteilen, der Wärmeproduktion sowie mögliche Klufthanzeige durch Uraniumspitzen.

**Durchführung:**

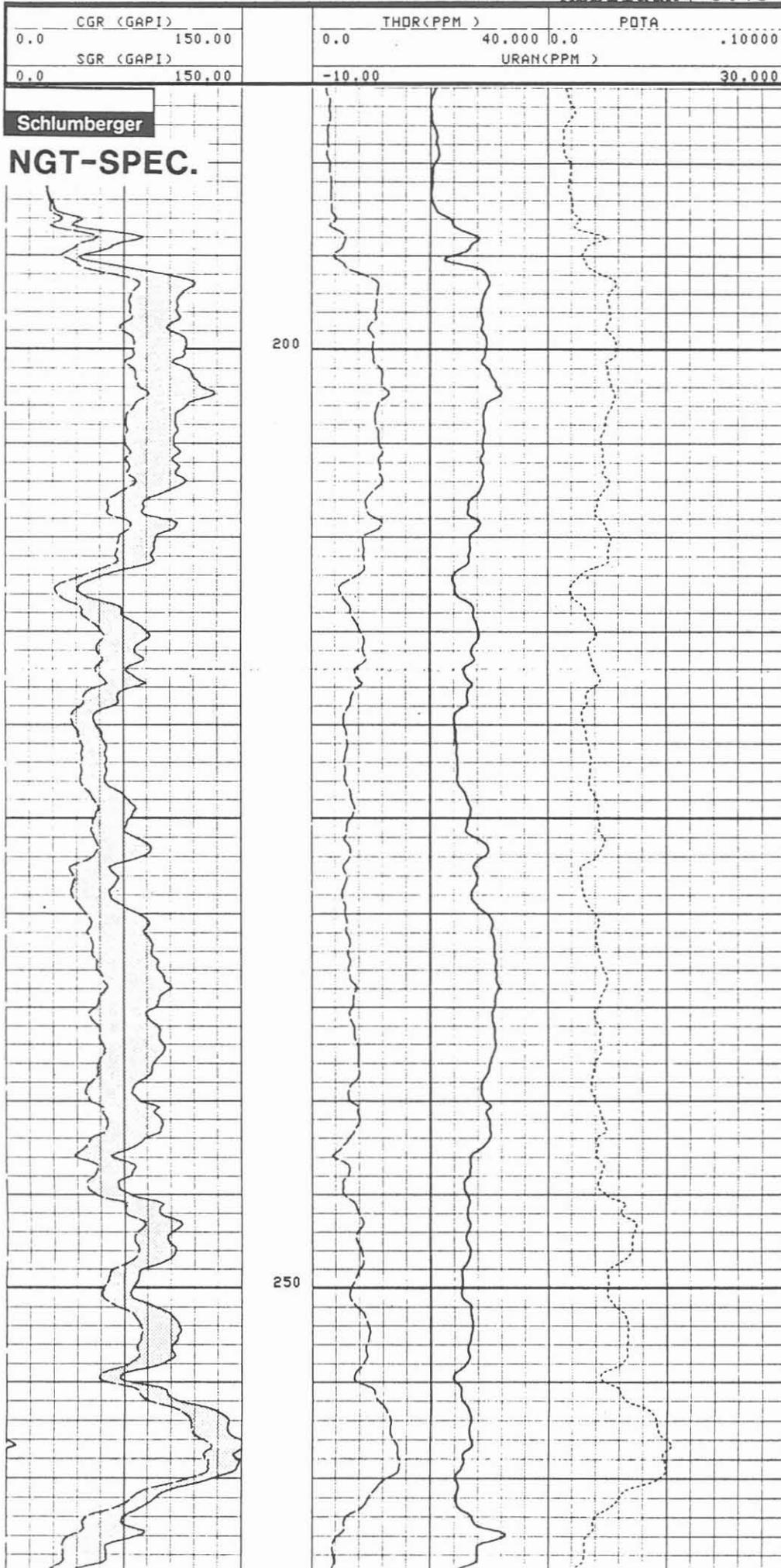
Die Messung wurde in Kombination sowohl mit der Dichte-Neutronmessung (LDT/CNT) als auch mit dem Geochemical Logging Tool (GLT) gefahren. Da das NGT vor der optischen Darstellung bearbeitet werden muß, wurde es nicht in Echtzeit registriert. Die Darstellung gibt die Gesamtgammastrahlung (SGR), die um den Uraniumanteil korrigierte Strahlung (CGR) und die von der Uranium- und Thoriumreihe und dem Kalium ausgehende Strahlung wieder. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 6 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Es werden Strahlungsaktivitäten in Zählraten gemessen. Diese werden über einen Kalmann-Filter bearbeitet, bevor sie optisch auf Film aufgezeichnet werden. Die Rohdaten der 3 Energiefenster des Spektrums werden auf Magnetband registriert. Eine Gammastrahlenmessung ist eine "statistische" Messung. Sie soll deshalb langsam (unter 9 m/min.) gefahren werden. Die Messung wurde exzentrisch gefahren. Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
CGR	Computed GR	(GAPI)	Berechnetes GR	API-Einheiten (Uraniumkorrigiertes GR)
POTA	Potassium	(%)	Kalium	%
SGR	Sum GR	(GAPI)	Summen-Gesamt GR	API-Einheiten
URAN	Uranium	(DPM)	Uranium	gr/t
THOR	Thorium	(DPM)	Thorium	gr/t



**BHTV/GR** (Borehole Televiwer/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -43	28.10.87	1	60,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 430,0 - 460,0 m, Abb. 5.16.

**Meßziel:**

Erkennen von Klüften, Kluftsystemen und Störungszonen sowie möglicherweise Textur und Gefüge des Gesteins sind die Hauptziele dieser Messung. Akustisches Kaliber.

**Durchführung:**

Diese Messung wurde als Vergleich zur Messung der WBK gefahren. Die Geschwindigkeit wird vom akustischen Scannersystem vorgegeben. Dadurch wird die Gammastrahlenmessung sehr stark durch statistische Schwankungen beeinflusst. In Spur 1 wird ein Minimal-, Maximal- und ein mittleres akustisches Kaliber, die Signalempfangskontrolle, die Gammastrahlung und das Gewicht am Kabel registriert. In Spur 2 ist die Laufzeit der Spülung in  $\mu\text{s}/\text{m}$  gegeben. In Spur 3 wird die auf Nord normalisierte Laufzeit und in Spur 4 die ebenfalls auf Nord normalisierte Amplitude aufgezeichnet. Die Grauabstufung entspricht der Reflexionseigenschaft des akustischen Signals. Dunkel (schwarz) bedeutet starke Absorption und hell (weiß) gute Reflektion. Das im Beispiel gegebene Teufenlinienraster ist falsch. Eine Software-Störung verursachte diese Fehlaufzeichnung. Die Datenfülle zwingt zum Wechsel von Magnetbändern. Bei jedem Wechsel werden kurze Intervalle wiederholt und überlappt (5 - 8 m).

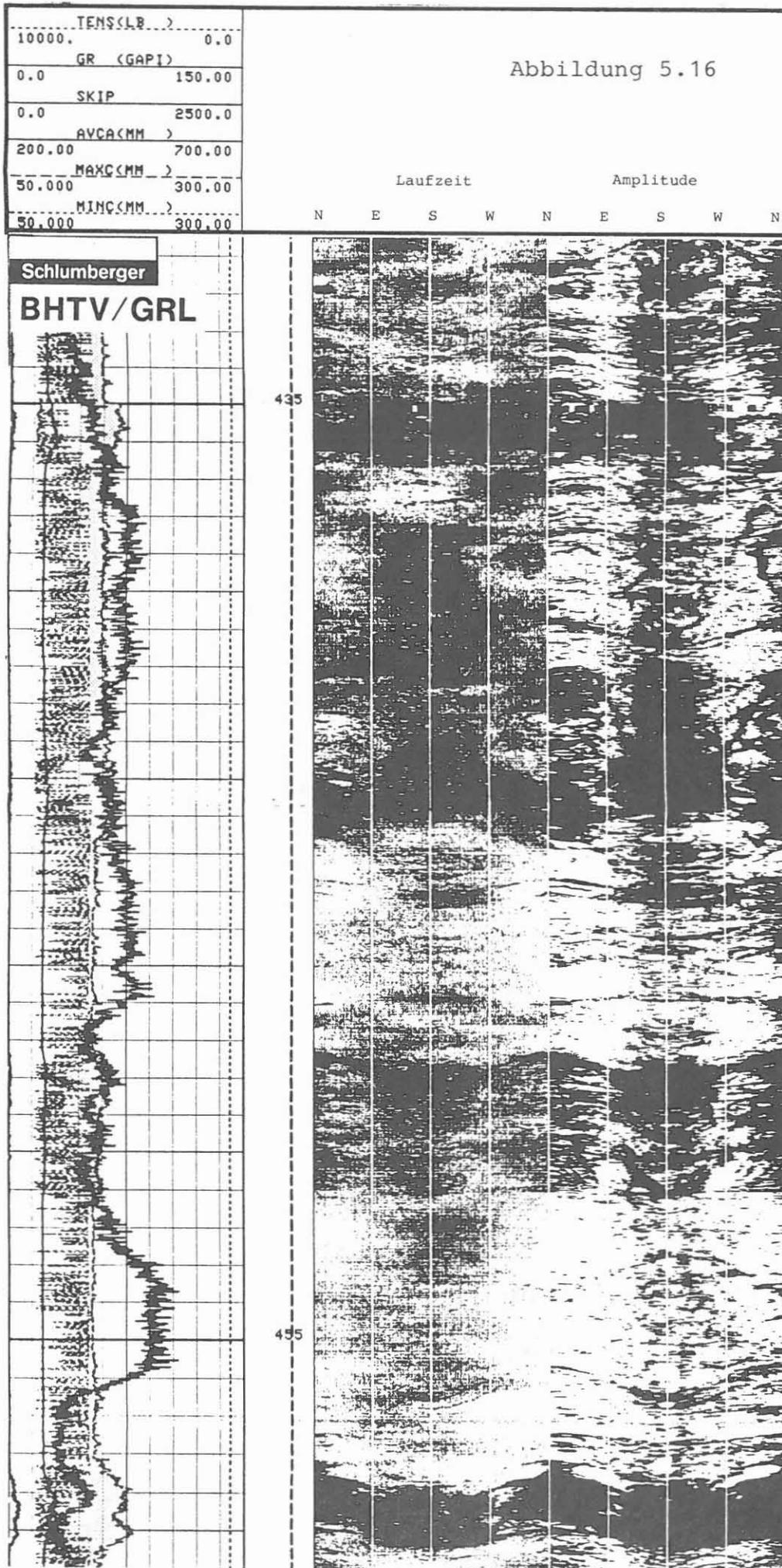
Teufenmaßstab 1 : 40; Meßgeschwindigkeit: maximal 1 m/min, meist geringer.

**Technische Anmerkungen:**

Die im Feld aufgezeichneten Rohdaten werden im Rechenzentrum überarbeitet. Besonders in ausgekesselten Bereichen wird versucht, durch Signalverstärkung und Filterung die Meßergebnisse zu verbessern. Die Nordorientierung der Messung wird magnetisch vollzogen. Der akustische Scanner arbeitet mit 3 Umdrehungen/Sekunde und einer Abtastrate von 250 Lesungen pro Umdrehung. Die akustische Sendefrequenz beträgt 450 kHz. Das Gerät wird mit 4 starken Zentrierfedern gefahren. Vertikales Auflösungsvermögen wird mit 5 mm angegeben. Datenrate: 5 mm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
AVCA	Average Caliper	(MM)	Mittleres Kaliber	mm
E	East		Osten	
MAXC	Maximum Caliper	(MM)	Maximales Kaliber	mm
MINC	Minimum Caliper	(MM)	Minimales Kaliber	mm
N	North		Norden	
S	South		Süden	
SKIP	Skip of Signal		Signalkontrollanzeige	
W	West		Westen	



**GLT** (Geochemical Logging Tool)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -45	29.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 189,0 - 265,0 m, Abb. 5.17.

**Meßziel:**

Mit dieser Messung soll eine in situ Elementanalyse mit Hilfe der Spektrometrie erreicht werden. Sie gibt Aufschluß über die Mineralzusammensetzung des Gesteins. Mit den an Kernen gemessenen Werten punktförmig abgeglichen, kann ein kontinuierliches "Mineralprofil" erstellt werden. Außerdem erlaubt diese Messung eine Aussage über mögliche Porosität.

**Durchführung:**

Dieses neue Gerät der Firma Schlumberger wurde erstmals in Deutschland in der Bohrung KTB-Oberpfalz VB eingesetzt. Alle relevanten Daten werden digital auf Magnetband aufgezeichnet, und nur ein Kontrollfilm mit einigen berechneten Verhältnissen wird im Feld registriert. Die Magnetbänder werden im Forschungszentrum der Firma Schlumberger in Ridgefield/USA ausgewertet. Aus dem vorliegenden Diagramm kann nur die Funktionstüchtigkeit der Gerätekombination abgelesen werden. Eine Auswertung über Elementanalyse, Mineralzusammensetzung und Lithologie ist hieraus nicht durchführbar. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit: 2 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

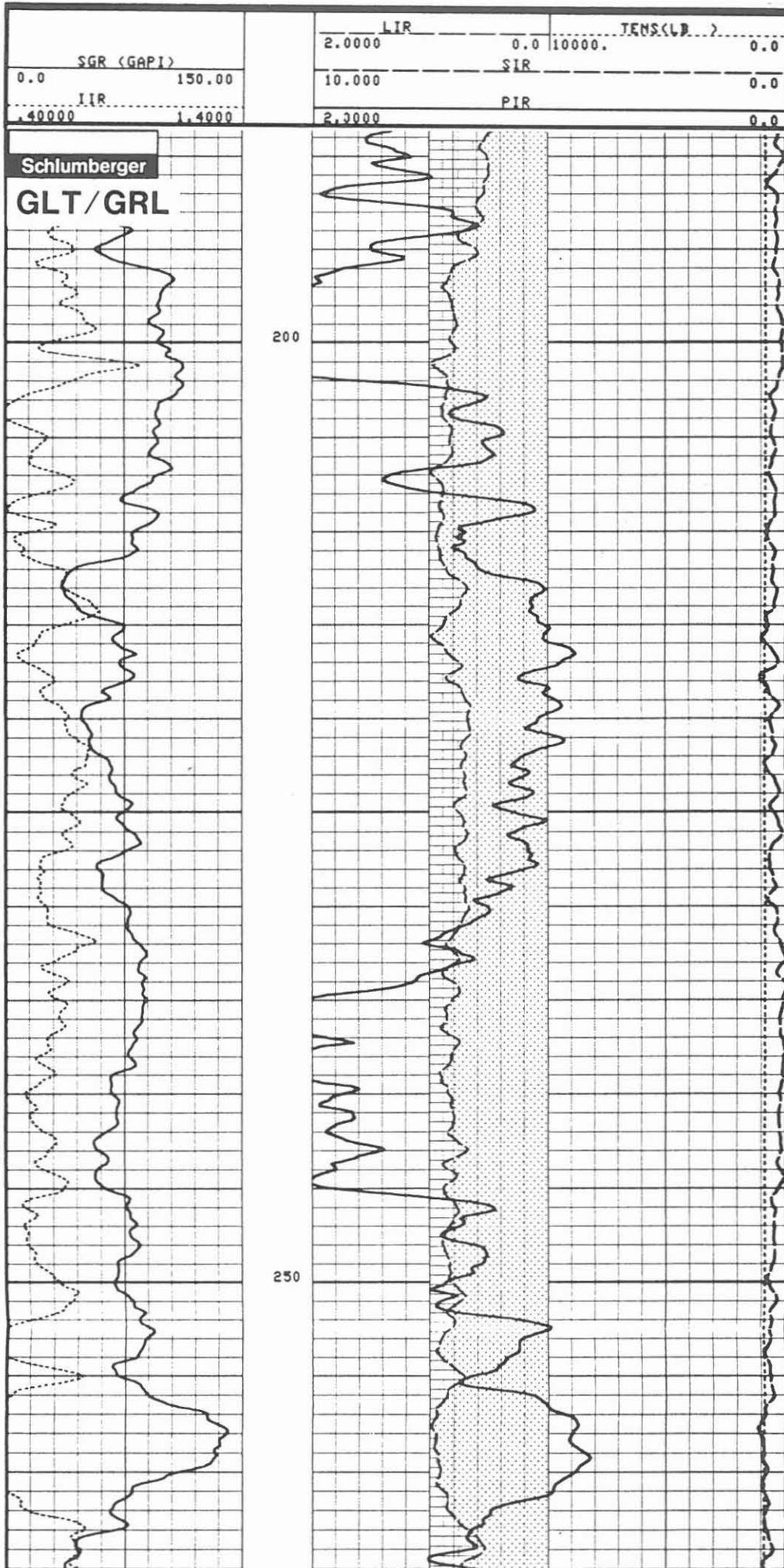
Diese neue Gerätekombination besteht aus Gamma Ray Spectrometer (GST), Aluminium Activation Clay Tool (AACT) und Natural Gamma Spectrometer (NGT). Eine Detailbeschreibung ist im KTB-Report 87-3 gegeben.

Die kontinuierliche Messung wurde im "Capture Mode" und stationäre Messungen bei 98,2 m, 127,2 m, 130,5 m, 154,2 m, 311,2 m, 314,0 m, 410,2 m und 442,2 m im "Inelastic Mode" registriert. Da die Neutronaktivierung des Gebirges sehr stark ist, ist die Messung des natürlichen Gammastrahlenspektrums der Wiederholungsmessungen davon beeinflusst und muß deshalb für weitere Auswertungen unberücksichtigt bleiben. Als Quelle dienen ein Neutronbeschleuniger und eine Californium-Quelle.

Datenrate: 15 cm

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
IIR	Iron Indicator Ratio	Eisenanzeigeverhältnis
LIR	Lithology Indicator Ratio	Lithologieanzeigeverhältnis
PIR	Porosity Indicator Ratio	Porositätsanzeigeverhältnis
SIR	Salinity Indicator Ratio	Salinitätsanzeigeverhältnis



SP (Eigenpotential)

**Ausführender:** KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -466	29.10.87	1	27,4 - 478,5 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 189,0 - 264,0 m, Abb. 5.18.

**Meßziel:**

Hinweise auf permeable Zonen, Tonlagen, dichte Gesteinsbereiche sowie zur Salinität des Formationswassers.

**Durchführung:**

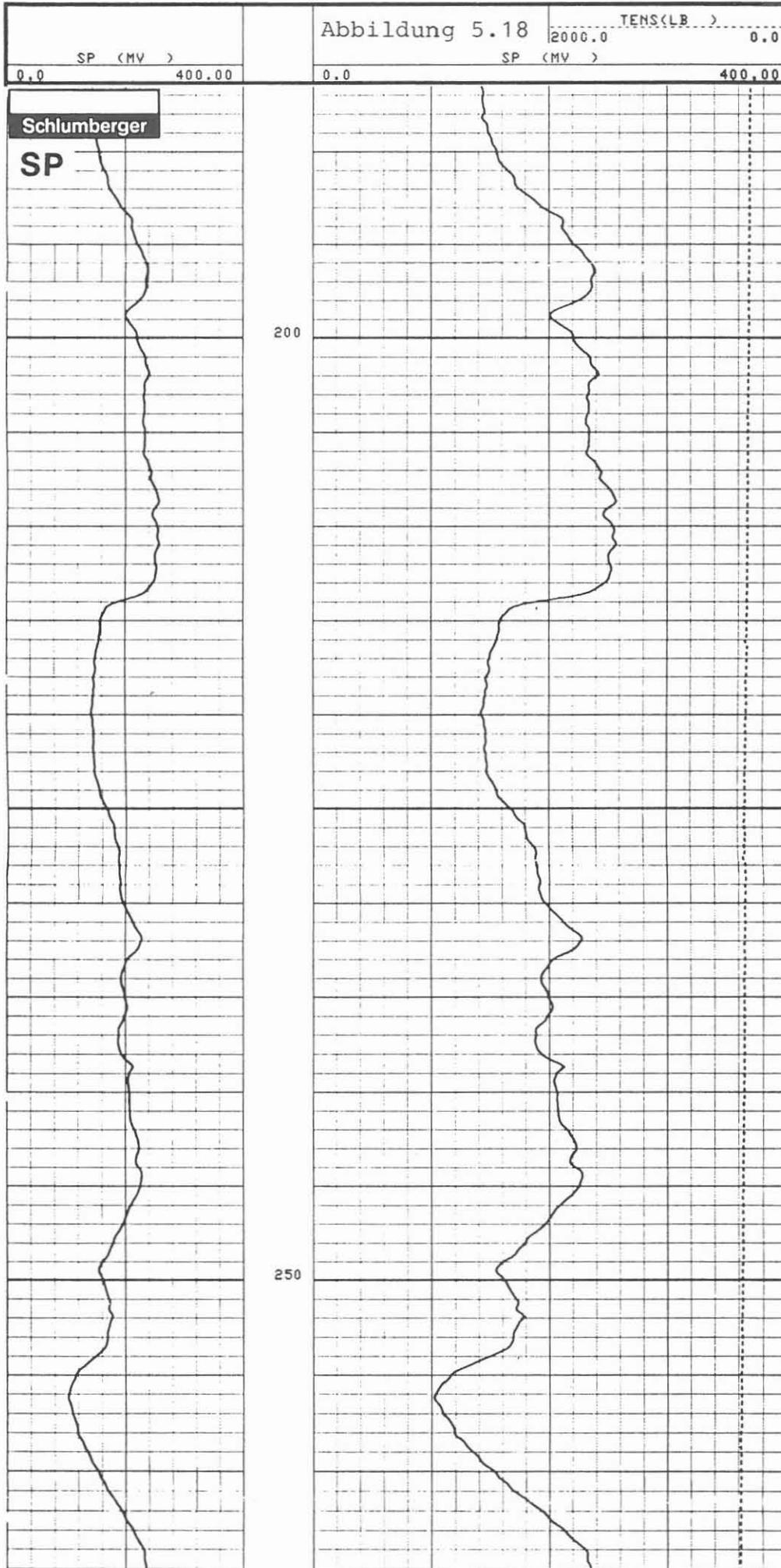
Eine für KTB besonders zusammengesetzte Sonde kam zum Einsatz. Sie wurde allein und stromlos gefahren, um störende Einflüsse zu vermeiden. Nur ein isoliertes Gewicht unterstützte das Einfahren. Die Messung wurde zweifach aufgezeichnet, davon einmal mit doppelter Empfindlichkeit. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 22 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Oberflächenelektrode nach mehreren Versuchen in die Bohrkleingrube ausgelegt. Von dieser Position war die beste Ansprache des Meßsystems zu beobachten. Die Distanz zur Bohrung beträgt ca. 12 m. Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:**

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>	
SP	Self Potential (MV)	Eigenpotential	Millivolt



**BHTV** (Borehole Televiewer)

**Ausführender:** Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK), Bochum

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -46	29.10.87	1	27,4 - 478,0 m
		2	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt Run 2 431,7 - 439,0 m, Abb. 5.19.

**Meßziel:**

Klufiterkennung, Kluftsyste-me, Störungs-zonen, Textur, akustisches Kaliber.

**Durchführung:**

WBK hat mit eigenem Kabel und Meßwagen gemessen. Die Messungen wurden als Vergleich mit Schlumberger angesetzt. Eine gleichzeitige Gammastrahlenmessung war nicht möglich. Beide WBK-Geräte SAB 89 (SABIS 2) und SAB 48 (SABIS 1) wurden gefahren. Die Messung mit SAB 89 wurde über die gesamte Strecke registriert. Mit dem SAB 48-Gerät wurden die stark ausgekesselten Bereiche ausgespart. Die Echtzeitaufnahme erfolgt in einem 7-Spur-Format. Spur 1 gibt die Teufe (umgekehrte Aufzeichnung), Spur 2 die Amplitude in einer auf Nord normalisierten Aufzeichnung, wobei die zwei vertikalen Linien jeweils Norden zeigen und die Grauabstimmung gegensätzlich zu der Schlumberger-Aufzeichnung ist (hell stellt starke Amplitudendämpfung dar), Spur 3 die Laufzeit, ebenfalls auf Nord normalisiert und in der Grauabstufung auch wieder gegensätzlich zu der Schlumberger-Aufzeichnung (dunkel: lange Laufzeit). In Spur 4 ist eine maximale, minimale und mittlere Amplitude dargestellt. Der Maßstab beträgt 0 - 100 %. Die Spur 5 gibt das maximale, minimale und mittlere Kaliber an, ebenfalls in Prozenten: 0 - 100 %. Die Spur 6 gibt die Neigungsmessung (2 x) wieder mit einer Skala von 0 - 5°. Spur 7 ist frei. Die Aufzeichnung mit dem SAB 89-Gerät brachte keine verwertbaren Ergebnisse.

Teufenmaßstab 1 : 22; Meßgeschwindigkeit 0,7 - 1,0 m/min.

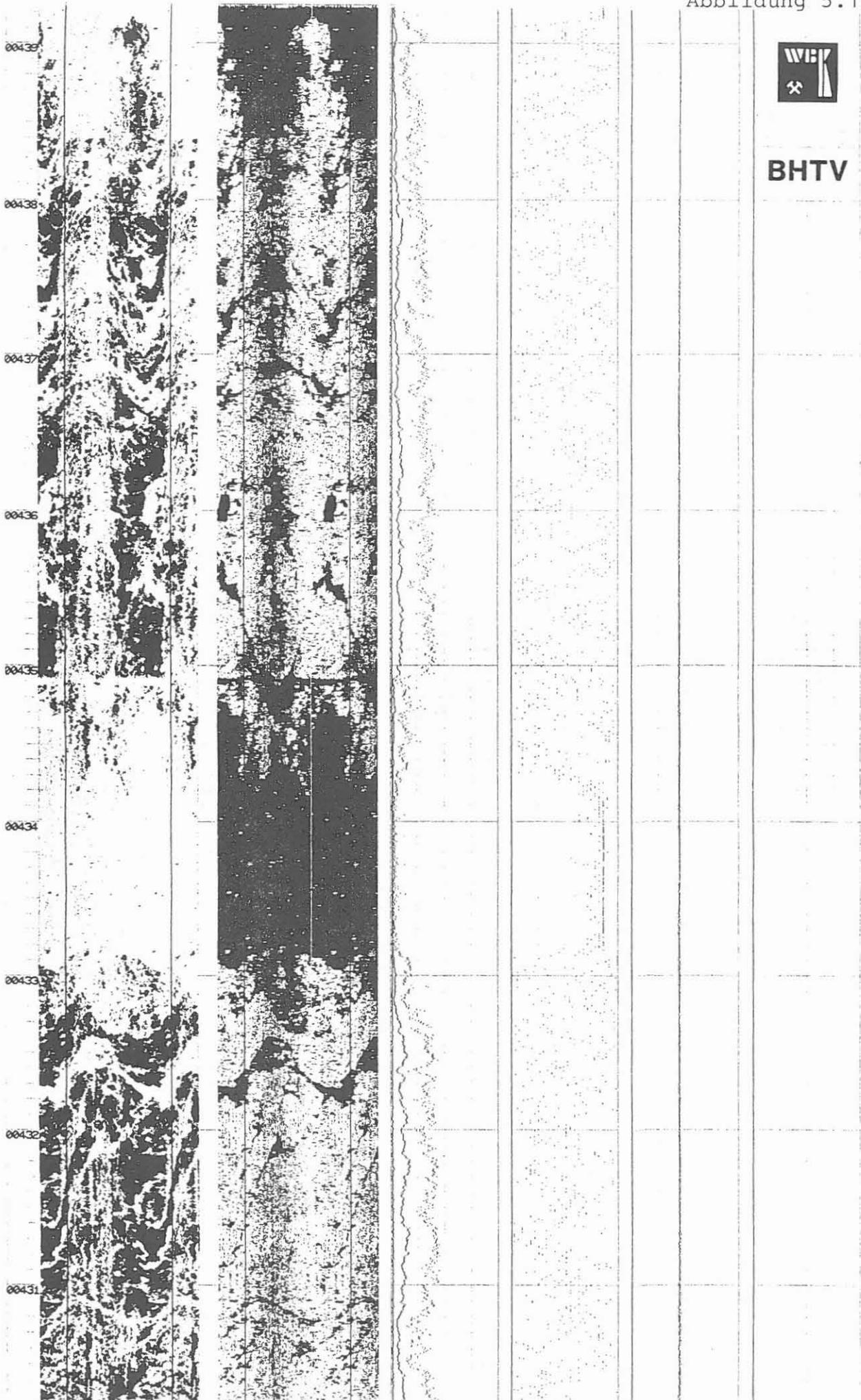
**Technische Anmerkungen:**

Das SAB 89-Gerät hat einen Außendurchmesser von 89 mm und das SAB 48 einen solchen von 48 mm. Beide Geräte arbeiten mit einer Frequenz von 1,3 MHz und rotieren mit 3 Umdrehungen/Sekunde, haben jedoch unterschiedliche Abtastraten (128 zu 256) pro Umdrehung. Die Rohdatenaufnahme im Feld erfolgt durch Nadelschreiber auf wärmeempfindlichem Papier und Magnetband. Die Felddatenaufzeichnungen werden im Rechenzentrum überarbeitet.

Datenrate: 5 mm.

**Abkürzungen:**

Die Rohdatenaufnahme wurde ohne Filmkopf und Erläuterungen abgeliefert, daher sind keine Abkürzungen zu erläutern.



**BHTV**

ZDL (Z-Densilog)

Ausführender: Dresser Atlas, Bremen

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -48	30.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 191,0 - 264,0 m, Abb. 5.20.

**Meßziel:**

Bestimmung der Massendichte, die außerdem Hinweise auf Lithologie und Porosität liefert. Der photoelektrische Effekt (PE) zeigt Schwerminerale an.

**Durchführung:**

Diese Messung und die Messungen der lfd. Nr. VB -49 und VB -50 wurden mit dem Dresser-Meßwagen durchgeführt. Die Messung VB -48 wurde als Vergleich zur Messung von Schlumberger angesetzt. Das Gerät wurde einzeln eingefahren. Ein einarmiges Kaliber preßt die Quelle und die Zählrohre an die Bohrlochwand. In Spur 1 ist das Kaliber und die Meißelgröße aufgezeichnet, wobei die Differenz punktiert wurde. In Spur 2 ist am linken Rand das Volumen des Bohrlochinhaltes in Kubikmeter angegeben. Spuren 3 und 4 geben die Dichte, Dichtekorrektur, den photoelektrischen Effekt und das Gewicht am Kabel an. Am linken Filmrand ist die Meßgeschwindigkeit von 6,5 m/min gegeben.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000.

**Technische Anmerkungen:**

Das Dresser Atlas-Gerät registriert das gesamt Spektrum, daraus wird der photoelektrische Effekt und die spezifische Massendichte berechnet. Im Vergleich mit der Messung von Schlumberger treten starke Unterschiede in Zonen mit abrupten Kaliberänderungen auf. Auch bei guten Bohrlochverhältnissen ergeben sich Differenzen, die im Bereich von 0,3 bis 0,5 g/cm<sup>3</sup> liegen (Zonen 219,0 - 226,1 m, 335,0 - 351,0 m, 387,0 - 427,0 m etc.). Noch wesentlich stärker sind die Unterschiede in der Messung des photoelektrischen Effektes. Hier treten Differenzen von bis zu 2 Barn/Elektron auf (z.B. Zone 150,0 - 166,0 m). Diese Meßunterschiede müssen noch durch Labormessungen untersucht und beurteilt werden.

Datenrate: 10 cm, max. Kaliberöffnung 533,4 mm (21").

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
BIT	Bit	(INCH)	Meißelgröße	Zoll
PE	Photoelectric Effect	(B/E)	Photoelektr.Eff.	Barn/Elektron
RK (MIN)	Minute Mark		Minutenanzeige, Meßgeschwindigkeit	
TEN	Tension	(KG)	Gewicht am Kabel	kg
VOL (CUM)	Cumulative Volume		Integriertes Bohrlochvolumen	m <sup>3</sup>
ZCOR	Density Correction	(G/CC)	Dichtekorrektur	g/cm <sup>3</sup>
ZDEN	Bulk Density	(G/CC)	Massendichte	g/cm <sup>3</sup>

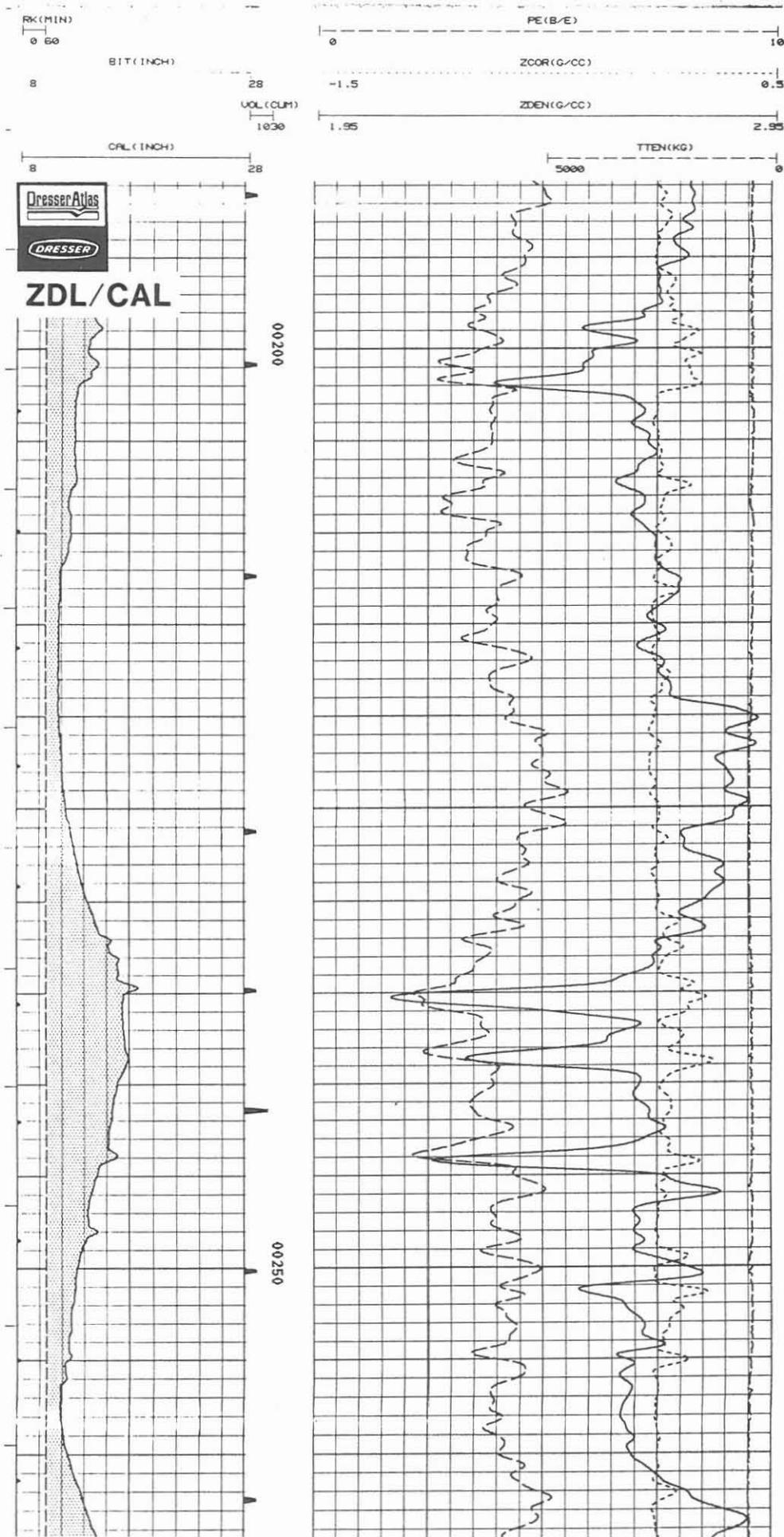


Abbildung 5.20

**PDK-100/GRL** (Pulsed Neutron Decay Time Log - 100 Kanäle/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Dresser Atlas, Bremen

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -48	31.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 199,0 - 264,0 m, Abb. 5.21.

**Meßziel:**

Auffinden von stark neutronenabsorbierenden Mineralien, Fluiden mit erhöhtem Salinitätsgehalt und poröser Zonen.

**Durchführung:**

Das Meßgerät hat einen Außendurchmesser von 43 mm (1 11/16") und führt als integrierten Bestandteil eine GR-Sonde mit. Die Aufzeichnung in Spur 1: Gammastrahlung. Kontrollkurve (MON), inelastische Zählraten mit kurzem Meßabstand (ISS) und gemessener Standardabweichung (MSD) sowie eine Anzeige der Rohrverbindungen in der Verrohrung (Casing Collar Locator CCL). In den Spuren 3 und 4 werden der Einfangquerschnitt "Sigma" (SGMA), das Verhältnis der Zählraten kurzer/langer Meßabstand (RATO), Verhältnis der inelastic/capture Zählraten des kurzen Meßabstandes (RIGS), die Zählraten des kurzen (SS) und langen Meßabstandes (LS) sowie die "Background"- Zählraten für beide Abstände (BKL, BKS) angegeben. Die Messung wurde als Vergleichsmessung zum Schlumberger TDT-P gefahren.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 6 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Das Neutronabbauspektrum wird über die gesamte Abbauzeit in 100 Einzelkanäle zerlegt und aufgezeichnet. Durch Auswahl der relevanten Kanäle wird nach der Korrektur für Bohrlocheinfluß und Background die Abbauzeit und der Einfangquerschnitt errechnet. Die aufgezeichnete GR-Kurve ist in folgenden Zonen noch stark durch Neutronaktivierung vorangegangener Messungen gestört: 98,2 m, 154,2 m, 314,0 m, 410,2 m, 432,2 m und 442,2 m.

Datenrate: 10 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
BKL	Background long (CPS)	Eigenstrahlung, langer Meßabstand Zählungen pro s
BKS	Background short (CPS)	Eigenstrahlung, kurzer Meßabstand " pro s
CCL	Casing Collar Locator	Anzeige der Rohrverbindung
ISS	Inelastic short Spacing	Inelastische Zählraten, kurzer Meßabstand
LS	Long Spacing (PS)	Zählraten langer Meßabstand Zählungen pro s
MON	Monitor (CPS)	Kontrollkurve Zählungen pro s
MSD	Measured Standard Deviation	gemessene Standardabweichung
RATO	Ratio Short/Long Spacing	Verhältnis kurzer/langer Meßabst. Zählraten
RIGS	Ratio inel./ Capture Short Spacing	Verhältnis Inel./Capture
SGMA	Sigma (SU)	Einfangquerschnitt Standardeinheiten
SS	Short Spacing (CPS)	Zählraten kurzer Meßabstand Zählungen pro s

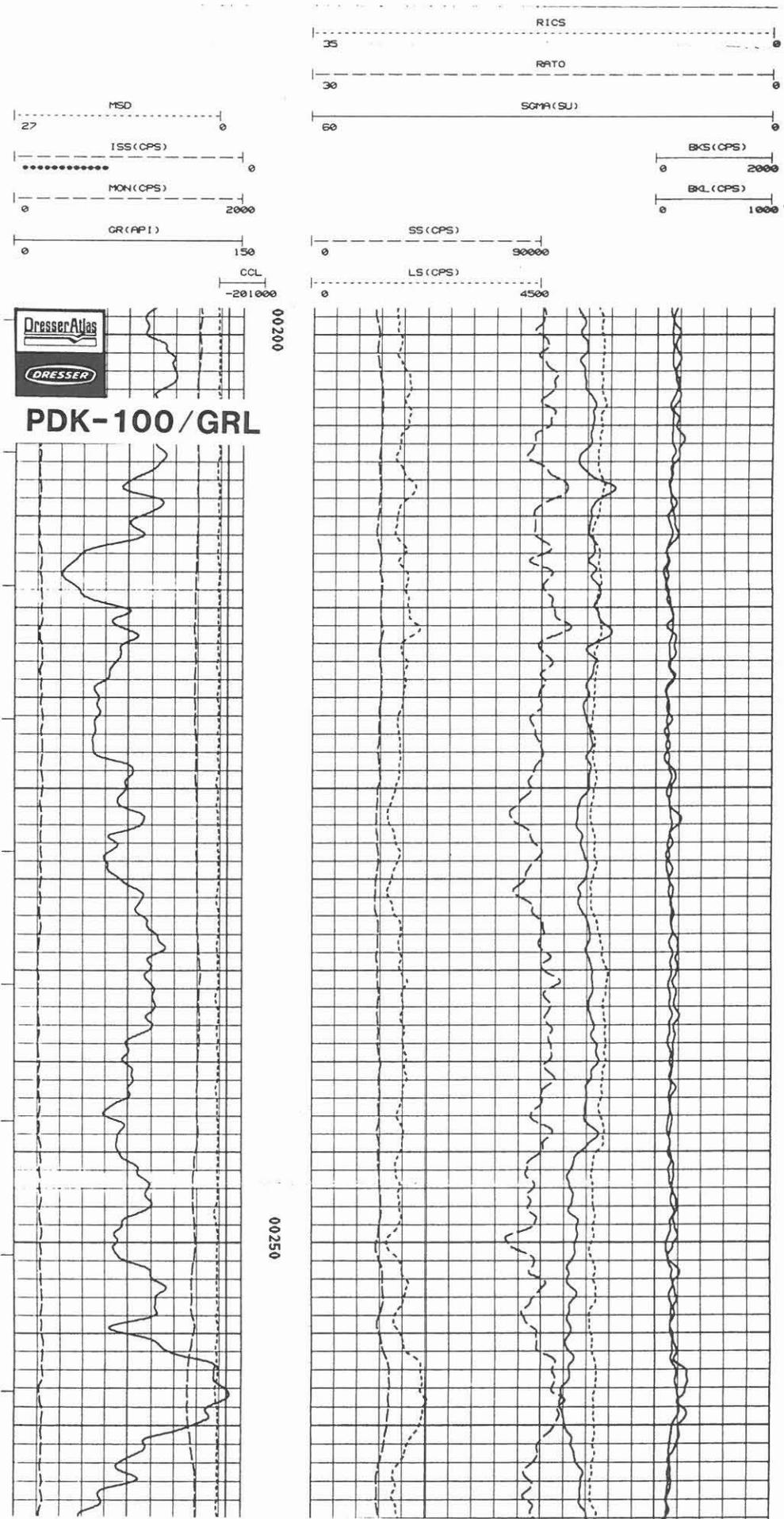


Abbildung 5.21

**MSI-CO** (Multiparameter Spectroscopy Instrument - Continuous Carbon/Oxygen-Messung)

**Ausführender:** Dresser Atlas, Bremen

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -49	31.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 189,0 - 264,0 m, Abb. 5.22.

**Meßziel:**

Mit dieser Messung wird eine in situ-Spektralanalyse durchgeführt, die Aufschluß über die Mineralzusammensetzung des Gesteins erbringen soll.

**Durchführung:**

Alle für die Spektralanalyse notwendigen Meßwerte werden digital auf Magnetband aufgezeichnet und im Dresser-Forschungszentrum in Houston ausgewertet. Im Feld wird nur ein Kontrolldiagramm auf Film aufgenommen, das hier vorliegt. Es gibt einige Verhältniskurven, die als Rohdatenkurven anzusprechen sind und für eine weitere Verarbeitung unberücksichtigt bleiben. Die Messung wurde als Vergleich zum Schlumberger Geochemical Logging Tool (GLT) gefahren.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 0,6 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Das Gerät verwendet einen Neutronbeschleuniger als Quelle. Die Messung wird in Echtzeit auf Magnetband und über Playback als Film aufgezeichnet.

Datenrate: 10 cm

**Abkürzungen:**

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>
CASI IN	Calcium Silicon Ratio (Inelastic)	Verhältnis Kalzium/Silizium (Inelastic)
CO IN	Carbon/Oxygen Ratio (Inelastic)	Verhältnis Kohlenstoff/Sauerstoff (Inelastic)
FCC	Formation Correlation Curve (Silicon Capture)	Formationskorrelationskurve (Silizium Capture)
SICA Capt.	Silicon Calcium Ratio (Capture)	Verhältnis Silizium/Kalzium (Capture)
TTLC	Total Carbon (inelastic Carbon + Silicon Capture)	Total Kohlenstoff (inelastic Kohlenstoff + Silizium Capture)

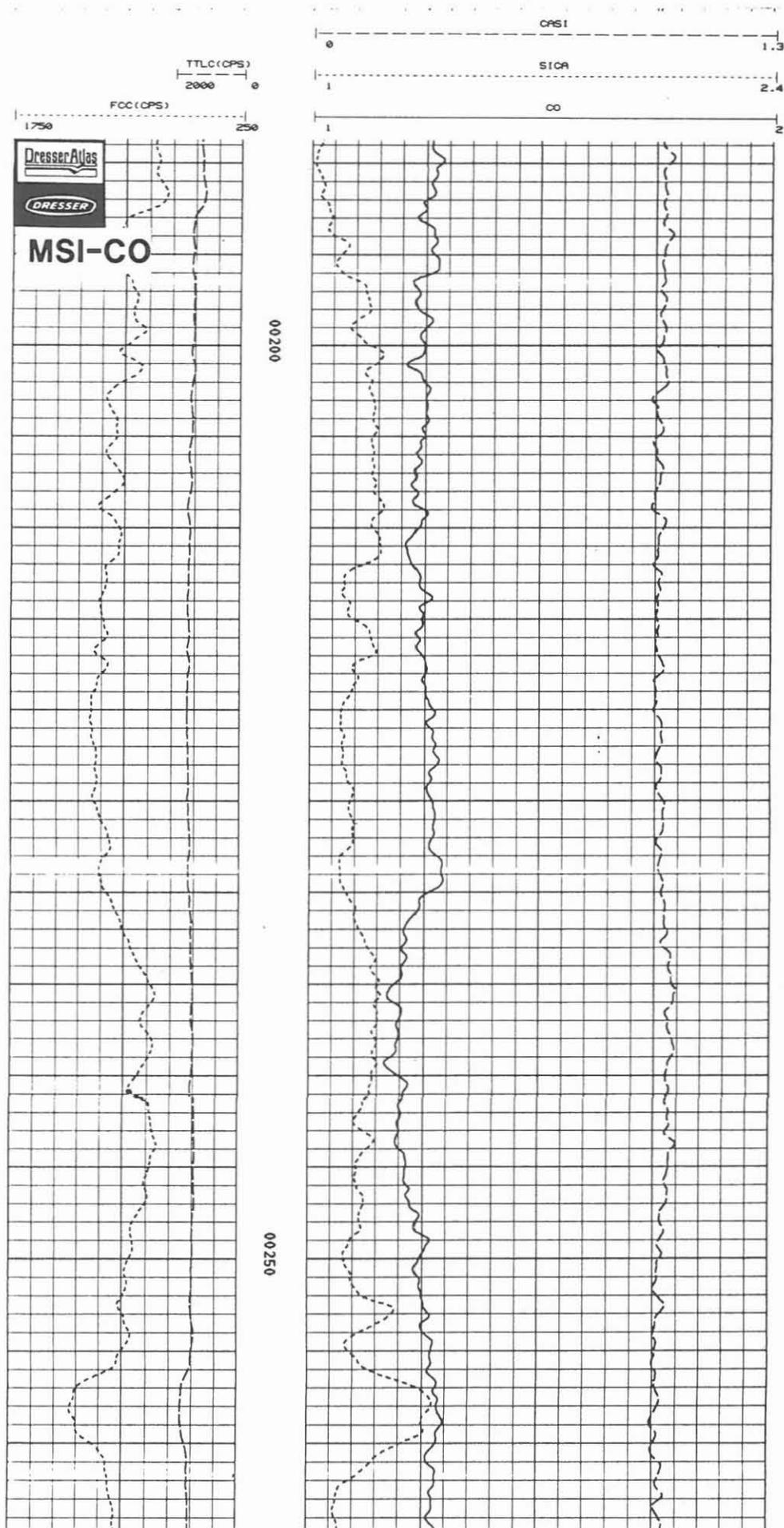


Abbildung 5.22

IP-(cont.) (Induzierte Polarisation, kontinuierlich gemessen)

Ausführender: Eötvös Loránd Geophysikalisches Institut,  
Budapest/Ungarn (ELGI)

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -51	31.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 27,4 - 440,0 m, Abb. 5.23.

**Meßziel:**

Nachweis von "glänzenden" Mineralien wie pyritische Vererzung sowie Graphit. Außerdem Hinweise auf Kontaktflächen von Gesteinsmatrix/Formationsflüssigkeit.

**Durchführung:**

ELGI führte die Messungen mit eigenem Meßwagen aus, der mit einem 4adrigen Kabel ausgerüstet ist. Die Registrierung der Meßwerte erfolgte auf Papier und Floppy (Format nicht bekannt). Die lineare Aufzeichnung zeigt in den Bereichen 42 - 52 m, 192 - 210 m, 230 - 254 m, 270 - 290 m, 305 - 310 m, 322 - 334 m, 347 - 382 sowie bis 430 m gute Polarisierbarkeit. Die Ursache dieser erhöhten Polarisation muß noch nachgewiesen werden. Aus den Kernuntersuchungen sind graphithaltige Zonen bekannt.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Nach Abschalten der angelegten Spannung klingt auch die induzierte Spannung ab (siehe Abb. 7.7, KTB-Report 87-3). Die abklingende Spannung wird nach 50 ms (=V1) und nach 90 ms (=V2) gemessen, auf die maximale Spannung bezogen und in Prozent ausgedrückt. Ferner gilt:  $ETA (\%) = V1 + V2$ ,  $KAP (\%) = 100 \cdot V1^2 / [(100 + V1) V_2]$ ,  $TAU (ms) = -90 / \ln (V2/KAP)$ . Die Größe W 40 (Ohm m) wurde mit der kleinen Normale (16") gemessen.

Datenrate: 10 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit	
ETA	-	aufsummierte IP-Meßwerte	%
KAP	-	IP-Meßwert für t	%
TAU	-	Abklingkonstante	ms
W 40	-	Gebirgswiderstand	Ohm m

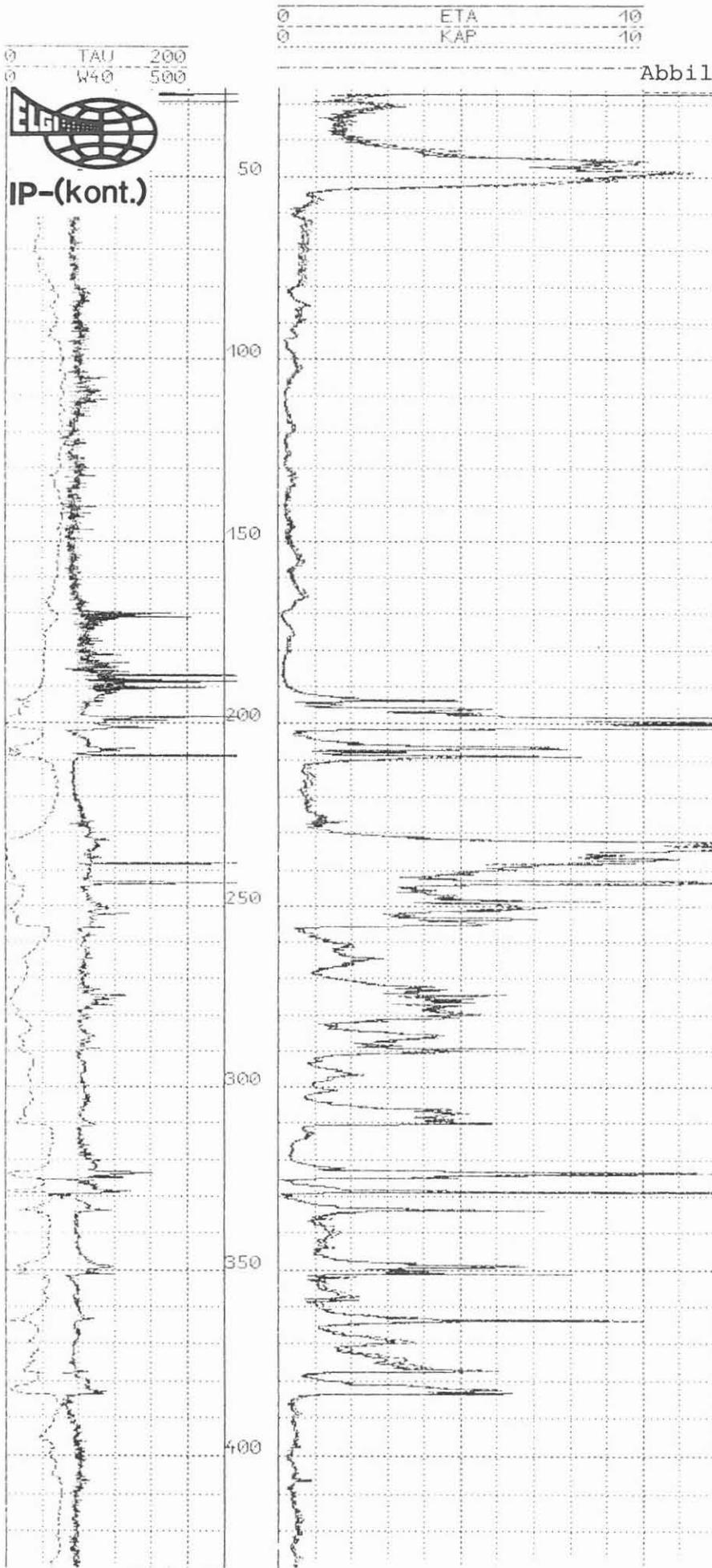


Abbildung 5.23

**MS** (Magnetische Suszeptibilität)

**Ausführender:** Eötvös Loránd Geophysikalisches Institut, Budapest/Ungarn  
(ELGI)

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -52	31.10.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 27,4 - 430,0 m, Abb. 5.24.

**Meßziel:**

Bestimmung der Zonen mit magnetisierbaren Mineralien im Gestein. Lithologische Differenzierung der Gesteinsabfolge.

**Durchführung:**

Die Datenaufzeichnung erfolgt auf Papier und Floppy (Format nicht bekannt). Die Präsentation in logarithmischer Skala zeigt sehr starke Schwankungen im Bereich von 87 - 164 m. Diese Schwankungen wurden durch die spätere Messung der TU München bestätigt. Eine weitere Bearbeitung der Daten erfolgt im Rechenzentrum in Budapest, wo auch eine Umformatierung in LIS-Format vorgenommen wird.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Das Meßsignal wird mit V bezeichnet und in Volt gegeben. Meßabstand 25 cm. Datenrate: 10 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
DH	Diameter Hole (DH)	Bohrlochdurchmesser
MMS		unkorrigierte MS zwischen $10^{-6}$ und $10^{-2}$
SUS		Bohrlochdurchmesser-korrigierte MMS (beide Werte dimensionslos)

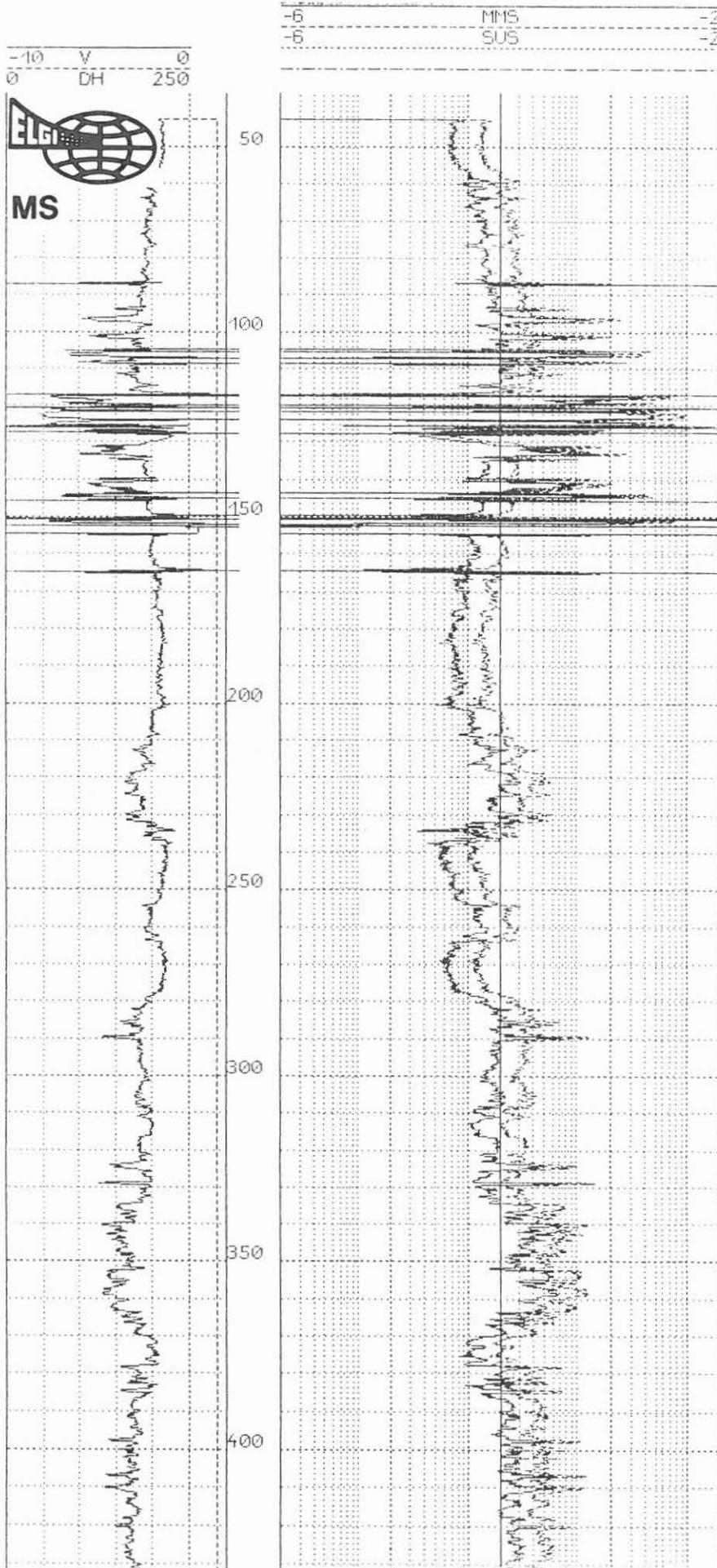


Abbildung 5.24

**GEOPH/GRL** (Geophone Versenkmessung - Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Prakla-Seismos, Hannover

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -54	01.11.87	1 (GRL)	0,0 - 478,0 m
VB -55	01.11.87	1 (GEOPH)	0,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Die Daten sind noch nicht ausgeliefert. Eine Bearbeitung im Rechenzentrum der Firma ist notwendig. Lageplan der Geophonauslage und Quellenpositionen als Beispiel gegeben. Abb. 5.25.

**Durchführung:**

Da mit der Geophonkette gearbeitet werden sollte und für diese ein GR nicht in Kombination gefahren werden kann, wurde zur Teufenkontrolle mit dem Prakla-Meßwagen ein GR in einer getrennten Einfahrt registriert. Diese Messung wurde mit dem vorhandenen GR teufenmäßig korreliert.

Für die Geophonmessung wurden übertage zwei Ringe von Geophonen um die Bohrung ausgelegt: 1. Ring Radius 65 m, 8 Geophone, 2. Ring Radius 175 m, 20 Geophone. Gleichzeitig wurde die Geophonkette, bestehend aus 5 Geophonen im Abstand von 25 m, in der Bohrung in vorgegebenen Teufen angehalten.

Als Quelle diente ein "Sourcile" Hammer, der entlang des vorgegebenen Profiles und an Positionen des inneren Kreises zum Einsatz kam. Sowohl Kompressionswellen (P)-, wie auch Scherwellenanregung (S) wurde geschlagen. Entlang des Profiles wurden weitere 28 Geophone aufgestellt. Mit der Anordnung der beiden Kreise und des Profiles sollte versucht werden, die Geschwindigkeitsunterschiede auf beiden Seiten der durch den Bohrplatz aufgeschlossenen Störung zu erfassen und die Störung selbst in ihrer Lage, Richtung, Einfallen und Tiefenerstreckung zu bestimmen.

Um Geschwindigkeiten direkt zu messen, wurde eine von Prakla neuentwickelte Untertagequelle eingesetzt. Sprengstoff, in Form von Zündern, wurde untertage zur Detonation gebracht. Damit wurde ausreichend Energie abgestrahlt, um gute Signale an der Übertageauslage zu registrieren.

**Technische Anmerkungen:**

Geophonkette: Fünf 3-D-Geophone im Abstand von 25 m montiert, mit eigenen, unabhängig kontrollierbaren Wandankern. Datenübertragung digital über "Muttersonde". Orientierungsmöglichkeit für unterstes Geophon durch Eastman Kreiselkompaß. Datendichte für Kette 1 ms, Frequenzen bis 250 Hz.

Oberflächengeophone: 3-D-Geophone in Kombination mit Einfachgeophonen.

Untertagequelle: Mikrosprengsonde mit 52 Zündern in Druckkapseln; 1 g Sprengstoff je Zünder = 5 kJ

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
P		Lokation für P-Wellen-Anregung
S		Lokation für S-Wellen-Anregung

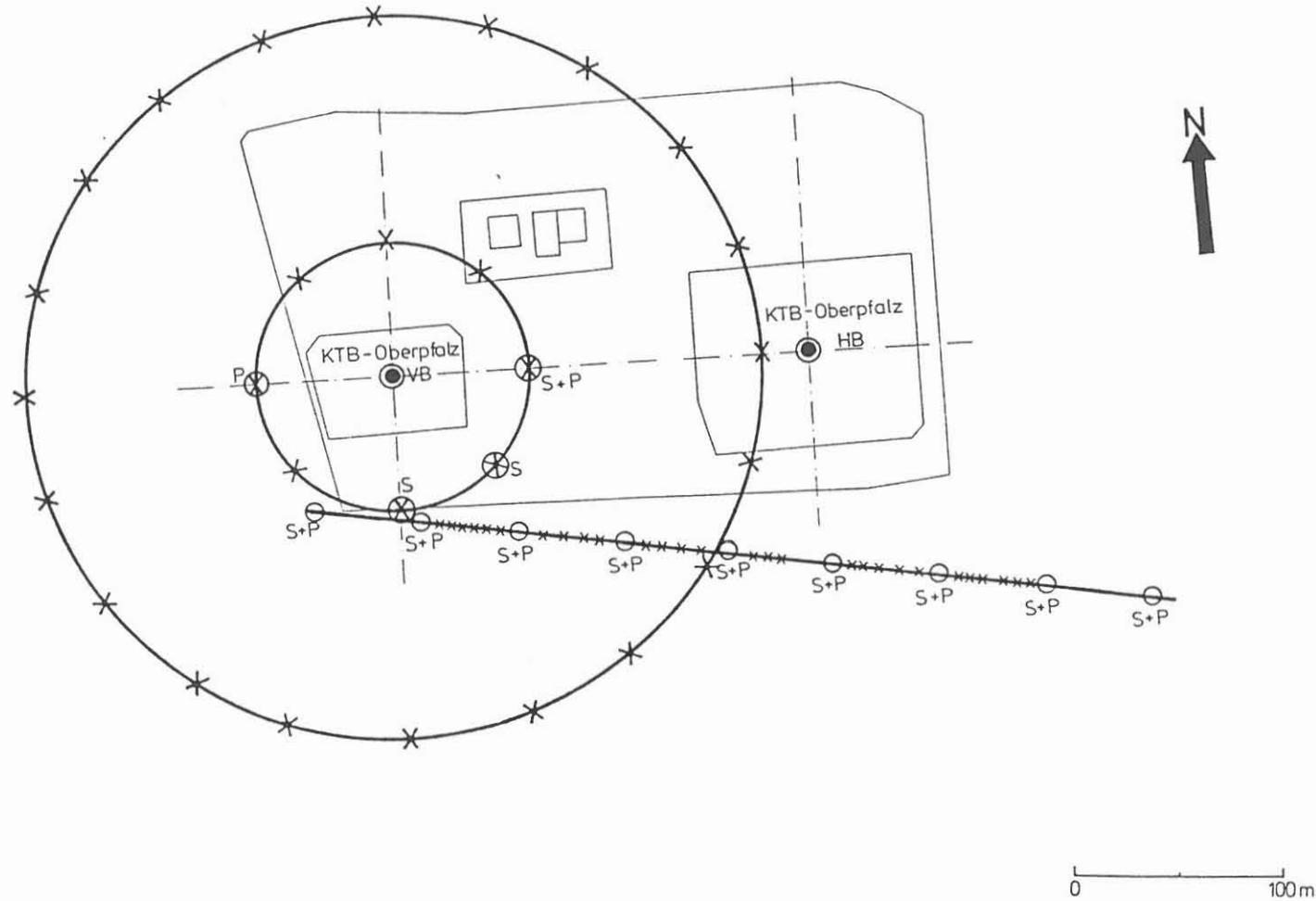
Punkte der Energieanregung

○ S Scherwelle

○ P Druckwelle

Empfängerstationen

X Vertikal zusätz. Horiz. in  
Haupt-Himmelsrichtungen



# PRAKLA - SEISMOS

## Geophoneauslagen-„Sourcile“-Hammerpositionen

**KTB**

Abbildung 5.25

**TDT-P/GR** (Thermal Neutron Decay Time Log Type "P"/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -56	02.11.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 190,0 - 264,0 m, Abb. 5.26.

**Meßziel:**

Neutronabsorbierende Mineralien, Fluide mit erhöhter Salinität sowie poröse Zonen. Die Messung wurde als ergänzende Information zum Geochemical Logging Tool (GLT) gefahren.

**Durchführung:**

Das Meßgerät wurde allein eingefahren, da es nur einen Außendurchmesser von 43 mm (1 11/16") hat und mit den Standardgeräten nicht kombinierbar ist. Ein GR ist integraler Bestandteil. In Spur 1 ist das GR, Gewicht am Kabel, Anzeige für Rohrverbindungen und der Einfangquerschnitt für das Bohrloch (SIBH) aufgezeichnet. Die Spur 3 gibt einen Porositätswert auf der Basis von Sandsteinmatrix (TPHI) und die "inelastic" Zählrate für Fenster 8 des entfernteren Zählrohrs (far detector). Der für das Gebirge gemessene Einfangquerschnitt (SIGM) läuft über Spuren 3 und 4. In Spur 4 sind 2 Zählraten gegeben: Summe aus vier ausgewählten Fenstern des nahen (TSCN) und entfernteren (TSCF) Zählrohres.

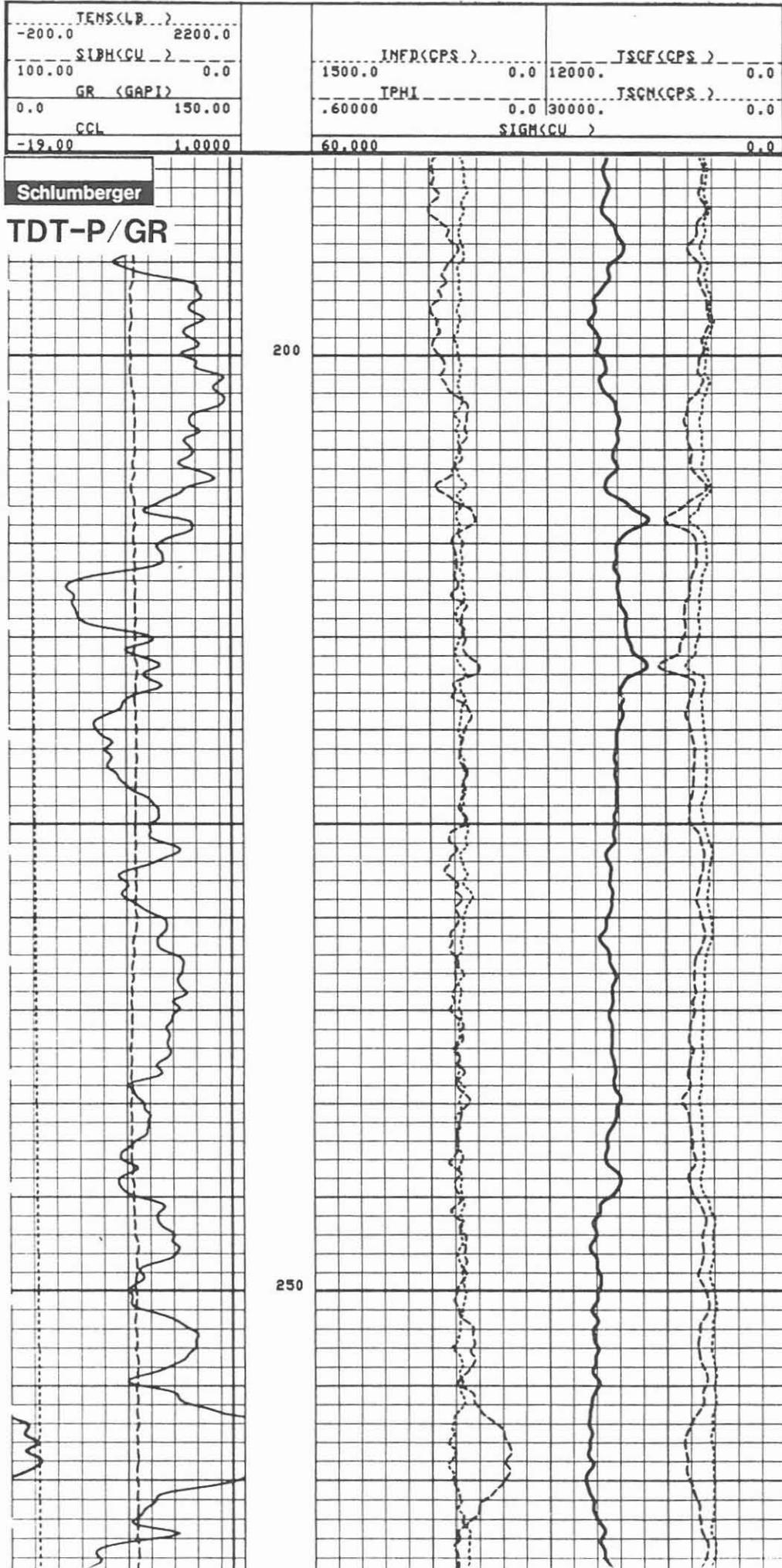
Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 5,5 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Das Thermal Neutron Decay Time Tool Type "P" ist neu auf dem Markt. Die Veränderung gegenüber früheren Ausführungen bestehen in einer verbesserten Bohrlochkorrektur und in einer Erhöhung der Neutronenabstrahlung. Die Aufzeichnung erfolgt über das Abbauspektrum in einer variablen Fenstertechnik. Mit einem Zusatzgerät wurde der Einfangquerschnitt (SIGMA) der Spülung übertage (Probe aus dem Spülungstank) gemessen. SIGMA (Spülung) = 23,5/10 °C. Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
CCL	Casing Collar Locator	Anzeige der Rohrverbindungen
INFD	Inelastic counts far detector (CPS)	Inelast. Zählraten am entfernteren Zählrohr
SIBH	Sigma Borehole (CU)	Zählung pro s Einfangquerschnitt Bohrung
SIGM	Sigma (CU)	Standardeinheit Einfangquerschnitt
TPHI	Thermal Neutron Decay Porosity	Standardeinheit Porosität aus Neutronabbauzeit
TSCF	Total selected counts far detector (CPS)	Summe ausgewählter Zählraten enfernteres Zählrohr
TSCN	Total selected counts near detector (VPS)	Summe ausgewählter Zählraten Zählungen pro s



**TFM** (3 Komponenten Bohrlochmagnetometermessung)

**Ausführender:** Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR),  
Hannover

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -57	02.11.87	1	27,4 - 478,0 m
VB -67	04.11.87	2	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 27,4 - 478,0 m, Abb. 5.27 Vertikalkomponente  
Meßausschnitt 27,4 - 478,0 m, Abb. 5.28 Horizontalkomponenten  
Meßausschnitt 27,4 - 478,0 m, Abb. 5.29 Horizontalintensität X (E - W),  
stationäre Messungen.

**Meßziel:**

Lokalisierung von magnetischen Anomalien und Bereichen von leicht magnetisierbaren Gesteinen. Bestimmung von Zonen mit höherer magnetischer Remanenz in der Bohrung selbst oder in der näheren Umgebung der Bohrung sowie Betrag und Richtung der Magnetisierung. Unterstützung der Gliederung des lithologischen Profils durch Hinzunahme der magnetischen Charakteristika.

**Durchführung:**

Es wurden mehrere Meßfahrten durchgeführt, um erstens die Messung der Einzelkomponenten nach bisherigen Erfahrungen durchzuführen und zweitens zur Weiterentwicklung der Aufzeichnungs- und Auswertemethodik des kontinuierlichen 3-D-Profiles.

1. Einfahrt: (1. Messung) Kontinuierliche Messung der Vertikalkomponente und des Gradienten (Magnetiklog) sowie der stationären 3-D-Messung.  
(2. Messung) Messung der beiden Horizontalkomponenten und des Azimuts (Magnetiklog).

2. Einfahrt: (3. Messung) Kontinuierliche 3-D-Messung

Bei der 1. Einfahrt wurden auch alle 5 m stationäre 3-D-Messungen durchgeführt, bei denen der Azimut mit Hilfe eines Kreiselkompasses frei von magnetischen Einflüssen bestimmt worden ist. Eine Auswertung dieser Daten wird folgen. Erste Auswertungsergebnisse liegen als Bericht vor.

Teufenmaßstab Magnetik Log - Erstausdruck 1 : 1430 (Z-Komponente); Meßgeschwindigkeit Z-Komponente 4 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Das Bohrlochmagnetometergerät der BGR wurde am Kabel der DMSt gefahren. Der Anschluß erfolgte über einen von der Prakla zur Verfügung gestellten Adapter. Das Gerät besteht aus den Förstersonden-(fluxgate) Tripel und Gradiometer, der Kreiselkompaßeinheit und der Sondenelektronik.

Die Ausrüstung wird von einem HP 9836 Rechner gesteuert. Er dient auch als Steuerungsanlage für die Aufzeichnung der Daten auf dem Plotter und dem Plattenspeicher (Floppy).

Die Empfindlichkeiten des Meßsystems sind:

Förstersonden-Tripel:  $1 \mu\text{T}$ ; Gradiometer:  $2 \text{nT}/40 \text{ cm}$

Neigungsmesser:  $5 \cdot 10^{-3}$  Grad; Kreisel: Mittlere Drift E-W-Stellung  $1^\circ/\text{h}$ .

**Abkürzungen:** -

KTB VB-BOHRUNG:1. MESSUNG

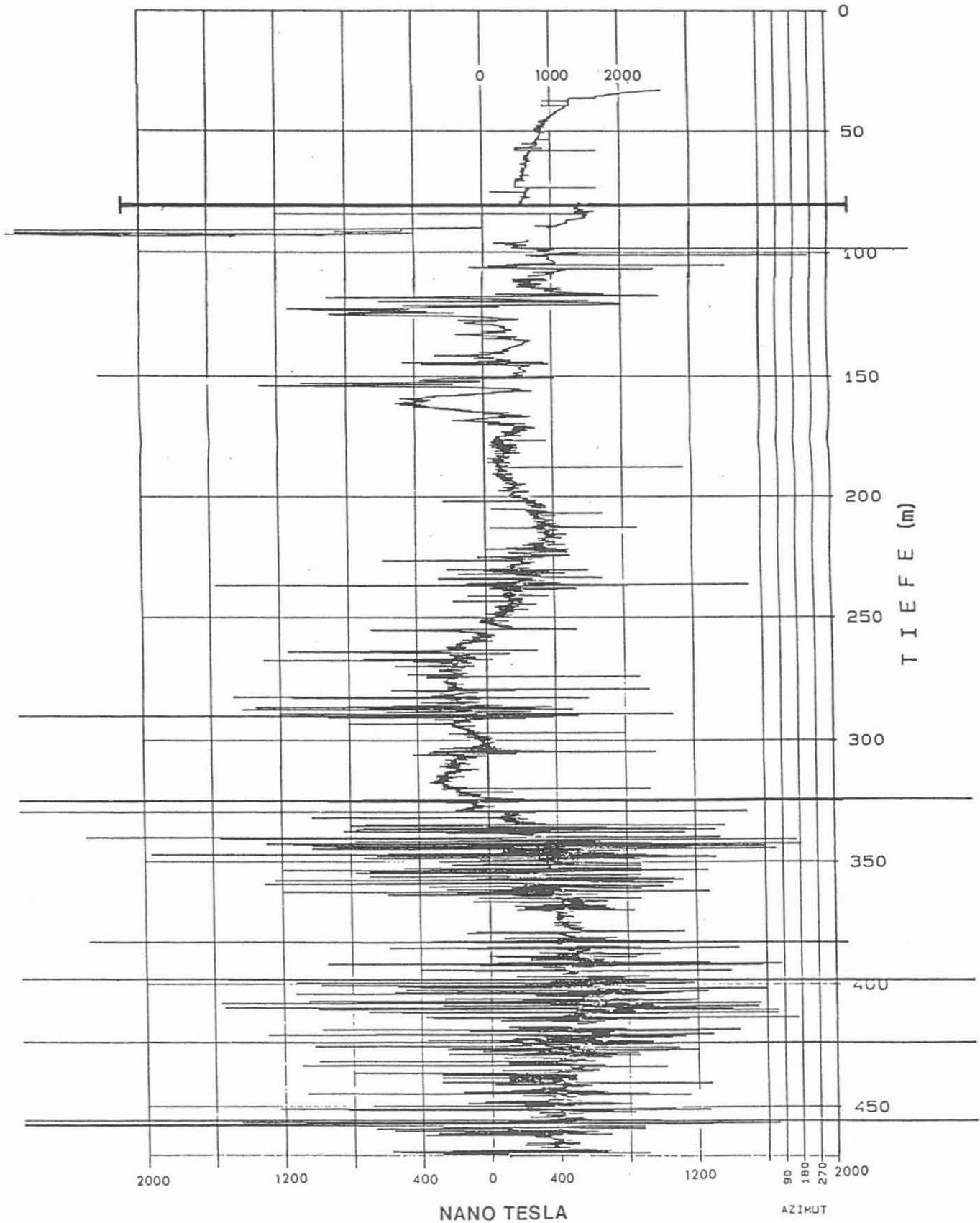
Abbildung 5.27

BGR

MAGNETIK LOG

VERTIKAL-KOMPONENTE Z

(UNKORRIGIERTER FELDPLOT)



KTB VB-BOHRUNG: 2. MESSUNG Abbildung 5.28

BGR

MAGNETIK LOG

HORIZONTAL-KOMPONENTEN H,X,Y

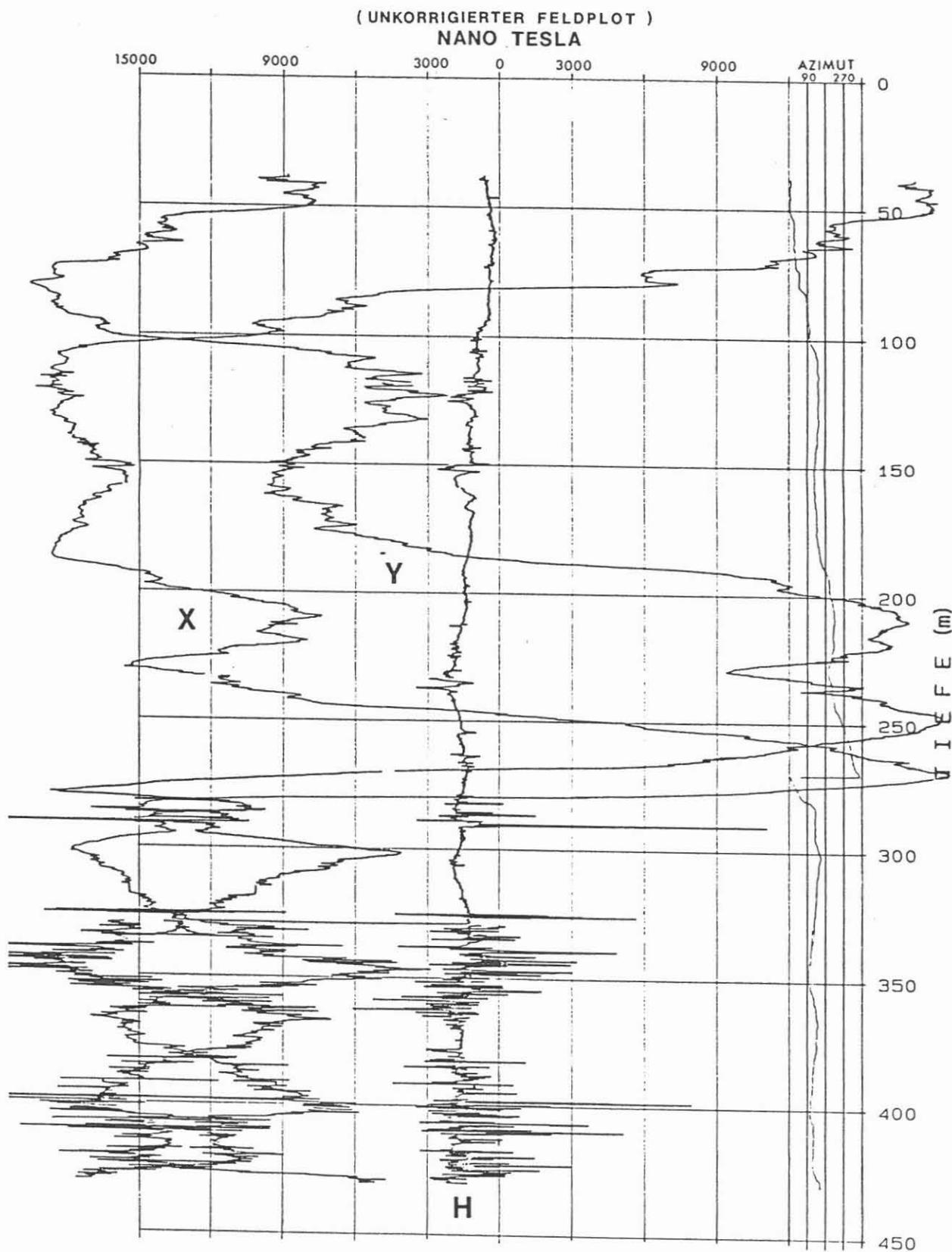
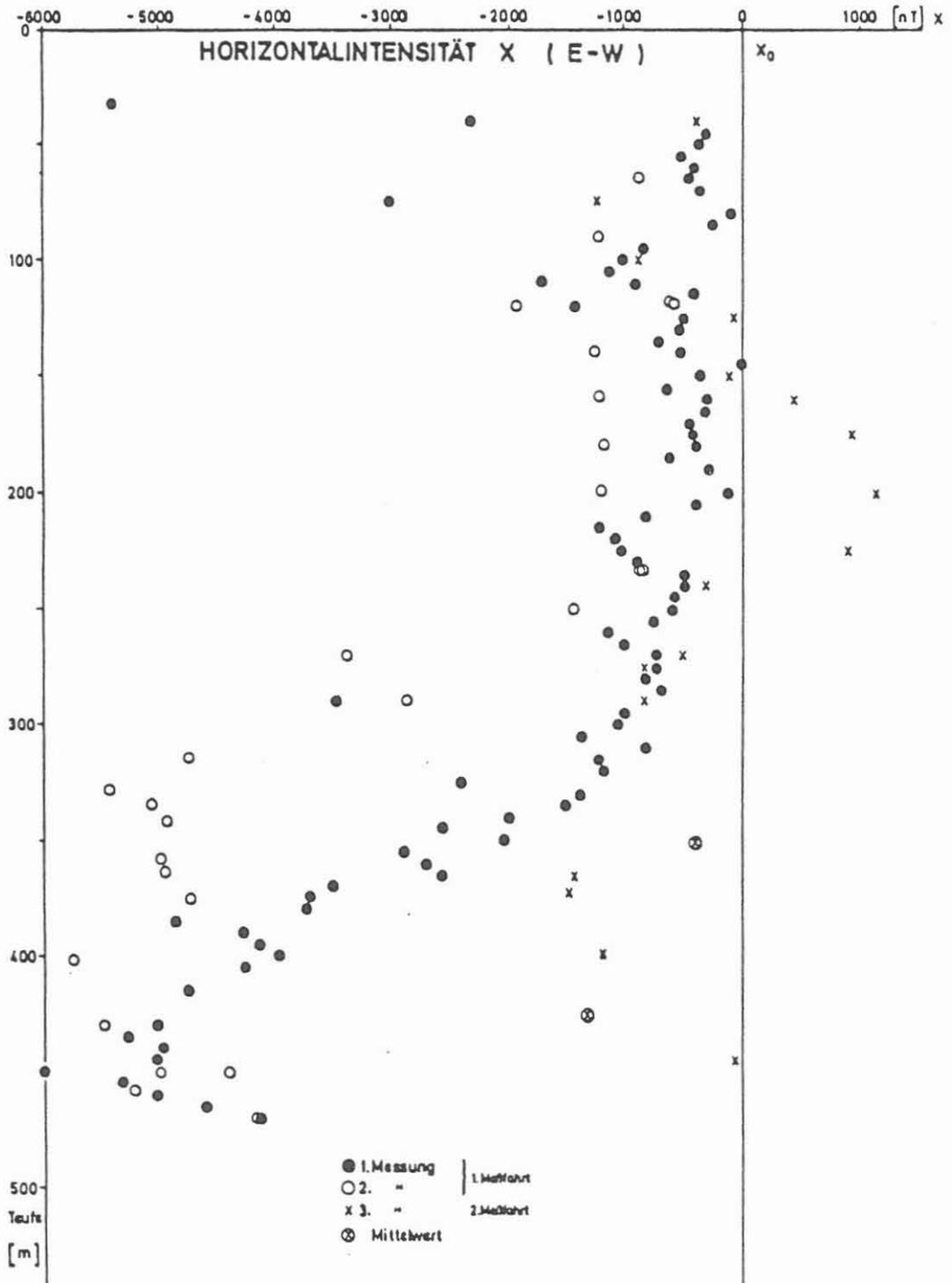


Abbildung 5.29

**BGR**  
K T B - V B WINDISCHESCHENBACH  
3-D- BOHRLOCHMAGNETIK  
STATIONÄRE MESSUNGEN



**IP-(stationär)** (Induzierte Polarisation, stationär gemessen)

**Ausführender:** Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung  
(NLfB), Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -62	04.11.87	1	194,0 - 474,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 194,0 - 474,0 m, Abb. 5.30

**Meßziel:**

Bestimmung von Zonen erhöhter Aufladefähigkeit wie Graphitlagen, Erzgängen und Bereichen mit Fluiden.

**Durchführung:**

Wegen eines Defektes in der Sondenelektronik konnte eine kontinuierliche IP-Messung nicht gefahren werden. Deshalb wurde diese Messung vom Ungarischen Geophysikalischen Institut (ELGI) ausgeführt. Anhand dieser Messung erfolgte die Festlegung von 62 Teufen für die stationären Meßpunkte. Nach Abschalten des Primärstromes wurde das Abklingen in 6 Zeitsegmenten von je 130 ms Dauer in einer Zeitspanne zwischen 65 und 845 ms gemessen. Die aufgezeichneten Daten zeigen Variationen, die sich jedoch mit dem IP-Log von ELGI nicht vergleichen lassen. Die stationäre Messung erfaßt ein wesentlich größeres Gesteinsvolumen.

Zwischen Erdoberfläche und 190 m traten Störungen bei den Messungen auf; die Daten bleiben unberücksichtigt. Die Messung wurde ohne GR gefahren.

Teufenmaßstab-Erstausdruck 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit stationär.

Eine Beschreibung des Meßsystems ist im Geologischen Jahrbuch E 16, S. 19 - 38, 1979, gegeben.

**Technische Anmerkungen:**

Der Strom wurde zwischen einer Elektrode am Standrohr der Vorbohrung und einer zweiten Elektrode in 265 m Entfernung in der SE-Ecke des Bohrgeländes eingespeist. Die Potentialmessung erfolgte zwischen der Sondenelektrode in der Bohrung und dem "Fisch", der übertage im Teich ausgelegt war. Es wurde konstanter Strom von 8800 mA eingespeist. Daten wurden auf Floppy gespeichert.

Datenrate: 1 s.

Erster Kurzbericht über die Meßergebnisse liegt vor.

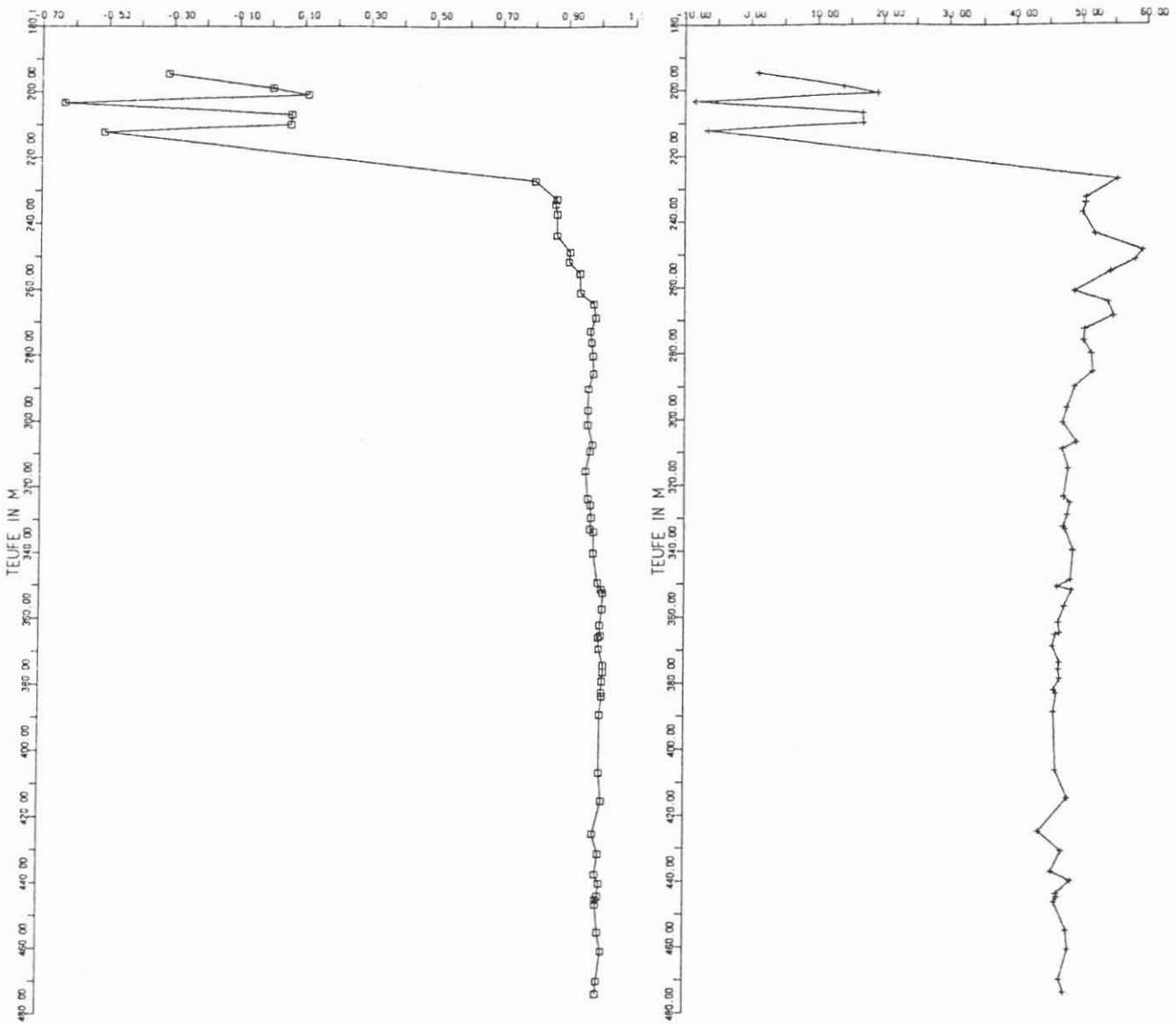
**Abkürzungen:**

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>
M 61 - 66	-	Zeitsegmente 130 ms M 61 - 66.

Abbildung 5.30

**NLFB**  
Hannover

**IP- stationär**



**MS** (Magnetische Suszeptibilität)

**Ausführender:** Geophysikalisches Institut der Technischen Universität  
München, München

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -60	04.11.87	1	27,4 - 210,0 m (Sonde blieb bei ca. 210 m hängen)
VB -62	04.11.87	2	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 27,4 - 390,0 m, Abb. 5.31.

**Meßziel:**

Lokalisierung von magnetisierbaren Mineralien im Gestein. Beitrag zur lithologischen Differenzierung der Gesteinsabfolge.

**Durchführung:**

Die TU München führte die Messungen mit eigenem Meßkabel durch. Bei der ersten Einfahrt blieb das Meßgerät bei ca. 210 m hängen. Die Gelstärke der Spülung war zu hoch bzw. das Gerät zu leicht. Es wurde von dieser Teufe aus gemessen. Bei einer zweiten Einfahrt wurde ein schweres Gerät (größerer Durchmesser) eingesetzt und die Bohrlochsohle erreicht. Damit wurde das gesamte Intervall vermessen. Die Datenaufzeichnung erfolgt auf Papier und Floppy (IBM kompatibel). Die Registrierung wird in linearer und logarithmischer Skala ausgeführt. Eine Teufenkontrolle durch GR fehlt.

Der Bereich zwischen 95 und 155 m zeigt stark magnetisierbares Gestein. An Kernen wurde Magnetit nachgewiesen. Diese Messung bestätigt die Ergebnisse der ungarischen Aufzeichnung.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 15 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Die SUSLOG-S-Sonde arbeitet mit einer Frequenz von 1000 Hz. Die Empfängerseite hat zwei Spulen, die durch eine Kompensationsschaltung kleine Änderungen in der Gegeninduktivität messen lassen. Meßabstand 40 cm.

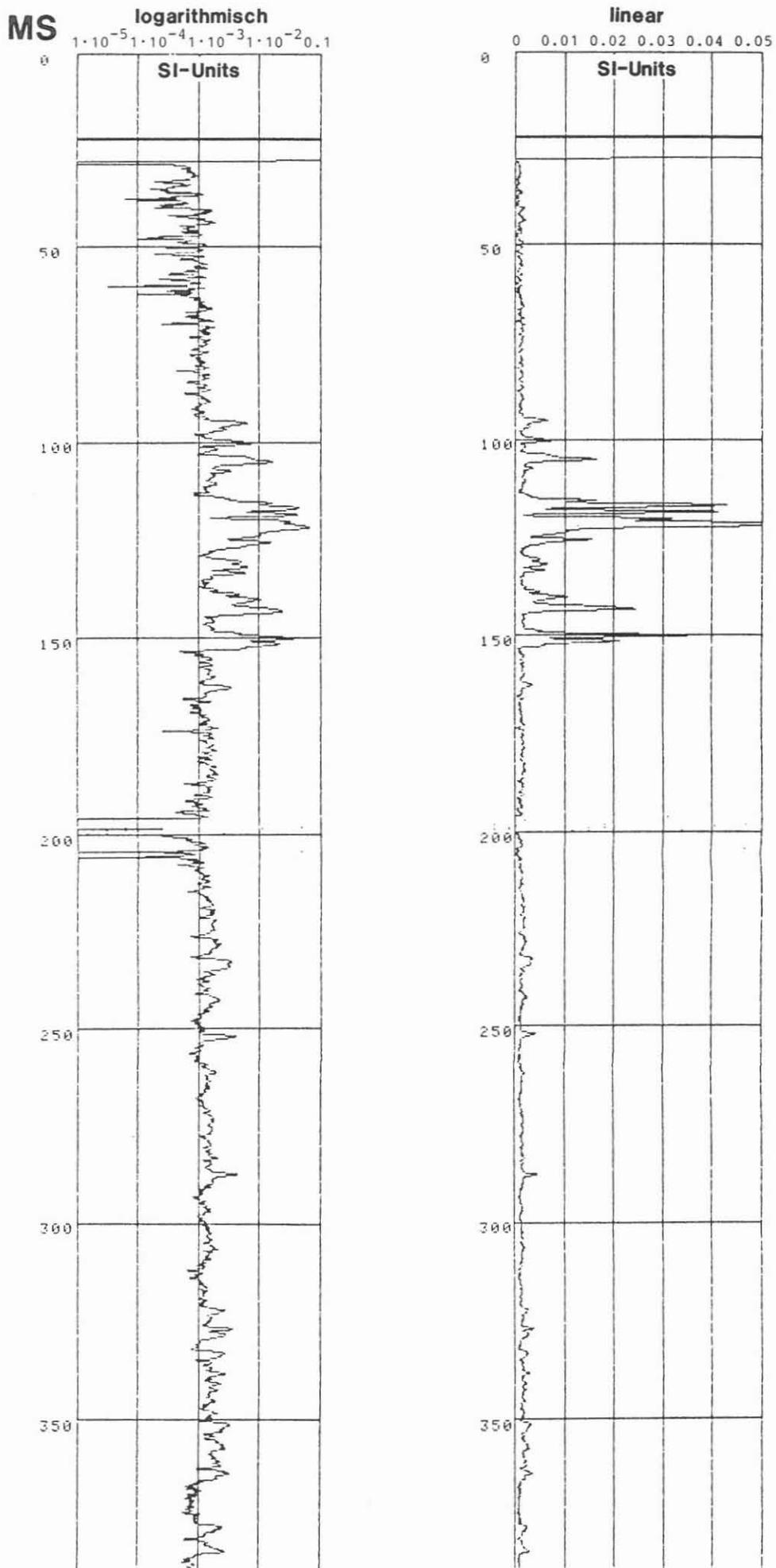
Datenrate: 10 cm.

**Abkürzungen:**

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>
SI-Units	Standard International Units	Internationale Standardeinheit

TU-München

Abbildung 5.31



**TEMPSAL** (Temperatur-Salinometer-Messung)

**Ausführender:** Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB),  
Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -63	04.11.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 0,0 - 325,0 m, Abb. 5.32.

**Meßziel:**

Bestimmung der Temperatur, des Temperaturgradienten und der Salinität der Spülung; Lokalisierung von Zufluß- und Verlustzonen.

**Durchführung:**

Die Messungen wurden mit dem NLfB-Meßwagen im Hängen durchgeführt. Die lineare Aufzeichnung erfolgte auf Papier und Floppy. Während der Messung wurden durch in der Spülung in Schwebelage gehaltenes Bohrklein die Zutrittsöffnungen zum Salinometermeßsystem verstopft. Dies führte zu Fehlesungen über dem Bereich von 345,0 - 407,0 m. Durch schnelleres Fahren konnten die Öffnungen wieder freigespült werden und die Messung wurde über dieses Intervall wiederholt (Wiederholung von 300,0 - 450,0 m).

Vollständige Information über Meßsystem im NLfB-Bericht, Archiv-Nr. 96 611. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Datenspeicherung auf Floppy, jedoch nicht IBM-kompatibel.

Datenrate: 10 cm.

**Abkürzungen:** -

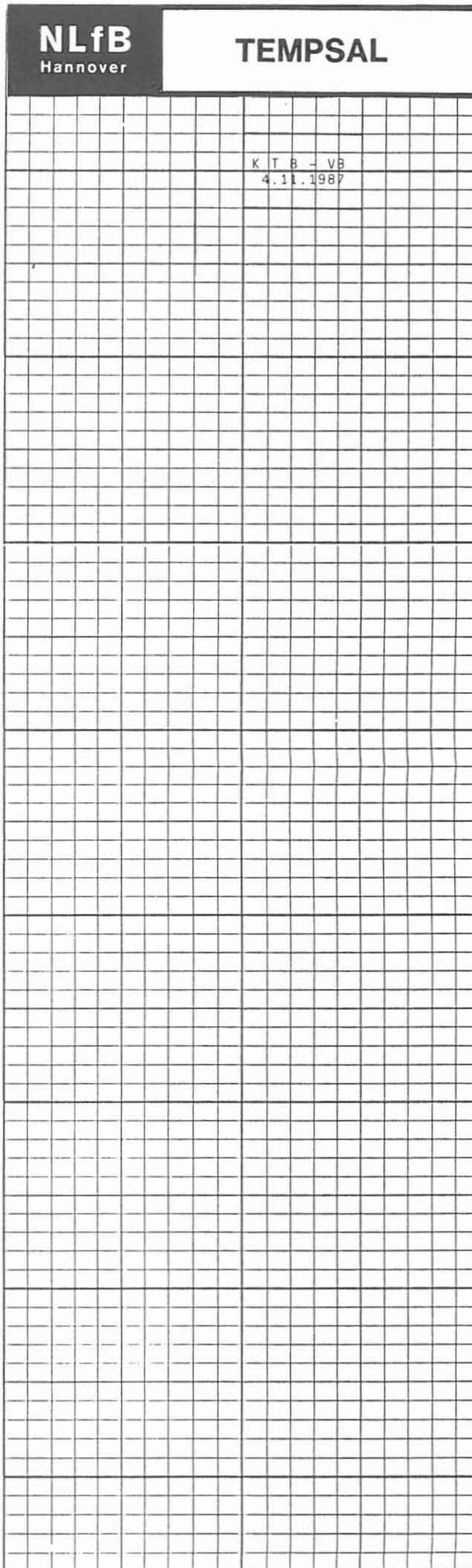
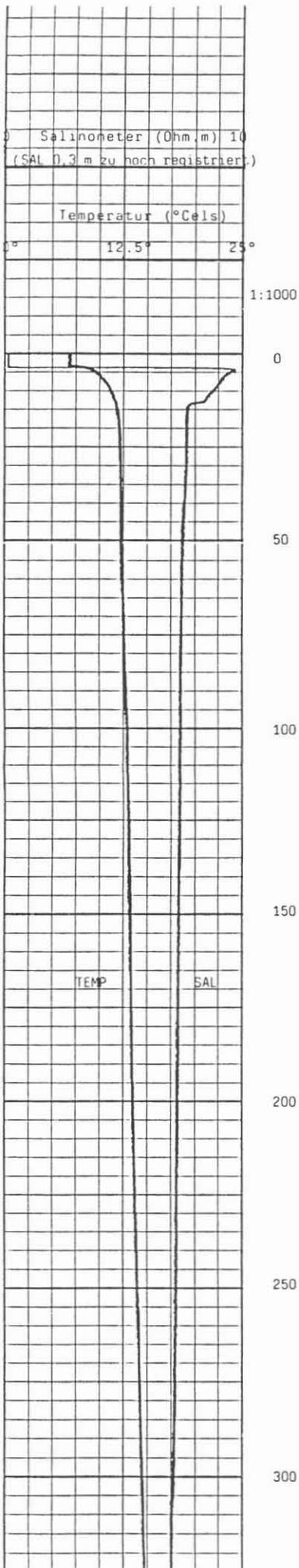


Abbildung 5.32

**FEL** (Fokussiertes Elektro Log)

**Ausführender:** Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB),  
Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -64	04.11.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 27,4 - 370,0 m, Abb. 5.33.

**Meßziel:**

Aufzeichnung eines vertikal gut auflösenden Widerstandsprofiles sowie Erprobung der Anwendbarkeit im Kristallin.

**Durchführung:**

Die Messung wurde einzeln gefahren. Das Meßsystem sättigt bei ungefähr 800 Ohm m. Die Aufzeichnung erfolgt auf Papier und Floppy. Vollständige Information über Meßsystem im NLfB-Bericht, Archiv-Nr. 96 611. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Datenspeicherung auf Floppy, jedoch nicht IBM-kompatibel.  
Datenrate: 10 cm.

**Abkürzungen: -**

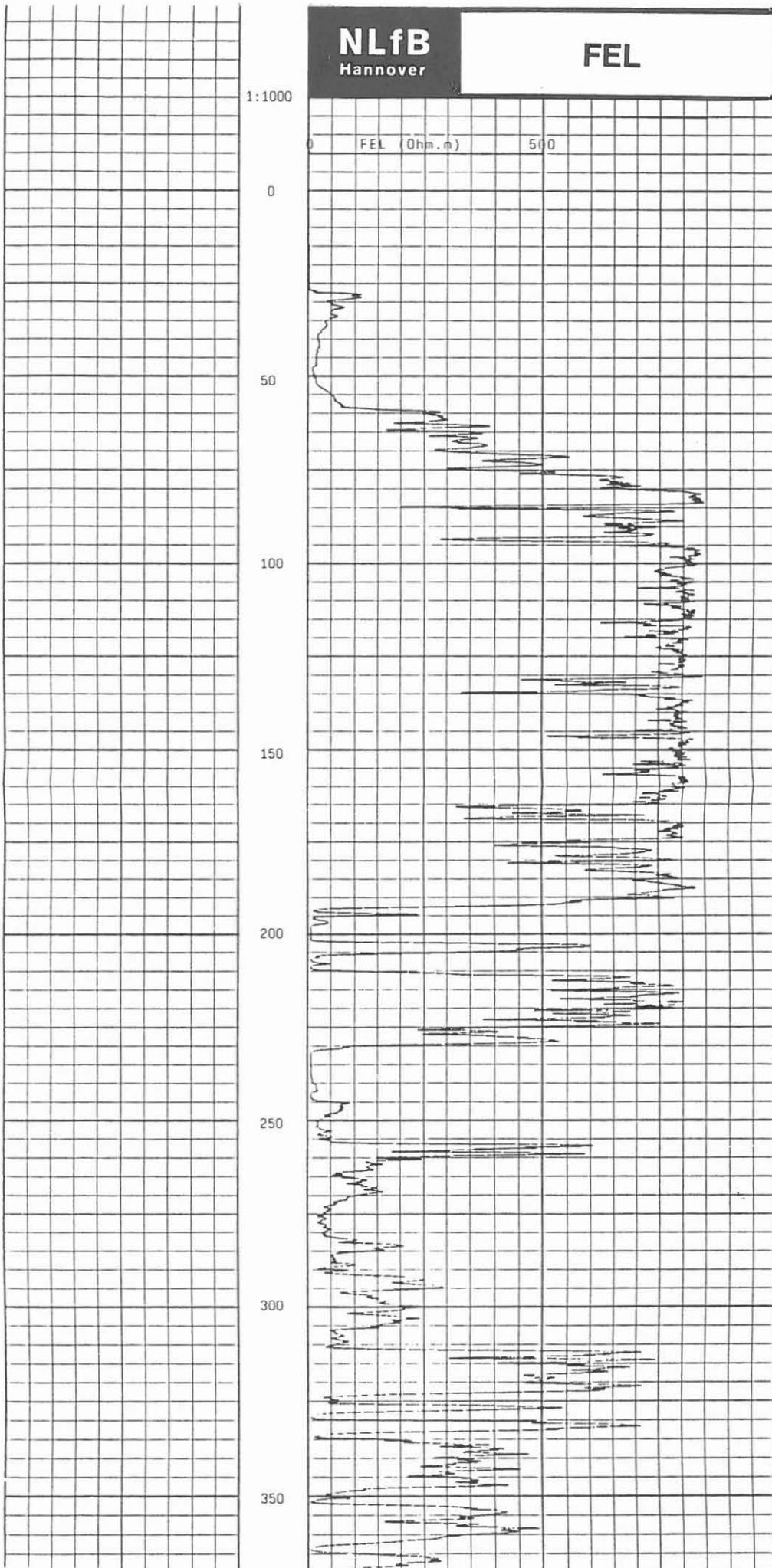


Abbildung 5.33

**ES/SP** (Elektriklog mit Eigenpotential)

**Ausführender:** Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB),  
Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -65	04.11.87	1	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 27,4 - 385,0 m, Abb. 5.34.

**Meßziel:**

Aufzeichnung eines Widerstandsprofiles.

**Durchführung:**

Das Gerät stellt eine Kombination von kleiner Normale (16"), großer Normale (64") und einer SP-Anordnung dar. Die 16"-Normale ist stark durch den großen Bohrlochdurchmesser beeinflusst. Die 64"-Normale zeigt Widerstände bis über 2000 Ohm m. Zur Aufzeichnung dienten Papier und Floppy, wobei die Präsentation linear erfolgte. Das Eigenpotential folgt dem generellen Trend der vorangegangenen Schlumberger-Messung, ist jedoch in der Empfindlichkeit um einen Faktor 2 geringer.

Vollständige Information über Meßsystem im NLfB-Bericht, Archiv-Nr. 96 611.  
Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Datenspeicherung auf Floppy, jedoch nicht IBM-kompatibel.  
Datenrate: 10 cm.

**Abkürzungen:** -

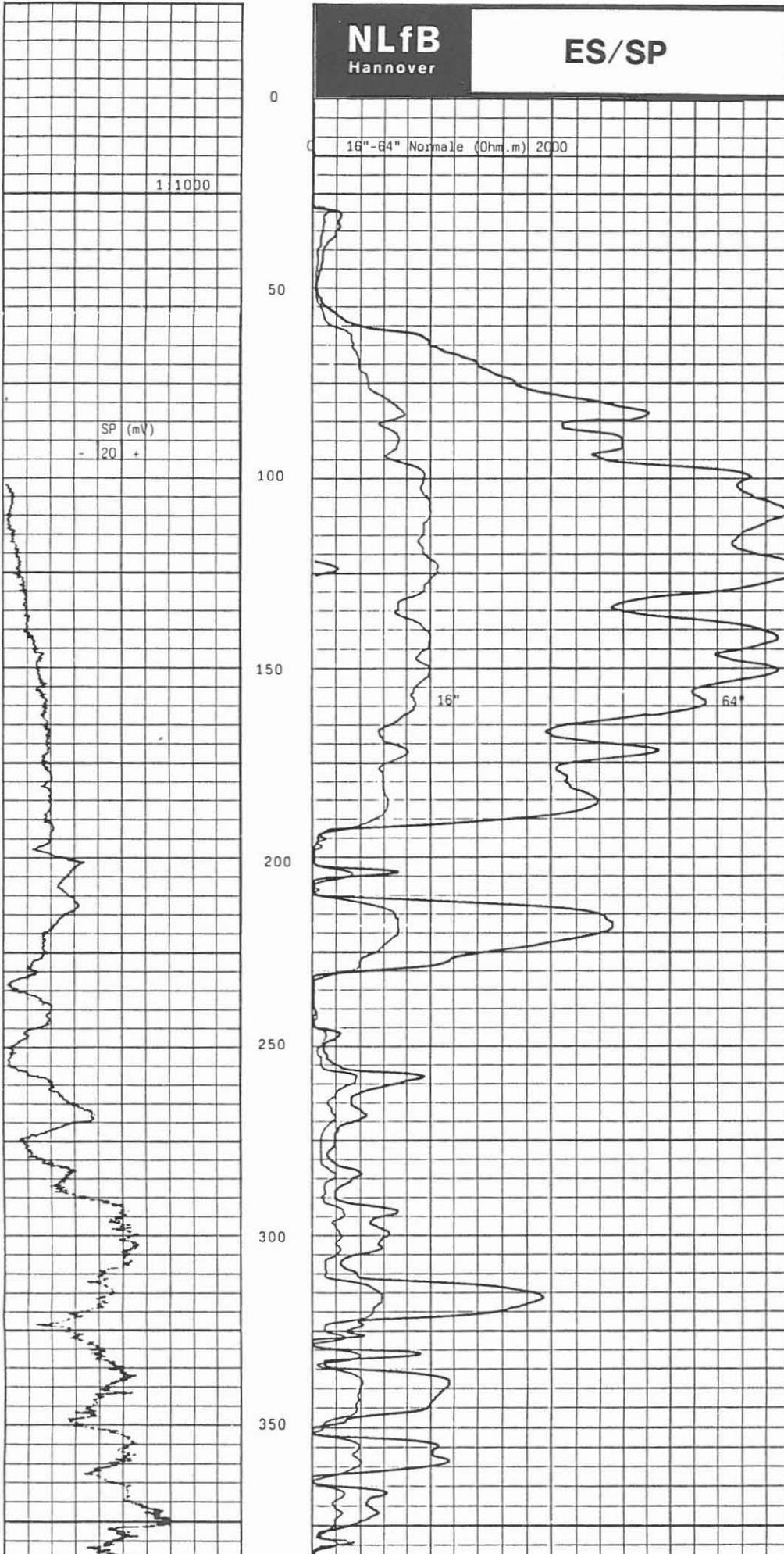


Abbildung 5.34

**VAL** (Variable Amplitude Log)

**Ausführender:** PETRODATA AG, Dubendorf/Zürich, Schweiz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -58	03.11.87	1	10,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Ausschnitt der ersten Rückspielung der Rohdaten. (Telefax-Kopie)  
174,0 - 277,0 m, Abb. 5.35.

**Meßziel:**

Bestimmung von Klüften, Kluftsystemen und Störungen mit Hilfe der Tube Waves. Aufzeichnung der Kompressions-, Scher- und Rohrwellenlaufzeit.

**Durchführung:**

Die Meßgeräte wurden am Kabel der DMSt eingefahren. Es wurden das sog. "Echolog" und das "Selective Velocity Log" gefahren. Das Echolog ist die Aufzeichnung der Rohrwellen (Tube Wave) zur Lokalisierung von Klüften, Kluftsystemen und Störungen. Die Erstausswertung dieser Messung zeigt die für Klüfte typischen V-förmigen Abbildungen (Chevron Pattern) der Reflexionen. Starke Signale sind vom Rohrschuh und von Bohrlochsohle zu erwarten. Vom Selection Velocity Log liegen noch keine Rückspielungen vor. Alle Daten von beiden Messungen wurden nur auf Magnetband aufgezeichnet. Ein Film oder Papierplot wurde an der Bohrung nicht hergestellt. Teufenmaßstab der Erstausswertung 1 : 330; Meßgeschwindigkeit: beide Messungen 5 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

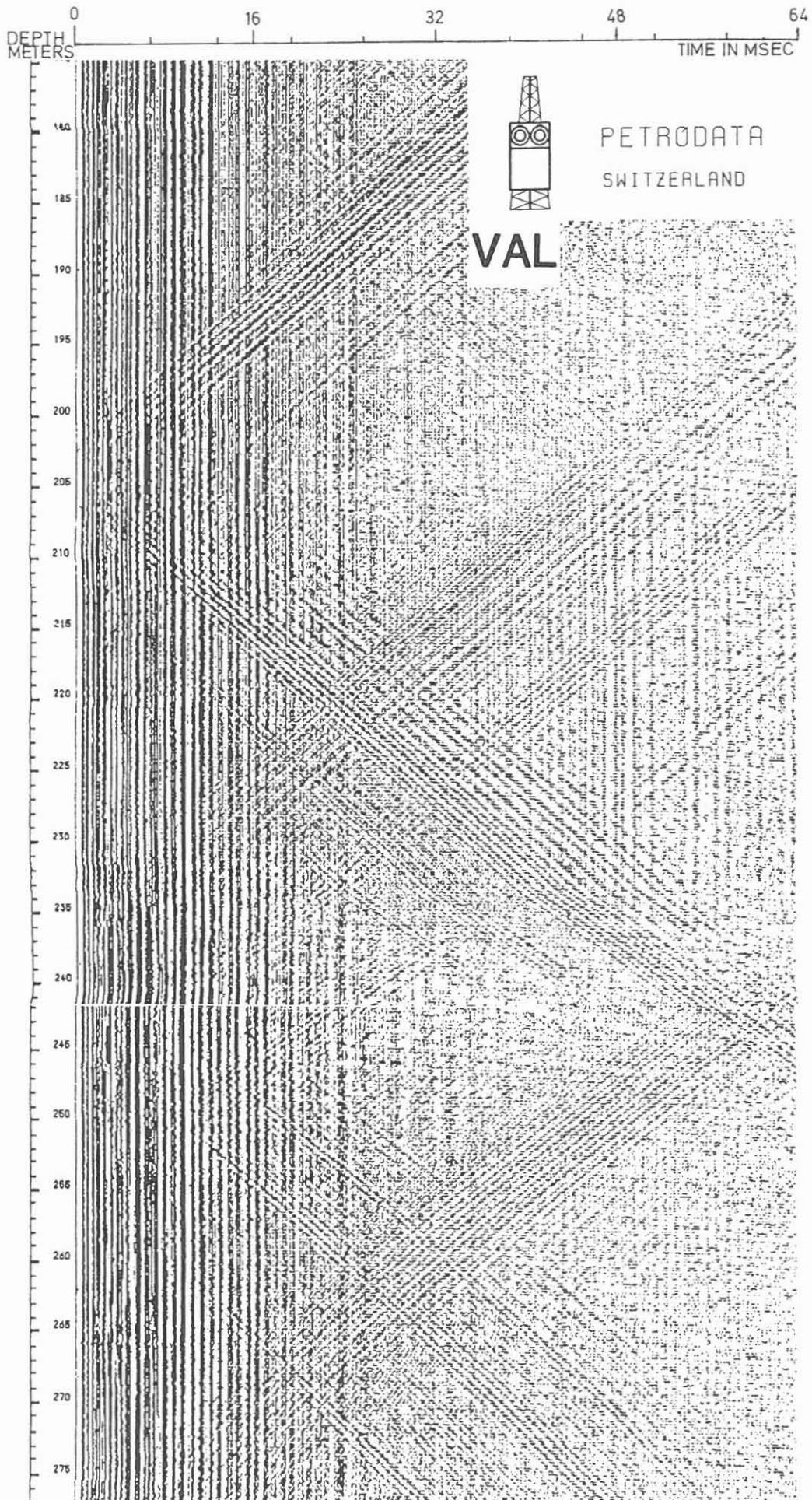
Das Echolog wurde mit einer "monopole"-Transmitter-Sonde gefahren. Die Frequenz ist variabel von 0,2 - 8 kHz. Die Signalrichtung ist axial. Der Meßabstand ist null, da Sender gleichzeitig auch Empfänger ist. Die Datendichte ist 0,25 s.

Die Selective Velocity-Messung verwendet für die P- und T-Wellenregistrierung einen "monopole-" und für die S-Welle einen "quadrupole"-Transmitter. Die Frequenzen sind für P 4 - 8 kHz, für S und T 0,2 - 2 kHz. Die Signalrichtung ist für P und S radial und für T axial. Der Meßabstand kann zwischen 3 und 5 m variabel gestaltet werden. Die Datendichte kann bis 0,25 s gewählt werden.

Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:** -

Abbildung 5.35



**CBL-VDL/GRL** (Cement Bond Log-Variable Density Log/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -73	12.11.87	1	5,0 - 477,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 190,0 - 264,0 m, Abb. 5.36.

**Meßziel:**

Überprüfung der Zementation der 8 5/8"-Verrohrung.

**Durchführung:**

Die Messung erfolgte 92 Stunden nach Beendigung der Zementation. Es wurde davon ausgegangen, daß nach dieser Zeit eine gute Erhärtung des Zementes eingetreten war. In Spur 1 ist das GR, Gewicht am Kabel sowie die Laufzeit des festen Zeitfensters (fixed gate) TT und des variablen Zeitfensters (sliding gate) SLTT gegeben. In Spur 2 am linken Rand sind die Rohrverbindungen in wahrer Teufe registriert. Spur 3 zeigt die Cement Bond Signale, d. h. die Dämpfung der Schallamplitude in normaler und fünffach verstärkter Skala. Spur 4 gibt die Wellenzugaufnahme und die Variable Density Darstellung des Wellenzuges.

Teufenmaßstab 1 : 200; Meßgeschwindigkeit 12 m/min.

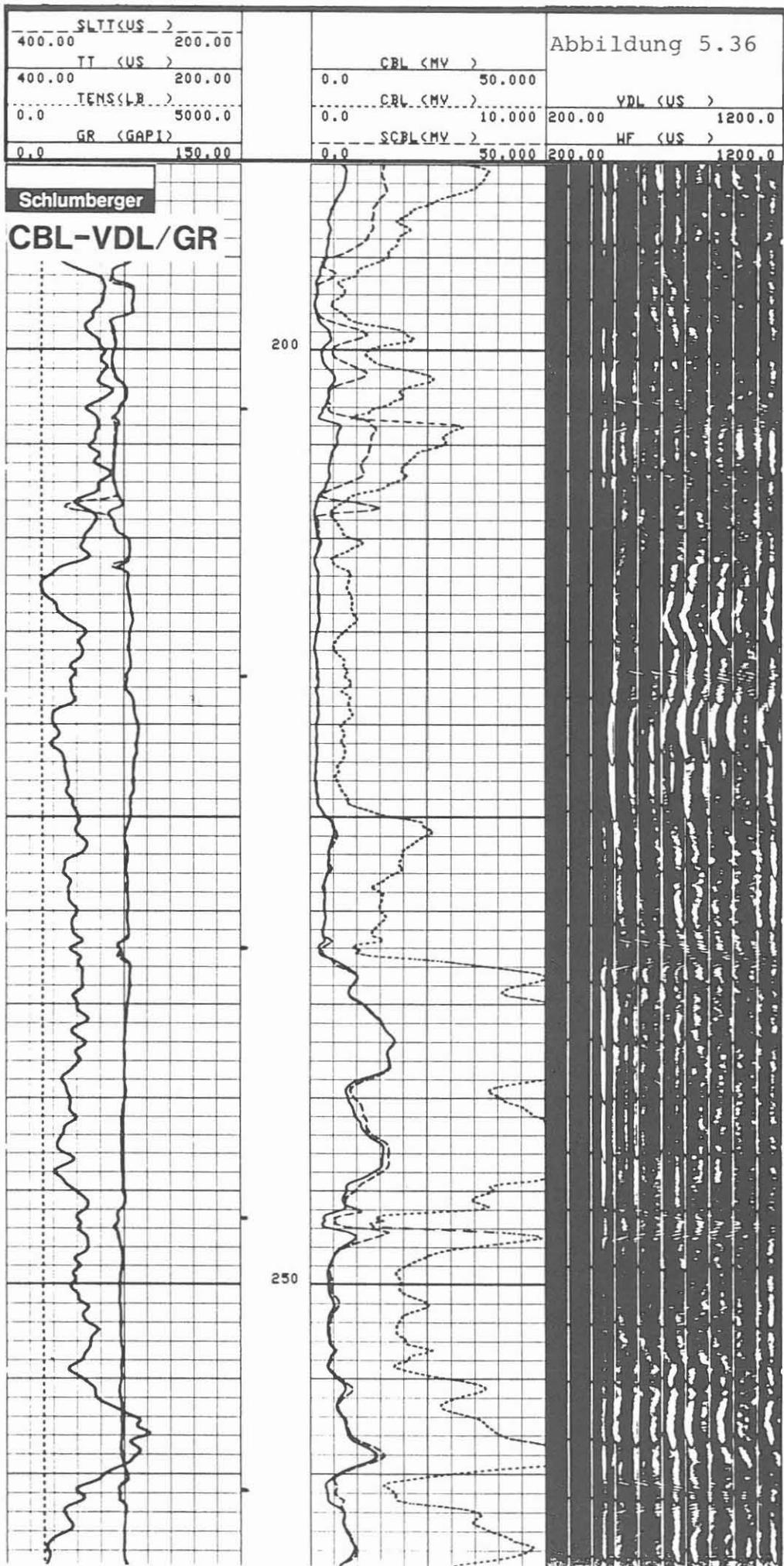
**Technische Anmerkungen:**

Es wurde das Standard Sonic Logging Tool (SLT) verwendet. Das CBL wurde im 3 Fuß (91,4 cm) und das VDL im 5 Fuß (152,4 cm) Meßabstand registriert. Die Datendichte beträgt 5 µs für die Wellenzugaufnahme.

Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit	
CBLU	Cement Bond Log(MV)	Messung der Zementbindung	Millivolt
SCBL	Sliding Gate Cement Bond Log (MV)	Messung der Zementbindung, variables Zeitfenster	Millivolt
SLTT	Sliding Gate TransitTime Time (US)	Laufzeit, variables Zeitfenster	µs
TT	Fixed Gate Transit Time (US)	Variable Amplitudendarstellung	µs
VDL	Variable Density Log(US)	Amplitudendarstellung	µs
WF	Waveform Recording (US)	Wellenzugdarstellung	µs



**CET-VDL/GR** (Cement Evaluation Tool-Variable Density Log/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -74	12.11.87	1	15,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 194,0 - 265,0 m, Abb. 5.37.

**Meßziel:**

Qualitätskontrolle der durchgeführten Zementation der 8 5/8"-Verrohrung durch Messung der Zementbindung an den Rohren und am Gebirge.

**Durchführung:**

Mit dem CET-Meßgerät wird die Dämpfung der Schallamplituden an den acht radial um 45° versetzten Empfängern gemessen und daraus eine minimale und maximale Druckfestigkeit des Zementes berechnet und kontinuierlich aufgezeichnet. Die Spur 1 des Diagrammes zeigt das GR, die Bohrlochneigung (DEVI), Rohrverbindungen - nicht teufengetreu - (CCLU), Geräteexzentrizität, mittleren akustisch gemessenen Rohrdurchmesser (CALU) und die Position der Gerätereferenz (RB). In der Spur 2 am linken Rand sind die teufenrichtigen Rohrverbindungen gegeben. Spur 3 zeigt maximale und minimale Druckfestigkeit des Zementes und das Gewicht am Kabel. Die Spur 4 ist in zwei Segmente unterteilt: 8 VDL-Spuren, den um 45° versetzten Empfänger in Graustufendarstellung (dunkel = guter Bond; hell = kein oder schlechter Bond) und 8 Einzelspuren mit einer "Signalfahne", die anzeigt, ob das empfangene Signal von einer "fast formation" - Formation mit höherer Übertragungsgeschwindigkeit als Stahl - kommt.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 12 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Die acht im Gerät eingebauten Transducer (gleichzeitig Sender und Empfänger) sind so aufeinander abgestimmt, daß die ausgesandten wie empfangenen Signale vergleichbar sind.

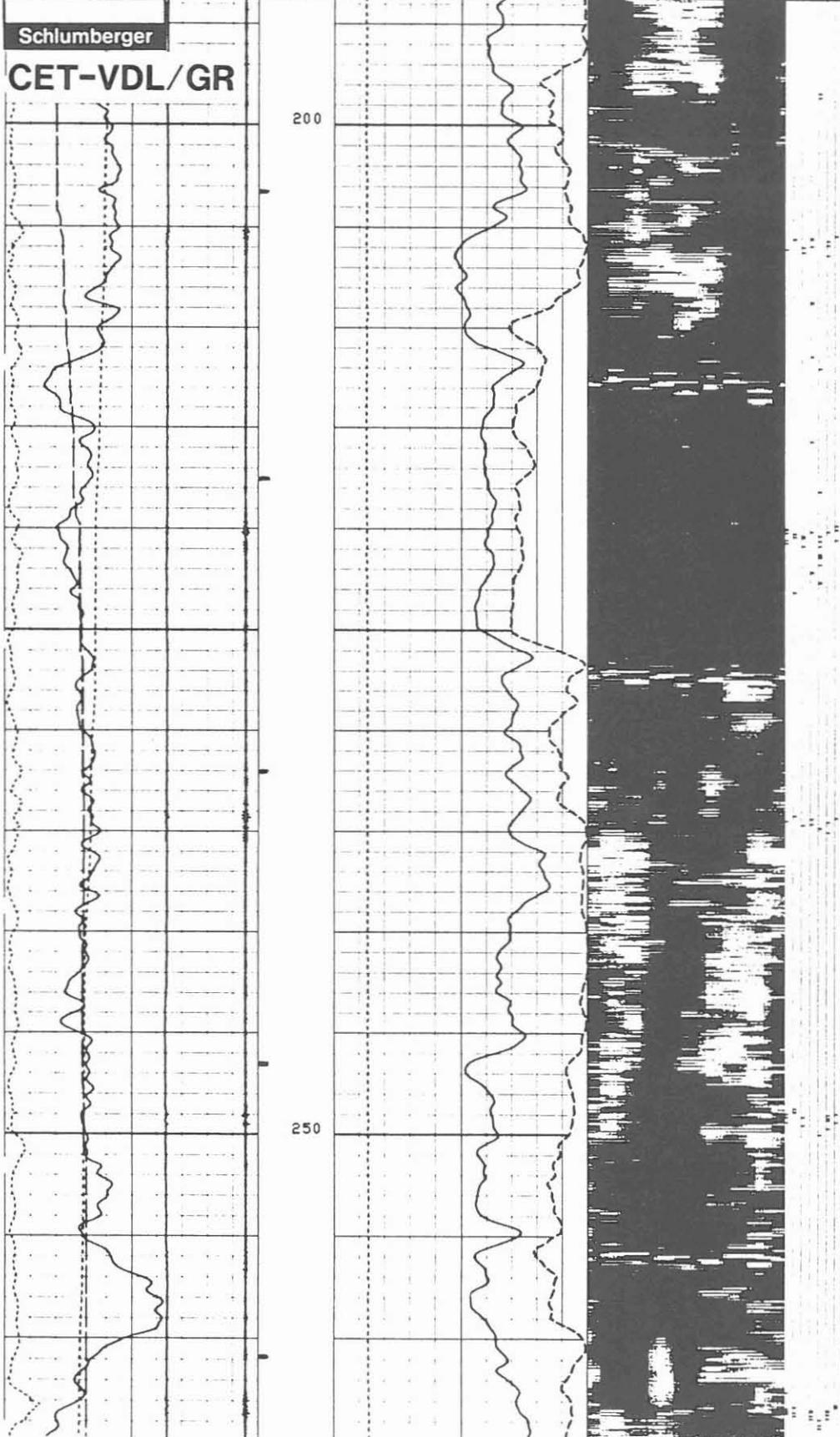
Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
CALU	Mean Diameter (MM)	Mittlerer Durchmesser mm
CCLU	Uncorrected Casing Collar Locator	Rohrverbindungen, nicht teufenrichtig
CSMN	Compressive Strength, minimum (PSI)	Minimale Druckfestigkeit Pfund/Quadratzoll
CSMX	Compressive Strength, maximum (PSI)	Maximale Druckfestigkeit Pfund/Quadratzoll
ECCE	Eccentering (MM)	Exzentrizität mm
DEVI	Deviation (DEG)	Neigung Grad
RB	Relative Bearing (DEG)	Gerätereferenz Grad

DEVI( DEG )	0.0	5.0000			
GR (GAPI)	0.0	150.00			
CCLU	-0.9500	0.05000			
ECCE(MM )	0.0	10.000	TENS(LB )	0.0	5000.0
CALU(MM )	170.00	220.00	CSMX	10000.	0.0
RB (DEG )	0.0	360.00	CSMN	10000.	0.0

Abbildung 5.37



**CET** (Wandstärke) (Cement Evaluation Tool als Wandstärkenmeßgerät verwendet)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -75	12.11.87	1	15,0 - 480,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 190,0 - 265,0 m, Abb. 5.38.

**Meßziel:**

Für spätere Verschleißvergleichsmessungen soll die Wandstärke der 7" Extreme Line Schutzrohrfahrt in Form einer "Nullmessung" in neuer Verrohrung festgehalten werden.

**Durchführung:**

Die Aufzeichnung der Meßsignale erfolgt in folgender Form: Von den acht gemessenen Innen- (IR) wie Außenradien (ER) werden je zwei gegenüberliegende Radien wie Kaliberpaare zusammengefaßt und als Profil dargestellt. So ergeben sich vier Durchmesserprofile für den Innen- und Außendurchmesser der Verrohrung für je ein Segment von 45° des Umfanges. Die Fläche zwischen gestrichelter und solider Kurve ist die gemessene Wandstärke. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 8 m/min.

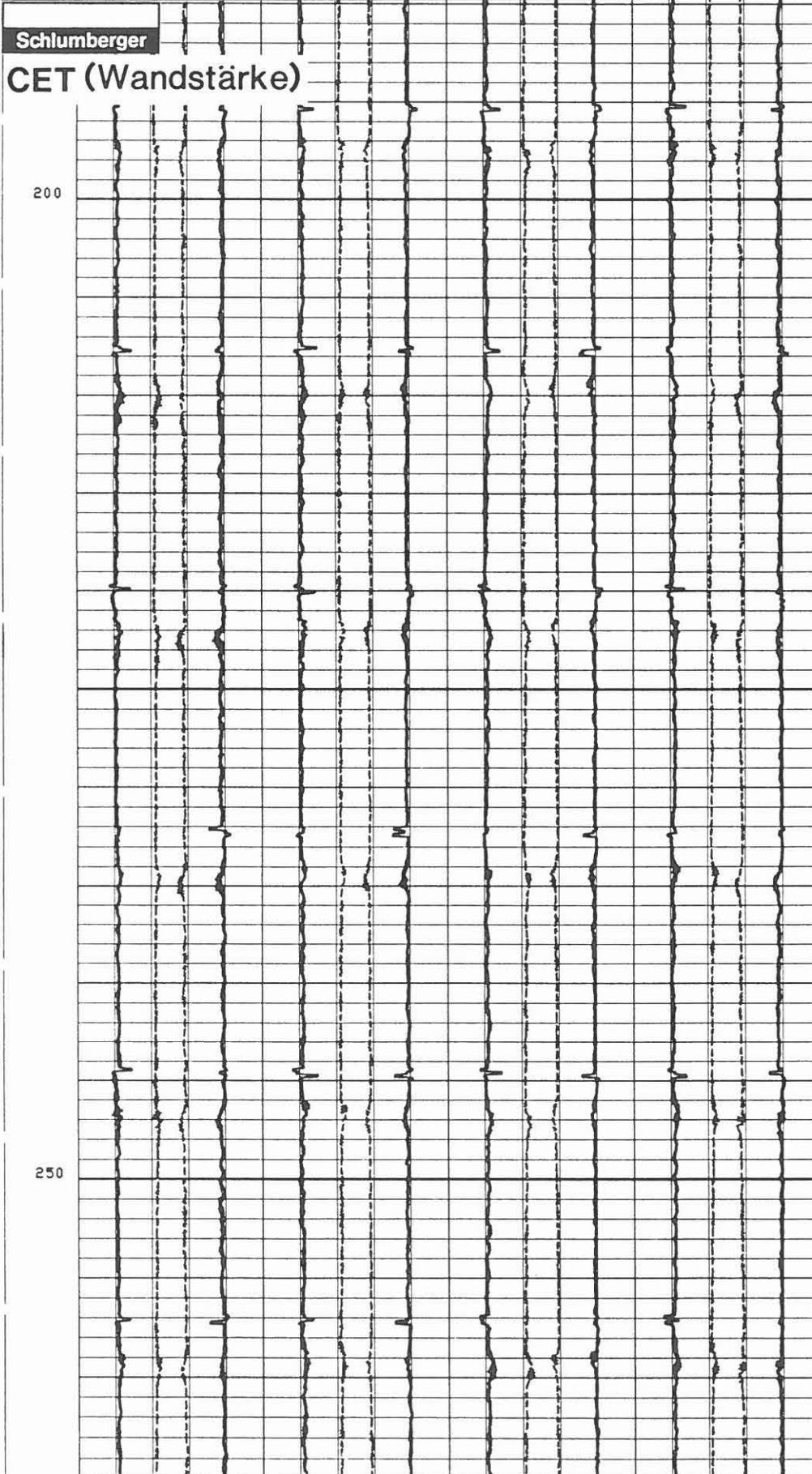
**Technische Anmerkungen:**

Die Innenradien werden als normale akustische Laufzeitmessungen durchgeführt. Die Wandstärke läßt sich aus der Frequenzanalyse des reflektierten Signals ermitteln, da die Frequenz proportional der Wandstärke variiert. Das Auflösungsvermögen liegt bei 0,1 mm. Je nach Verrohungsgröße wird mit einer Frequenz von 270-630 KHz gearbeitet. Datenrate: 15 cm.

**Abkürzungen:**

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>	
ER 1-8	External Radius	(MM)	Außenradius mm
IR 1-8	Internal Radius	(MM)	Innenradius mm

IR1 <MM >	IR2 <MM >	IR7 <MM >	IR8 <MM >
100.00	50.000	50.000	100.00
ER5 <MM >	ER6 <MM >	ER7 <MM >	ER8 <MM >
50.000	100.00	50.000	100.00
IR5 <MM >	ER2 <MM >	ER3 <MM >	ER4 <MM >
50.000	100.00	100.00	50.000
ER1 <MM >	IR6 <MM >	IR3 <MM >	IR4 <MM >
100.00	50.000	100.00	50.000



**MFC (Multi-Finger Caliper)**

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -76	13.11.87	1	0,0 - 479,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 194,0 - 264,0 m, Abb. 5.39.

**Meßziel:**

Der Innendurchmesser der neuen 7"-Rohrfahrt soll als "Nullmessung" für spätere Verschleißvergleichsmessungen aufgezeichnet werden.

**Durchführung:**

Nach dem Einbau des 7" Extreme Line Casing wurde die Messung durchgeführt. Die Aufzeichnung wurde ohne GR gefahren. Der Film zeigt in Spur 1 für die 3 Segmente von je 120° des Umfanges ein Minimum (RAD 4-6) und ein Maximum (RAD 1-3). In neuer Verrohrung sollten sich Maxima und Minima decken, wie RAD 3 und RAD 6. Es muß überprüft werden, ob die Kalibrierung für diese Messung in Ordnung war, denn Abweichungen in dieser Größe für neue Rohre sind nicht "normal".

Spuren 3 und 4 geben einen simulierten Rohrquerschnitt wieder. In Spur 3 ist der Durchschnittswert des minimalen Durchmessers (MNRD) im Vergleich zum Sollwert (NIRD) und in Spur 4 der Vergleich mit dem maximalen Wert gegeben. Außerdem ist der Sollwert des Außendurchmessers (NARD) gegeben. Die schraffierte Fläche ist die Wandstärke der Verrohrung.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 2 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

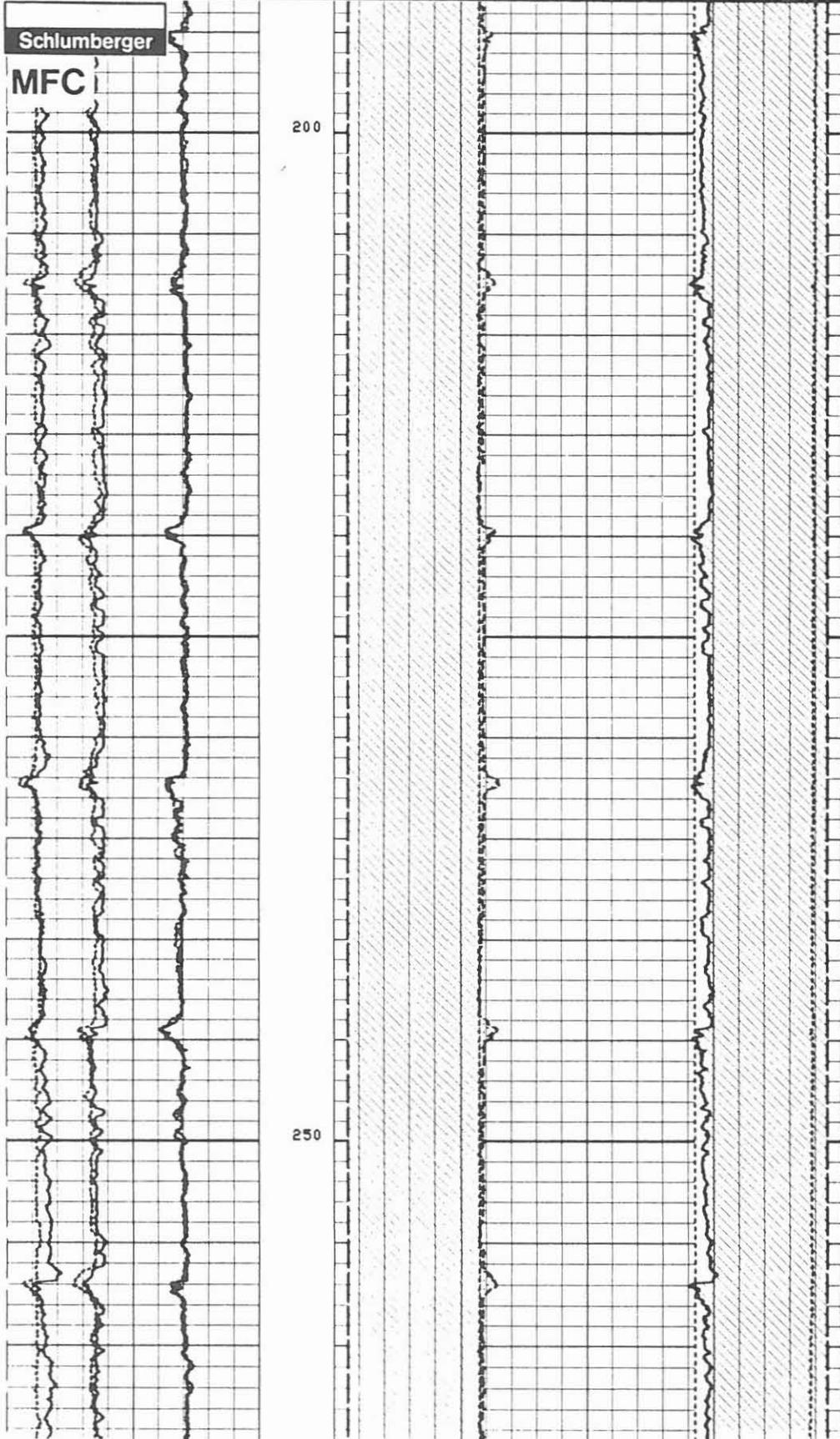
Das Gerät hat 60 Finger, um die Rohrrinnenwand abzutasten. Im Unterschied zu Geräten anderer Firmen werden bei diesem Gerät aus je 20 Fingern (Segment von 120°) die Maximal- und Minimalausschläge abgegriffen und kontinuierlich registriert. Die horizontale Auflösungsgenauigkeit beträgt 0,25 mm und die vertikale - je nach verwendetem Gerät und Rohrgröße - 5,0 - 40,7 mm. Das Gerät wird durch starke Zentrierfedern geführt.

Datenrate: 3 cm.

**Abkürzungen:**

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>	
MNRD	-	Minimaler Radius	mm
MXRD	-	Maximaler Radius	mm
NARD	-	Nominaler Außenradius	mm
NIRD	-	Nominaler Innenradius	mm
RAD 1-3	-	Maximaler Radius Segmente 1-3	mm
RAD 4-6	-	Minimaler Radius Segmente 4-6	mm

RAD6<MM> )				Abbildung 5.39	
65.000	85.000			NARD	
RAD5<MM> )				70.000	90.000
72.000	92.000			NIRD	
RAD4<MM> )				70.000	90.000
76.000	96.000			TENS<LR> )	
RAD3<MM> )				4000.0	0.0
65.000	85.000			MXRD<MM> )	
RAD2<MM> )				90.000	90.000
72.000	92.000				
RAD1<MM> )				90.000	90.000
76.000	96.000				



### 5.3 Beschreibung der bereits vorliegenden Auswertungen

#### **- Sofortauswertungen an der Bohrlokation**

Unter Sofortauswertungen sind Bearbeitungen der registrierten Daten zu verstehen, die in der Dauermeßstation (DMSt) an der Bohrstelle durchgeführt werden können.

Es sind Programme, mit denen aufgrund der geringen Speicherkapazität der EDV-Anlage (CSU) der DMSt nur unter gleichzeitiger Datenreduktion oder vereinfacht Berechnungen durchgeführt und optisch auf Film aufgezeichnet werden können. Sie sind unter dem Sammelbegriff "CYBER-Programme" bekannt. Für die DMSt wurde eine beschränkte Anzahl dieser Programme beschafft; weitere werden für bestimmte Messungen von der Service Firma als transportable Software mitgebracht.

Die Software der DMSt umfaßt:

Operative Software: für KTB-eigene Geräte: Temperatur, Vierarm-Kaliber; Gammastrahlen; Auxiliary Measurement Sonde; Telemetrie; Probennehmer;  
Manipulationssoftware: Teufenkorrektur; Playback, Merge; Splice; Rename; Scale; etc.  
Auswertesoftware: Histogramm; X-Plot, List; True Vertical Plot (Horizontal - Vertical Projection); Hole Volume Integration;

Software der Service Firma, die bei Bedarf auf der DMSt gefahren werden kann, wird wie bei den Messungen unter "Ausführender" gekennzeichnet.

Auswertesoftware: CYPBERDIP - Dipmeterauswertung  
CYBERFIL - Fracture Identification Log  
CYBERVSP - Vertical Seismic Profile  
Environmental - Correction (CSU-Version)  
CYBERBOND - Cement Bond Auswertung  
CEL - Cement Evaluation Log  
CYRFT - Repeat Formation Tester Interpretation  
CYDR - Deviation Reading -  
horizontale und vertikale Projektion  
der Bohrung  
CYLDT - LDT Quick Look  
CYGEO - Synthetic Seismogram (Geogram)

#### **- Im Rechenzentrum erstellte Auswertungen**

Von den Service Firmen wird eine große Anzahl von Programmen zur Auswertung von Messungen angeboten. Es sind Programme, die auf technischen Rechnern wie z. B. auf Digital Computern der VAX Generation laufen, bei denen ausreichend Speicherkapazitäten zur Verfügung stehen.

Diese Programme lassen sich in folgende Gruppen unterteilen:

- Stratigraphie:

Dipmeter: CLUSTER, GEODIP, MSD, CSB, LOC, SYND, DUALDIP,  
STRATADIP, DIPLOG etc.

Formation MicroScanner: IMAGE, MSD, CSB

Borehole Televier: AMPLITUDE/TRANSIT TIME

- Lithologie:

Standardmessungen: GLOBAL, ELAN, FACIOLOG, LITHO, OPTIMA,  
EPILOG, PROLOG etc.

- Seismik:

Bohrlochseismik: GEOPH, VSP, MO-VSP, DTS,

- Gebirgsmechanik:

Standardmessungen: MECHPRO, BOL, DFRA etc.

Für die Berechnungen der Stratigraphieprogramme ist es nicht notwendig, die Messungen für Bohrlocheinfluß zu korrigieren. Für alle anderen Auswertungen muß eine Korrekturstufe vorgeschaltet werden. Außerdem ist es wünschenswert, wenn geologische Vorinformationen in Form von Kern- oder Bohrkleinuntersuchungen vorliegen würden. Für die Auswertung nach lithologischer Gliederung, Porosität und Wassersättigung ist die Vorgabe eines Auswertemodells notwendig. Hierfür müssen Parameter bestimmt werden, die aus X-Plot-Analysen und den geologischen Vorinformationen abgeleitet werden.

Die Beschreibung der Auswertungen erfolgt analog den Bohrlochmessungen:

Auswertung, Bezeichnung, Ausführender, KTB-Registrier-Nr.,  
Datum der Auswertung, Lfd. Nr. der Messung, Meßintervall,  
Beispiel, Ziel der Auswertung, Durchführung, Programmhin-  
weise, Abkürzungen.

**CYBERDIP** (Dipmeter-Sofortauswertung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A1	27.10.87	VB -37	190,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Auswertung von 192,0 - 265,0 m, Abb. 5.40.

**Ziel der Auswertung:**

Sofortinformation über Einfallen und Streichen der durchbohrten Schichten. Einfallen und Richtung von Klufflächen, Kluffsystemen, Neigung und Orientierung der Bohrung.

**Durchführung:**

Für die Stratigraphic High Resolution Dipmeter-Messung (SHDT) wurde die Berechnung mit den auf Band registrierten Daten durchgeführt. In Spur 1 sind das GR und die beiden Kaliberkurven wiedergegeben. Die starke schwarze linke Begrenzung weist darauf hin, daß es sich um eine Feldauswertung (im Unterschied zu einer Auswertung aus dem Rechenzentrum) handelt. In Spur 2 ist am linken Rand das integrierte Bohrlochvolumen in Kubikmeter gegeben. Die Spur 3 zeigt die Dipmeterresultate. Die vollen (oder offenen) Kreise zeigen den Einfallwinkel, der Strich die Einfallrichtung; Nord ist am Filmkopf, Ost rechts, Süd Filmende und West links. Die Spur 4 zeigt den Verlauf der Bohrung durch Neigungs- und Richtungsangabe. Die Auswertung wurde an der Bohrstelle aus Zeitgründen bei 190 m abgebrochen. Teufenmaßstab 1 : 200.

**Programminweise:**

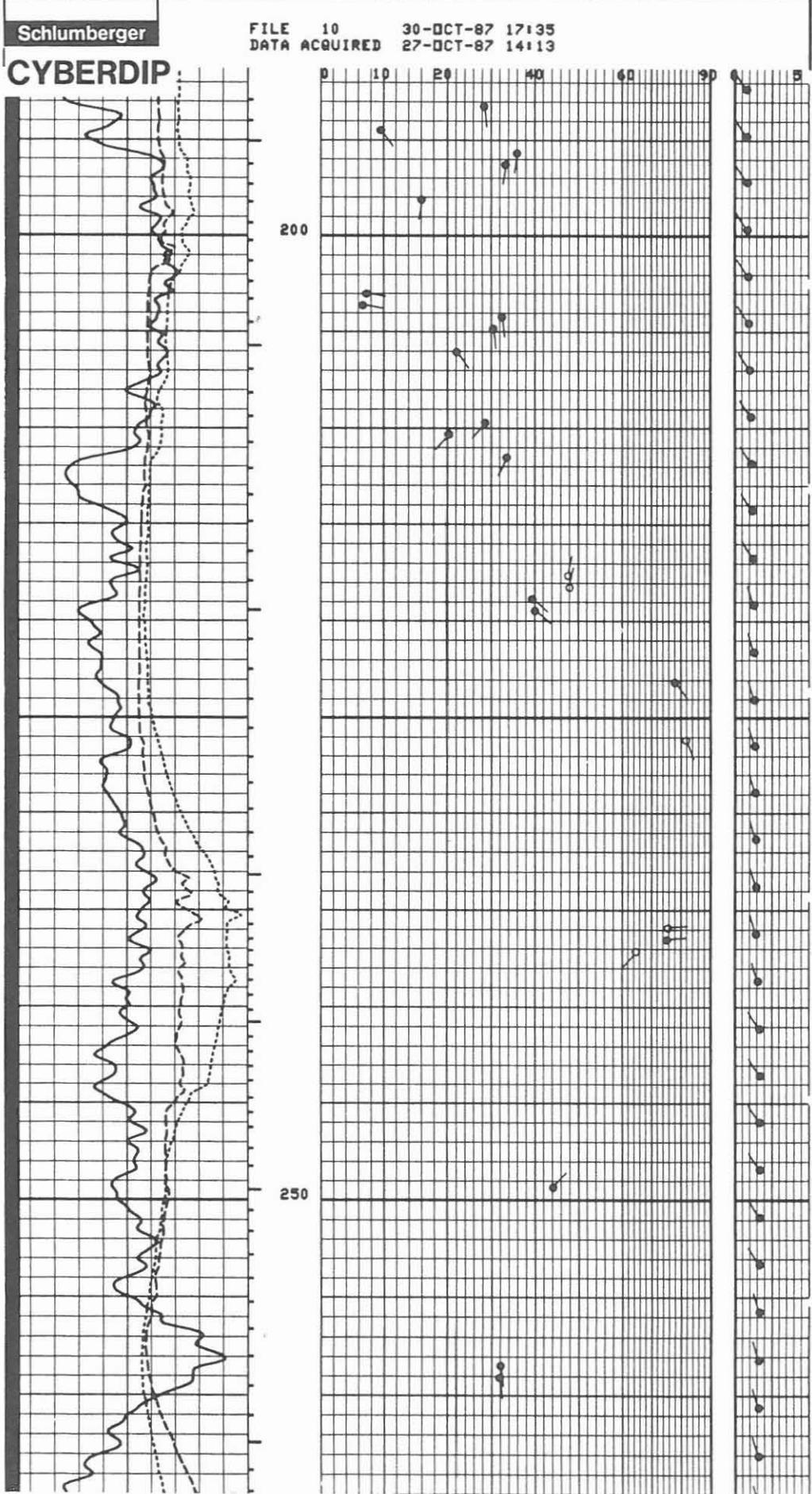
Die Auswertung wurde mit einem Suchintervall (search interval) von 4 Fuß (122 cm) und einer Schrittlänge (step distance) von 2 Fuß (61 cm) durchgeführt. Der Suchwinkel beträgt  $1 \times 80^\circ$ . Die Daten werden abschnittsweise berechnet, auf Film übertragen und sofort aus dem Speicher gelöscht. Eine Aufzeichnung auf Band ist nicht möglich. Der Unterschied in der Resultatpräsentation zwischen vollen und offenen Kreisen ist auf Qualitätskriterien zurückzuführen: voller Kreis - gute Korrelation, offener Kreis - mögliche Korrelation.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
C 1 S	Delayed caliper 1 for film presentation (IN)	Für die Filmdarstellung verzögertes Kalibersignal 1 Zoll
C 2 S	Delayed caliper 2 for film presentation (IN)	Für die Filmdarstellung verzögertes Kalibersignal 2 Zoll

GR (GAPI)	150.00
0.0	
C2S (IN )	20.000
0.0	
C1S (IN )	20.000
0.0	

Abbildung 5.40



**CYBERDR (Horizontal-Vertical Projection)**

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A2	27.10.87	VB -37	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Auswertung von 27,4 - 478,0 m, Abb. 5.41.

**Ziel der Auswertung:**

Bestimmung der Neigung und Richtung des Bohrlochverlaufs. Berechnung der horizontalen Abweichung, der vertikalen Abweichung und der Seigerteufe.

**Durchführung:**

Die mit dem Stratigraphic High Resolution Dipmeter (SHDT) gewonnenen Neigungs- und Orientierungsdaten wurden für die Berechnung des Bohrlochverlaufes und der Seigerteufe verwendet. Im Rechenzentrum der Service-Firma wurde diese Arbeit ausgeführt und die berechneten Daten graphisch aufgelistet und dargestellt. Die Standarddarstellung gibt eine horizontale Projektion und Vertikalprojektionen für vier verschiedene Projektionsebenen wieder. Die Berechnung, die graphische Darstellung und die Auflistung der Werte kann sofort nach der Messung auch an der Bohrstelle erfolgen.

Maßstab horizontal 1 : 100, vertikal 1 : 5000.

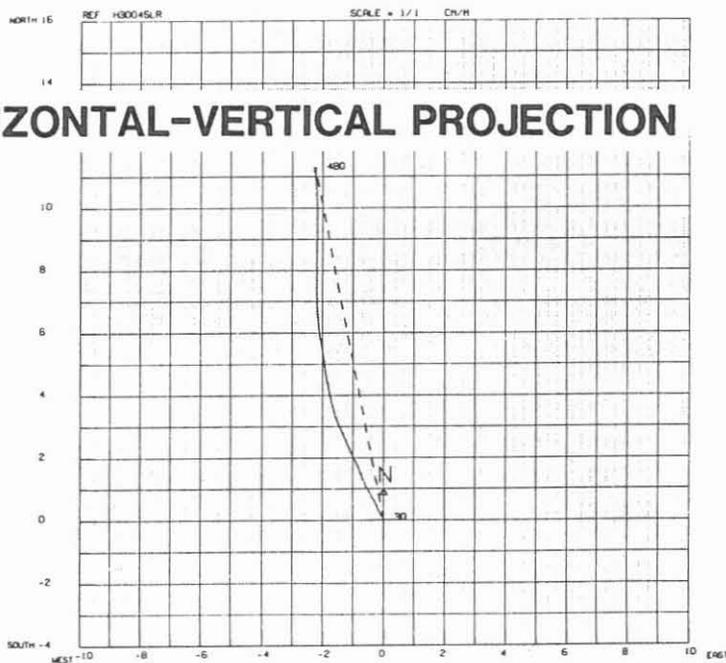
**Programminweise:**

Für die Berechnung ist es notwendig, einen Ausgangspunkt für die Teufe und Orientierung festzulegen (tie-in location). Für diese Berechnung wurde der Rohrschuh bei 27,4 m Teufe und 0° Neigung angegeben. Die Berechnung erfolgt nach der "Continuous Curvature Method". Bei erfolgter Vertiefung der Bohrung und einer Neuvermessung können für die Auswertung entweder nur die neuen Werte graphisch dargestellt werden und als "tie-in location" der Endpunkt der vorangegangenen Auswertung verwendet werden, oder die neuen Daten können mit den vorhandenen verbunden (merged) werden und als Gesamtheit neu berechnet und dargestellt werden. Damit kann der Bohrlochverlauf immer auf dem neuesten Stand gehalten werden.

**Abkürzungen:** -

Schlumberger

# HORIZONTAL-VERTICAL PROJECTION



CONTINUOUS CURVATURE METHOD

TIE-IN LOCATION

MEASURED DEPTH	30.0	M
TRUE VERTICAL DEPTH	30.0	M
DISTANCE NORTH	0.0	M
DISTANCE EAST	0.0	M

BOTTOM HOLE LOCATION

COURSE LENGTH	11.5	M
COURSE AZIMUTH	348.8	DEG
MEASURED DEPTH	480.0	M
TRUE VERTICAL DEPTH	479.8	M
DISTANCE NORTH	11.2	M
DISTANCE WEST	2.2	M

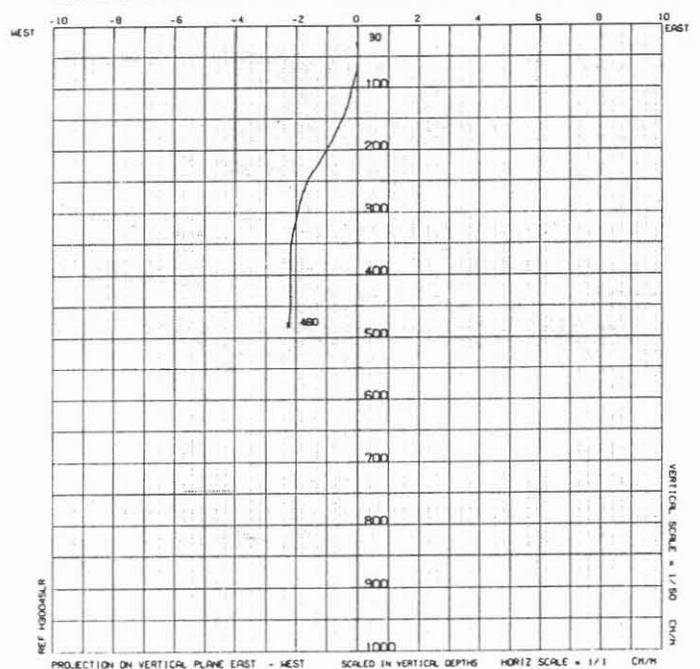
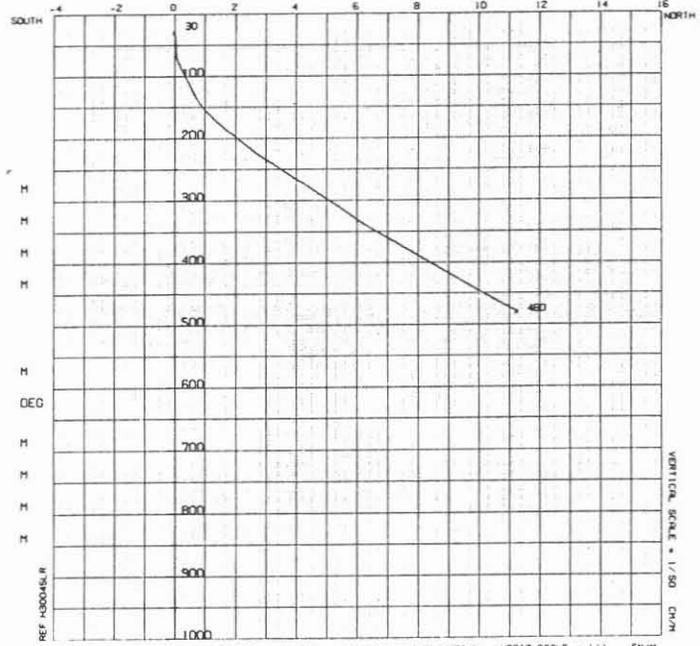


Abbildung 5.41

**CYBERBOND** (Bond Index Auswertung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A3	12.11.87	VB -73	5,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Ausschnitt der Auswertung 190,0 - 265,0 m, Abb. 5.42.

**Ziel der Auswertung:**

Aus Cement Bond Log (CBL) und Variable Density Log (VDL) wird der Bond Index errechnet als Maß für die Qualitätsbewertung der Zementation.

**Durchführung:**

An der Lokation kann nach der durchgeführten Messung im Playback der Bond Index berechnet und kontinuierlich aufgezeichnet werden. Die Darstellung erfolgt in Spur 1 das GR, das Gewicht am Kabel, die Laufzeit (TT) und die Laufzeit des variablen Fensters (SLTT), in Spur 3 das Cement Bond Log (CBL) und der Bond Index (BI), in Spur 4 die Wiedergabe des Variablen Density Logs (VDL) und der Wellenzugaufnahme (WF). Am linken Rand in Spur 2 sind die teufenrichtigen Rohrverbindungen markiert. Für diese Auswertung wurde der Bereich des Bond Index besser als 80 % punktiert markiert. Teufenmaßstab 1 : 200.

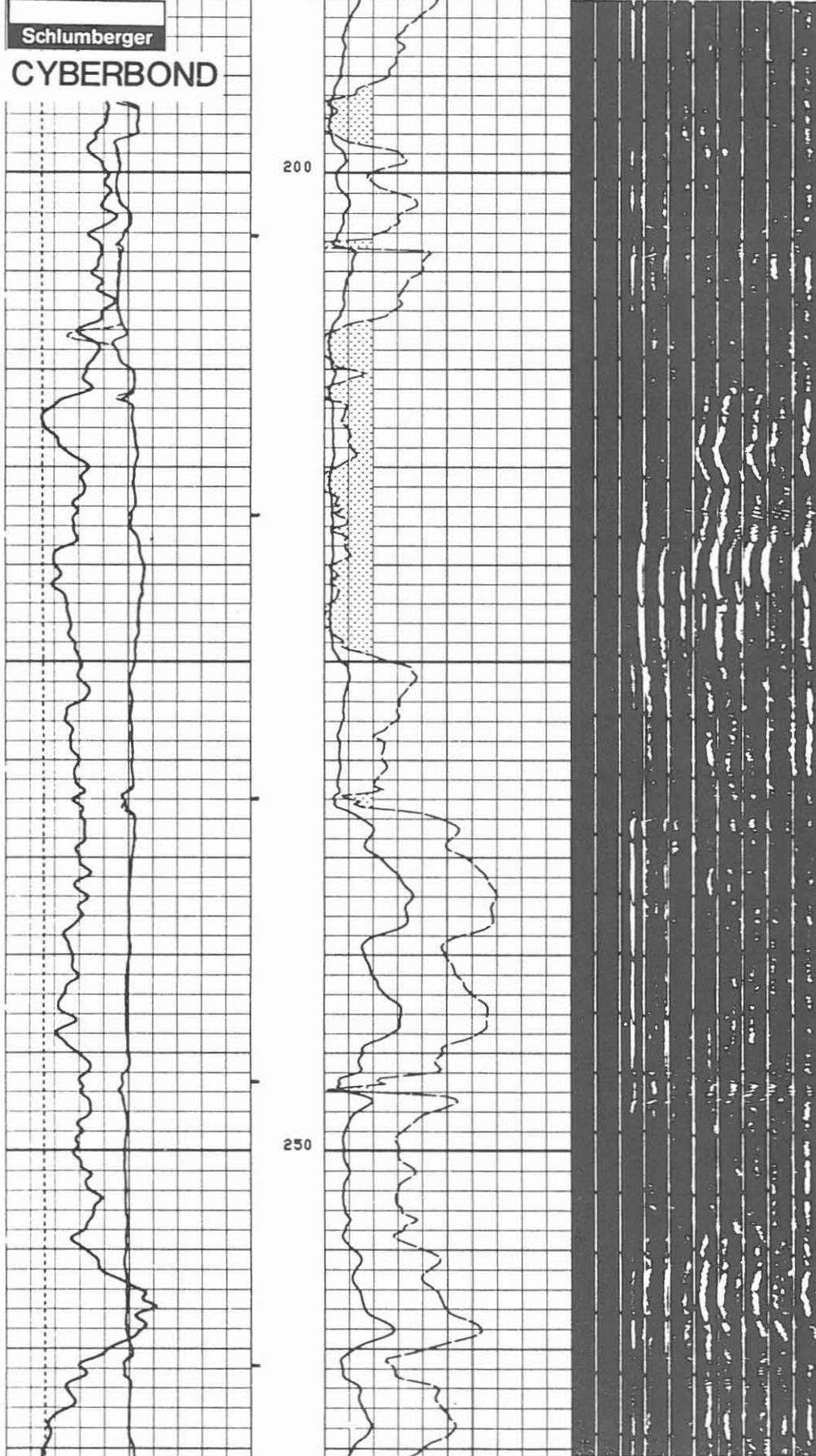
**Hinweise zum Auswerteprogramm:**

Das Programm berechnet entsprechend dem Verhältnis keine Dämpfung der Schallamplitude zur größtmöglichen Dämpfung, den Bond Index bei gleichbleibender Verrohrungsgröße, Rohrgewicht und vorgegebener Druckfestigkeit des Zementes. Eine Bewertung der Güte der Zementation ist damit gegeben. Datenrate: 15 cm

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
BI	Bond Index	(%)	Abbindungsindex	%
CBL	Cement Bond Log	(MV)	Cement Bond Log	Millivolt
SLTT	Sliding Transit Time	(US)	Variable Laufzeit	µs
TT	Transit Time	(US)	Laufzeit	µs
VDL	Variable Density Log	(US)	Variable Density Log	µs
WF	Waveform	(US)	Wellenzugdarstellung	µs

SLIT<US>				Abbildung 5.42	
400.00	200.00				
TT <US>					
400.00	200.00				
TENS<LR>		PI		VDL <US>	
0.0	5000.0	1.0000	0.0	200.00	1200.0
GR <GAPI>		CBL <MV>		HF <US>	
0.0	150.00	0.0	50.000	200.00	1200.0



CET (acoustic caliper) (Cement Evaluation Tool, akustisches Kaliber)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A4	12.11.87	VB -74	5,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Meßausschnitt 195,0 - 265,0 m, Abb. 5.43.

**Meßziel:**

Der Innendurchmesser der Verrohrung wird akustisch gemessen.

**Durchführung:**

Als Nebenprodukt des Cement Evaluation Logs fällt eine akustische Messung des Durchmessers der 8 5/8"-Verrohrung an, die im Playback aufgezeichnet worden ist. Der Film gibt in Spur 1 die Neigung der Bohrung (DEVI), maximalen (IRMX) und minimalen Innenradius (IRMN), ein Maß für die Ovalisierung oder Exzentrizität, Anzeige für nicht teufenkorrigierte Rohrverbindungen (CCLU) und die Referenz der Gerätelage (RB) an. In Spuren 3 und 4 werden 4 Kaliberkurven, die sich aus je 2 Radiusmessungen zusammensetzen, gegenläufig wiedergegeben. Dadurch ergibt sich eine um jeweils 45° versetzte Messung des akustischen Kalibers. Die Präsentation von zwei Durchmessern erfolgt wie bei der Vierarm-Kalibermessung, um 90° versetzt. Die punktierte Fläche ist der Rohrinhalt.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 12,5 m/min.

**Technische Anmerkungen:**

Während der CET-Messung wird kontinuierlich die Laufzeit der Spülung mitgemessen. Dadurch kann die gemessene Laufzeit für die Verrohrung immer um den Spülungswert korrigiert werden. Eine genaue Messung der 8 Radian ist damit gegeben. Unterschiede in den gemessenen Zeiten können als Ovalisierung oder exzentrische Geräteführung gedeutet werden.

Datenrate: 15 cm.

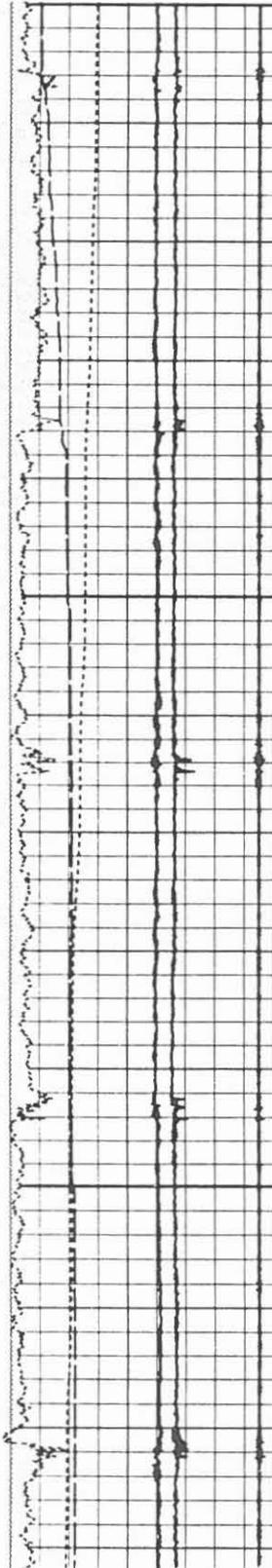
**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
CALI 1-4	Caliper 1 - 4 (MM)	Durchmesser 1 - 4 mm
CCLU	Uncorrected Casing Collar Locator	nicht teufengerichtete Anzeige der Rohrmuffen
DEVI	Deviation (DEG)	Neigung Grad
IRMN	Internal Radius Minimum (MM)	Innenradius Minimum mm
IRMX	Internal Radius Maximum (MM)	Innenradius Maximum mm

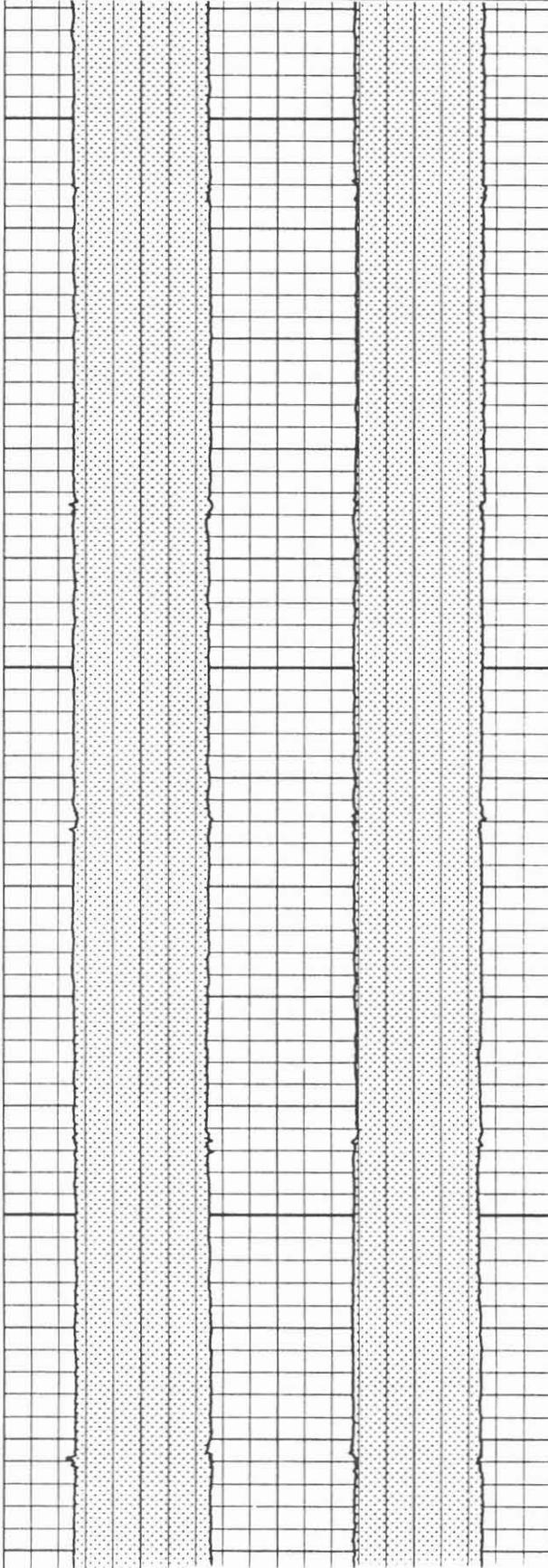
DEVI<DEG >				Abbildung 5.43	
0.0	5.0000				
IRMX<MM >					
85.000	110.00				
IRMN<MM >					
85.000	110.00				
DVAL<MM >					
0.0	10.000				
CCLU		CAL3<MM >		CAL2<MM >	
- .9500	.05000	165.00	215.00	215.00	165.00
RB <DEG >		CAL1<MM >		CAL4<MM >	
0.0	360.00	215.00	165.00	165.00	215.00

Schlumberger

CET-acoustic caliper



250



**PHASOR PROCESSING** (Schultereffektkorrektur und X-Signalberechnung des Dual Induction Logs)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Diepholz

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A5	11.12.87	VB -35	27,4 - 477,0 m

**Beispiel:**

Auswertungsausschnitt 192,0 - 266,0 m, Abb. 5.44.

**Ziel der Auswertung:**

Korrektur der Induction Log Signale (Leitfähigkeitsmessungen) für Schulter-(shoulder) und Skin Effekt. Die gemessene Leitfähigkeit und die daraus als Widerstände dargestellten Werte werden dadurch verbessert.

**Durchführung:**

Das "Phasor Processing" Programm ist als CSU Software geschrieben. Diese Software war zur Messung nicht an der Lokation zur Verfügung. Die Berechnung wurde in der Station in Diepholz nachvollzogen.

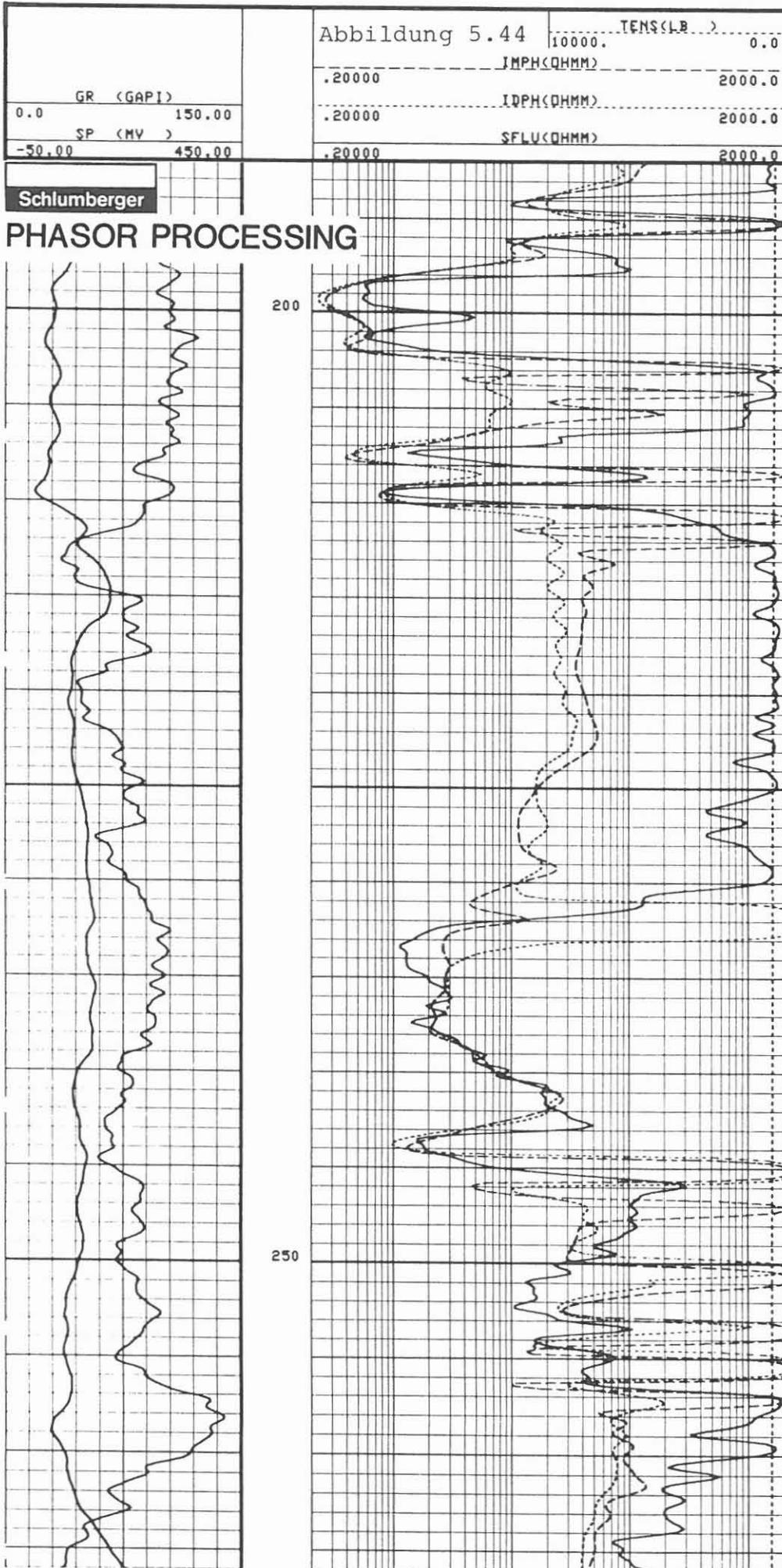
In Spur 1 ist das GR und das Eigenpotential SP wiedergegeben. In den Spuren 3 und 4 sind die Leitfähigkeiten als Widerstände aufgezeichnet: Phasor Induction "deep" IDPH, Phasor Induction "medium" IMPH und Spherical Focused Log SFLU. Zusätzlich ist in Spur 4 das Gewicht am Kabel TENS registriert. Die Auswirkung der Korrektur zeigt der Vergleich mit Abbildung 5.6.

**Programminweise:**

Die Schultereffektkorrektur wird mit einem "high accuracy finite impulse response inverse deconvolution filter" berechnet. Der Skin-Effekt wird mit Hilfe des "induction quadrature signals" oder "X-signals" korrigiert. Für die Berechnung wurde ein Bohrlochdurchmesser von 10 5/8" vorgegeben. Diese Vorgabe kann auch durch eine Kalibermessung ersetzt werden, wodurch das Ergebnis sich in der ausgebrochenen Zonen noch weiter verbessern läßt. Die Funktionstüchtigkeit des Korrekturprogrammes wird durch die "Fahnen" am Filmanfang (478,0 m) in Spur 2 (Teufenspur) angezeigt: schwarzer Balken - SFLU, horizontale Schraffur - ILM und geneigte Schraffur - ILD.

**Abkürzungen:**

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
IDPH	Phasor Induction Log "deep" (OHM M)	Phasor Leitfähigkeitsmessung "tief" als Widerstand gegeben Ohm m
IMPH	Phasor Induction Log "medium" (OHM M)	Phasor Leitfähigkeitsmessung "mittel" als Widerstand gegeben Ohm m
SFLU	Spherical Focused Log (OHM M)	Sphärische fokussierte Messung Ohm m



**BOL** (Break-out Orientation Log)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A6	27.10.87	VB-37	25,0 - 475,0 m

**Beispiel:**

Auswertung von 25,0 - 475,0 m Abb. 5.45.

**Ziel der Auswertung:**

Bestimmung der Richtung von Bohrlochrandausbrüchen. Daraus kann ein Hinweis auf das existierende Spannungsfeld abgeleitet werden.

**Durchführung:**

Die orientiert gemessene Vierarm-Kalibermessung des Dipmeters (SHDT) oder Borehole Geometry Tools (BGT) wird für die Auswertung verwendet. In kontinuierlicher Form wird durch Differenzbildung zwischen Kaliber 1 - 3 und 2 - 4 die Ovalisierung des Bohrlochquerschnittes und aus dem Azimut und der Position der Referenzelektrode 1 die Richtung der langen Achse bestimmt. Für die Darstellung in der Häufigkeitsrosette werden die ermittelten Richtungswerte in Sequenzen von 10° zusammengefaßt und ihrer Häufigkeit entsprechend aufgetragen. Daraus ist die bevorzugte Richtung sofort ablesbar. Die für diesen Abschnitt der Bohrung gefundene Ausbruchrichtung beträgt 175 - 355°.

**Programminweise:** -

**Abkürzungen:** -

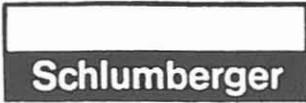
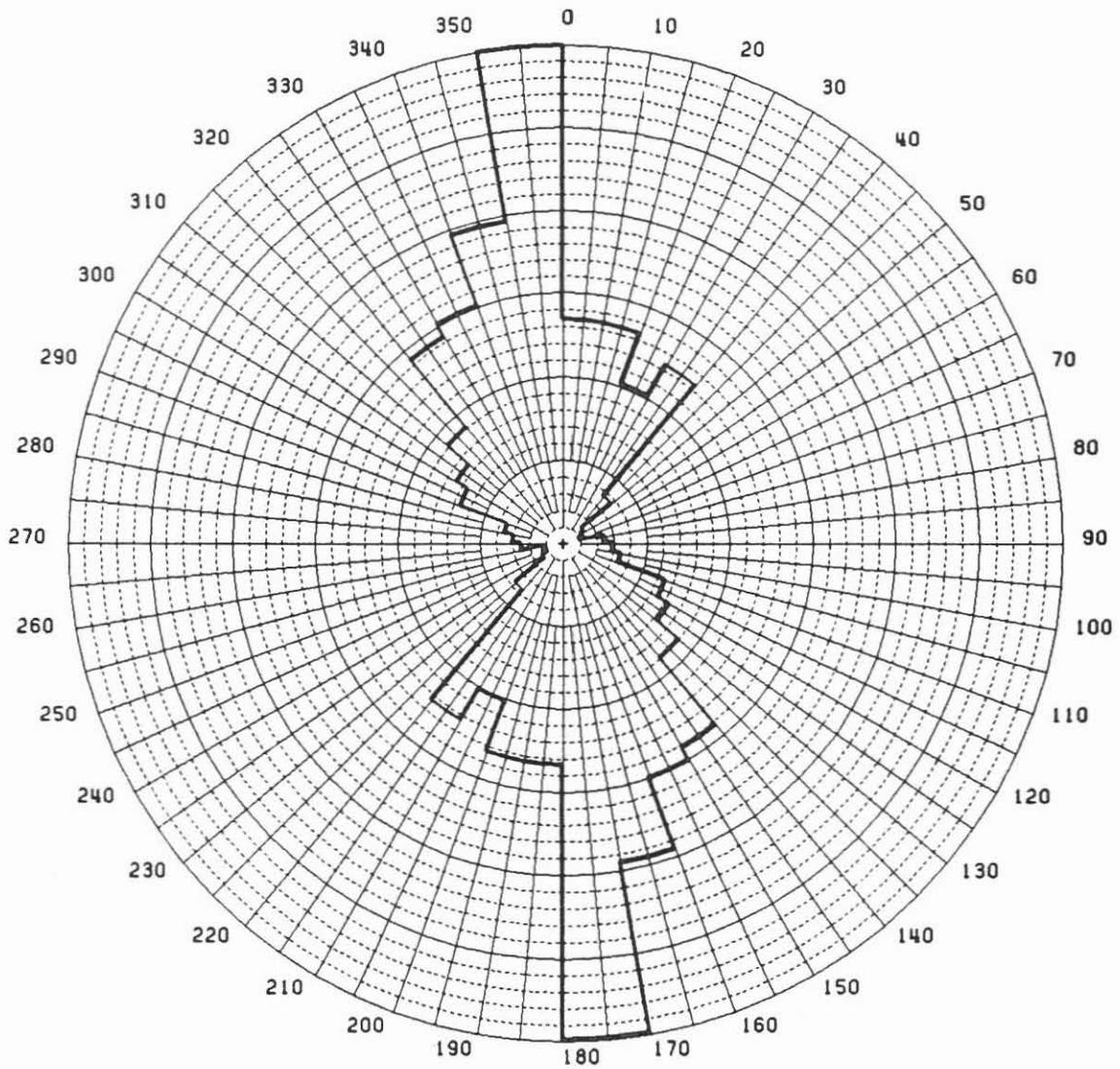


Abbildung 5.45



AZIMUTH FREQUENCY PLOT OF HOLE OVALITY ORIENTATION  
ZONE FROM 25 M TO 475 M  
FREQUENCY SCALE FROM CENTER TO EDGE 9 %

**MSD/CSB** ("Mean Square Dip" und "Continuous Side by Side" Dipmeter  
Auswertung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A7	27.10.87	VB-37	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Auswertung von 27,4 - 345,0 m, Abb. 5.46.

**Ziel der Auswertung:**

Bestimmung des Einfallens und Streichens der durchbohrten Gebirgsformationen, Richtung und Neigung des Bohrlochverlaufs sowie Ermittlung von Störungsbereichen, Klüften, Kluftsystemen und deren Orientierung.

**Durchführung:**

Im Rechenzentrum der Service-Firma wurden die auf Band gespeicherten Daten mit den beiden Auswerteprogrammen MSD und CSB hintereinander bearbeitet. Das MSD-Programm gibt, durch das große Korrelationsintervall bedingt, das strukturelle Einfallen und Streichen wieder, wohingegen mit dem CSB-Programm Feinstrukturen gefunden werden können. Die Darstellung erfolgt in 4 Spuren. Spur 1 gibt die Teufe, durch die offenen Kreise die Neigung und durch den langen Strich die Richtung der Bohrung wieder. Der kurze Strich am Kreis zeigt die Lage der Referenzelektrode 1 an. Die am äußeren linken Rand sichtbaren kleinen Dreiecke stellen Markierungen für die Abschnitte dar, in denen die Resultate für die Häufigkeitsrosette der Dipresultate zusammengefaßt sind (meist 50 m oder entsprechend einer gewünschten Vorgabe). In Spur 2 ist GR, Kaliber 1 - 3, 2 - 4 und eine unkalibrierte, rekonstruierte Widerstandskurve wiedergegeben. Die Spur 3 zeigt die Dipmeterresultate an. MSD in vollen und offenen Dreiecken mit Richtungsstrich und CSB als kleine volle und offene Kreise mit Richtungsangabe. Außerdem sind auf der rechten Seite bei 60 Grad die Häufigkeitsrosetten für MSD und bei 75 Grad die für CSB dargestellt. Für beide Programme gelten dieselben Qualitätskriterien: voll = gute, sichere Meßresultate; offen = schlechte, unsichere Dipmeterresultate. In Spur 4 sind die 8 Widerstandsspuren in einer logarithmischen Skala wiedergegeben, die als Basis für die Dipberechnung verwendet wurden.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000.

**Programmhinweise:**

Für diese Auswertung wurden die SHDT-Daten verwendet.

MSD: Korrelationsintervall 1,0 m, Schrittdistanz 0,5 m,

CSB: Korrelationsintervall 0,3 m, Schrittdistanz 0,15 m,

Suchwinkel für beide Programme: 1 x 80°.

Die Resultate beider Programme wurden verbunden (merged) und gemeinsam graphisch dargestellt. Die listenmäßige Ausgabe der Daten ist getrennt.

Die Listen liegen vor.

**Abkürzungen:** -

Schlumberger

MSD/CSB

DEPTH

DIP ANGLE AND DIRECTION

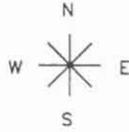
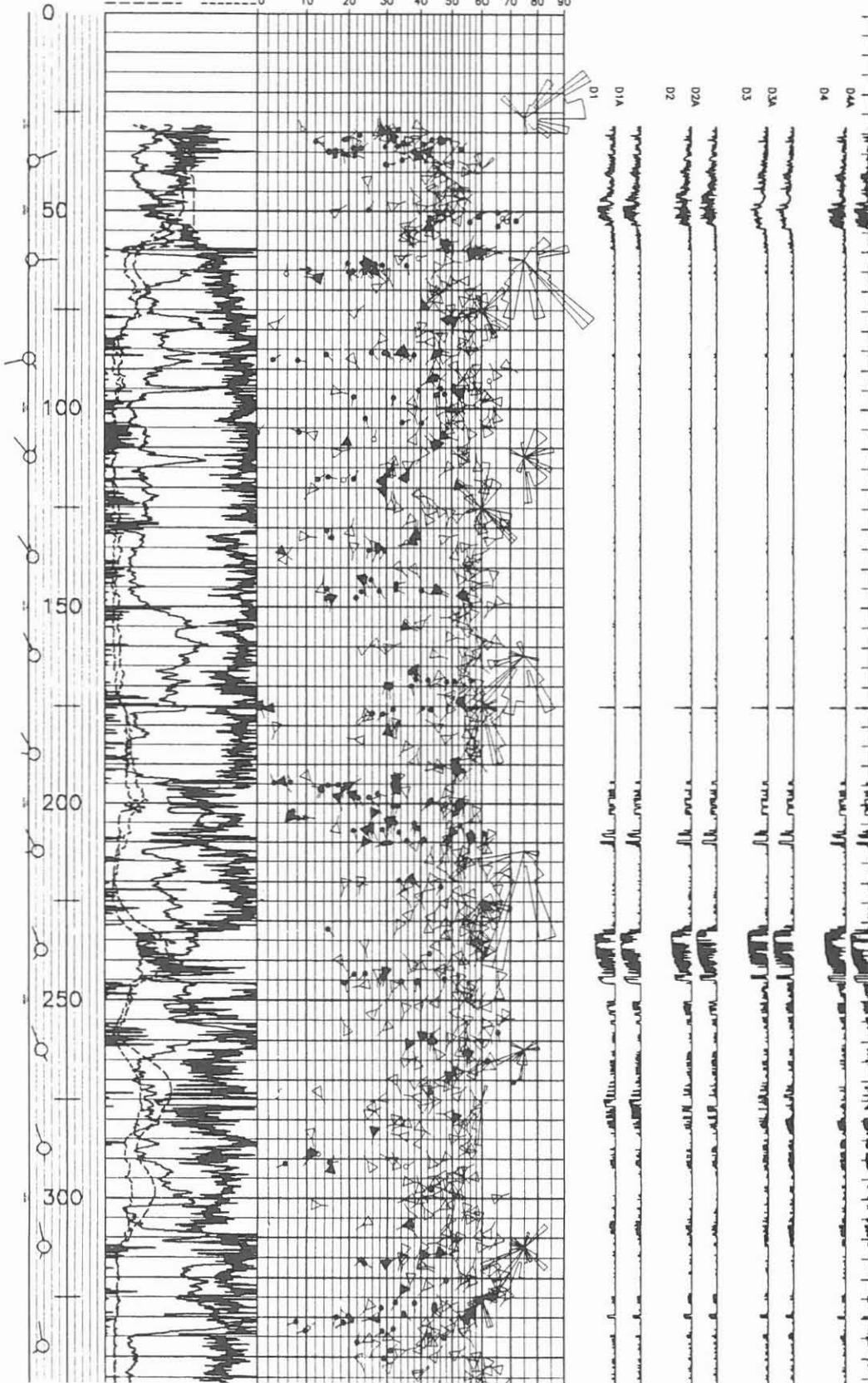
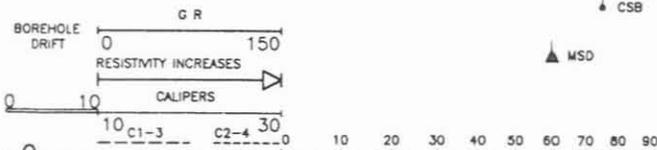


Abbildung 5.46

FAST CHANNELS  
 CORRECTED FOR EMEX  
 NO FILTER  
 DECIMATION FACTOR 4  
 LOGARTHMIC PRESENTATION  
 DATA FROM -128.59 TO 1395.69  
 SCALE FROM 0.00 TO 10000.00



**FMST/MSD/CSB** (Formation MicroScanner Tool/Mean Square Dip/Continuous Side by Side Dipmeter Auswertung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A8	27.10.87	VB-37	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Auswertung von 431,0 - 445,0 m, Abb. 5.47.

**Ziel der Auswertung:**

Ermittlung von Klüften, Kluftzonen, Störungsbereichen, Gefügeveränderungen, Texturwechsel, Streichen und Einfallen der durchbohrten Formationen.

**Durchführung:**

Die mit dem Formation MicroScanner registrierten 2 x 27 Widerstandsspurprofile wurden im Rechenzentrum der Service-Firma teufenkorrigiert und als Widerstandsprofile bzw. "Images" dargestellt. Die "Images" sind in Graustufen wiedergegeben, wobei dunkel (schwarz) gute und hell (weiß) schlechte Leitfähigkeiten des Gebirges bedeutet. Die Profildarstellung zeigt Ausschläge für gute Leitfähigkeit nach links. Gleichzeitig wird mit dem FMST der Stratigraphic High Resolution Dipmeter (SHDT) registriert und ausgewertet. Diese Auswertung wird auch getrennt präsentiert. Sie ist für diese Darstellung mit einer Datenreduktion um Faktor 2 belegt (MSD/CSB).

Die Darstellung erfolgt in 4 Spuren. Spur 1 gibt die Neigung und Orientierung der Bohrung und die Lage der Referenzelektrode 1, außerdem am linken Rand die Intervallbegrenzung für die Häufigkeitsrosette an. In Spur 2 sind das GR, die beiden Kaliberkurven 1 - 3 und 2 - 4 sowie eine rekonstruierte, nicht kalibrierte Widerstandskurve dargestellt. Die Spur 3 zeigt die MSD- und CSB-Dipmeter-Resultate und die Spur 4 die Widerstandsprofile der Elektrodenträger 3 und 4 sowie die daraus erzeugten "Images". Die FMST-Resultate sind ohne Orientierung wiedergegeben.

Teufenmaßstab 1 : 40.

**Programminweise:**

Die Widerstandskontrastverstärkung arbeitet nach einer sogenannten Fenster-technik. Hier wurde ein Fenster von 2,0 m gewählt. Innerhalb dieser Länge werden Maximum und Minimum der gemessenen Widerstände gleich 100 bzw. 0 Prozent gesetzt, um die "Images" und die Profildarstellung zu erzeugen. Die Parameter für die SHDT-Auswertung:

MSD: Korrelationsintervall 1,0 m, Schrittdistanz 0,5 m,

CSB: Korrelationsintervall 0,3 m, Schrittdistanz 0,15 m,

Suchwinkel für beide Programme: 1 x 80°.

Resultatreduktionsfaktor: 2.

**Abkürzungen:** -

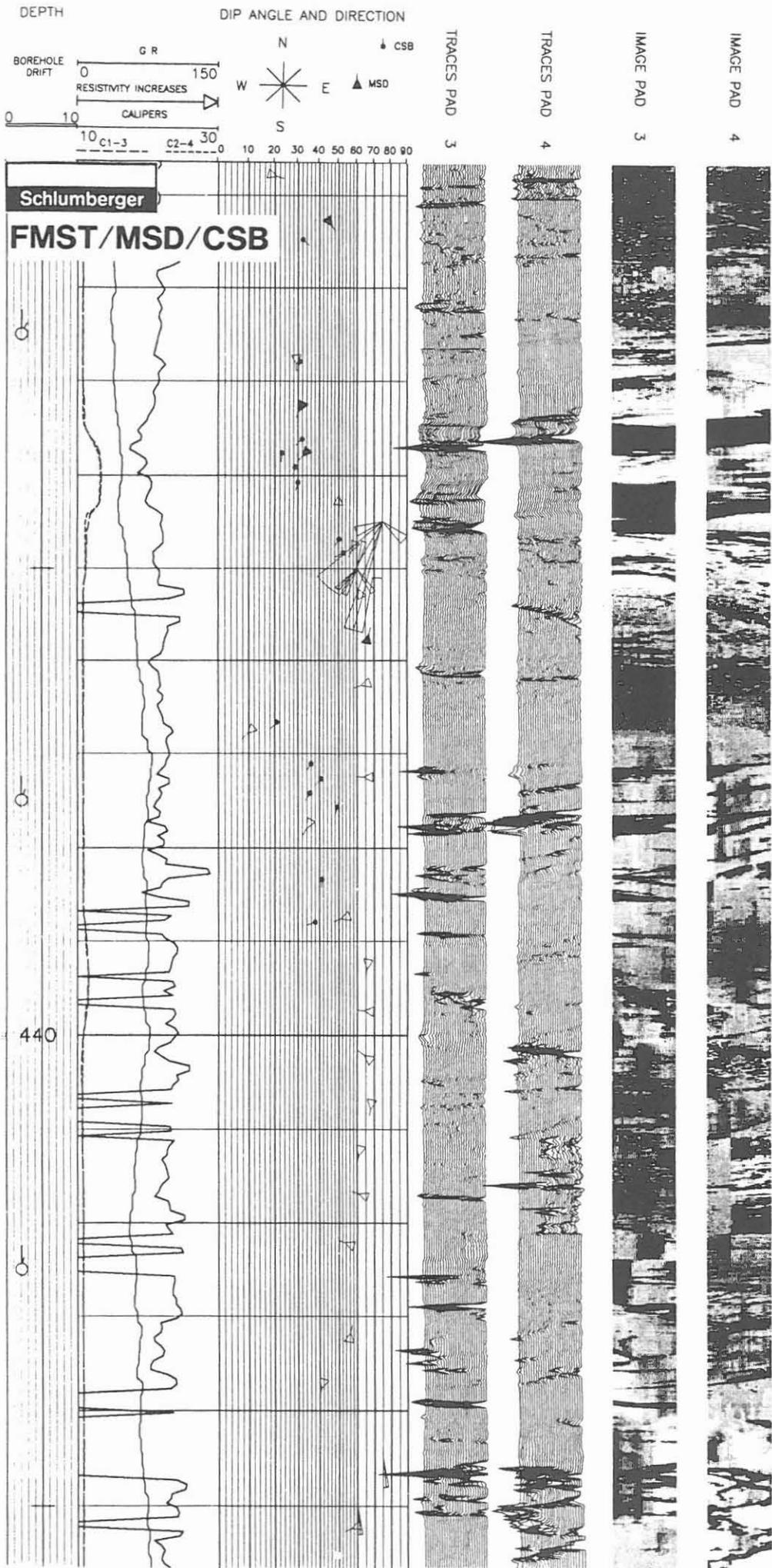


Abbildung 5.47

**FMST (orient.)** (Formation MicroScanner Tool - orientiert aufgezeichnet)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Auswerte- Datum</u>	<u>Messung Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB-A9	27.10.87	VB-37	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Auswertung von 431,0 - 446,0 m, Abb. 5.48.

**Ziel der Auswertung:**

Ermittlung von Klüften, Kluftsystemen, Störungsbereichen, Gefügeveränderungen, Texturwechsel, Streichen und Einfallen der durchbohrten Formationen.

**Durchführung:**

Die bei der Formation MicroScanner-Auswertung erzeugten "Images" werden entsprechend der gemessenen magnetischen Orientierung wiedergegeben. Damit wird ein Vergleich dieser Daten mit den Informationen, die mit dem BHTV gewonnen wurden, erleichtert. Die Darstellung erfolgt in der Form, daß beide um 90 Grad versetzten "Images" entsprechend ihrer Orientierung im Raum gegen Teufe aufgezeichnet werden. Für einen Bohrlochdurchmesser von 10 5/8" entspricht die Breite eines "Images" einem Segment von 28° des Umfanges. Damit können ca. 16 % des Umfanges gemessen werden.  
Teufenmaßstab 1 : 40.

**Programminweise:**

Siehe Seite 136

**Abkürzungen: -**

PAD AZIMUTH

Abbildung 5.48

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360

Schlumberger  
FMST-(orient.)

435

440

445



**BHTV/GRL** (Borehole Televiwer/Gammastrahlenmessung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-A10	09.12.87	VB -43	60,0 - 478,0 m

**Beispiel:**

Auswerteausschnitt 137,0 - 148,0 m, Abb. 5.49.

**Ziel der Auswertung:**

Überarbeitung der im Feld gewonnenen Daten, um durch Signalverstärkung und Filterung Resultatverbesserungen zu erreichen.

**Durchführung:**

Im Rechenzentrum wurden die nicht teufenrichtig aufgezeichneten Daten korrigiert, das GR durch Mittelwertbildung von statistischen Schwankungen befreit und die Amplitude sowie die Laufzeit des Borehole Televiwer Signales verstärkt und gefiltert. Dadurch konnte eine wesentliche Resultatverbesserung erreicht werden.

Die optische Darstellung zeigt ein GR, eine doppelte Abspielung der Amplitude und eine einfache der Laufzeit mit Angabe der Skalierung für Amplitude und Laufzeit.

Maßstab 1 : 40.

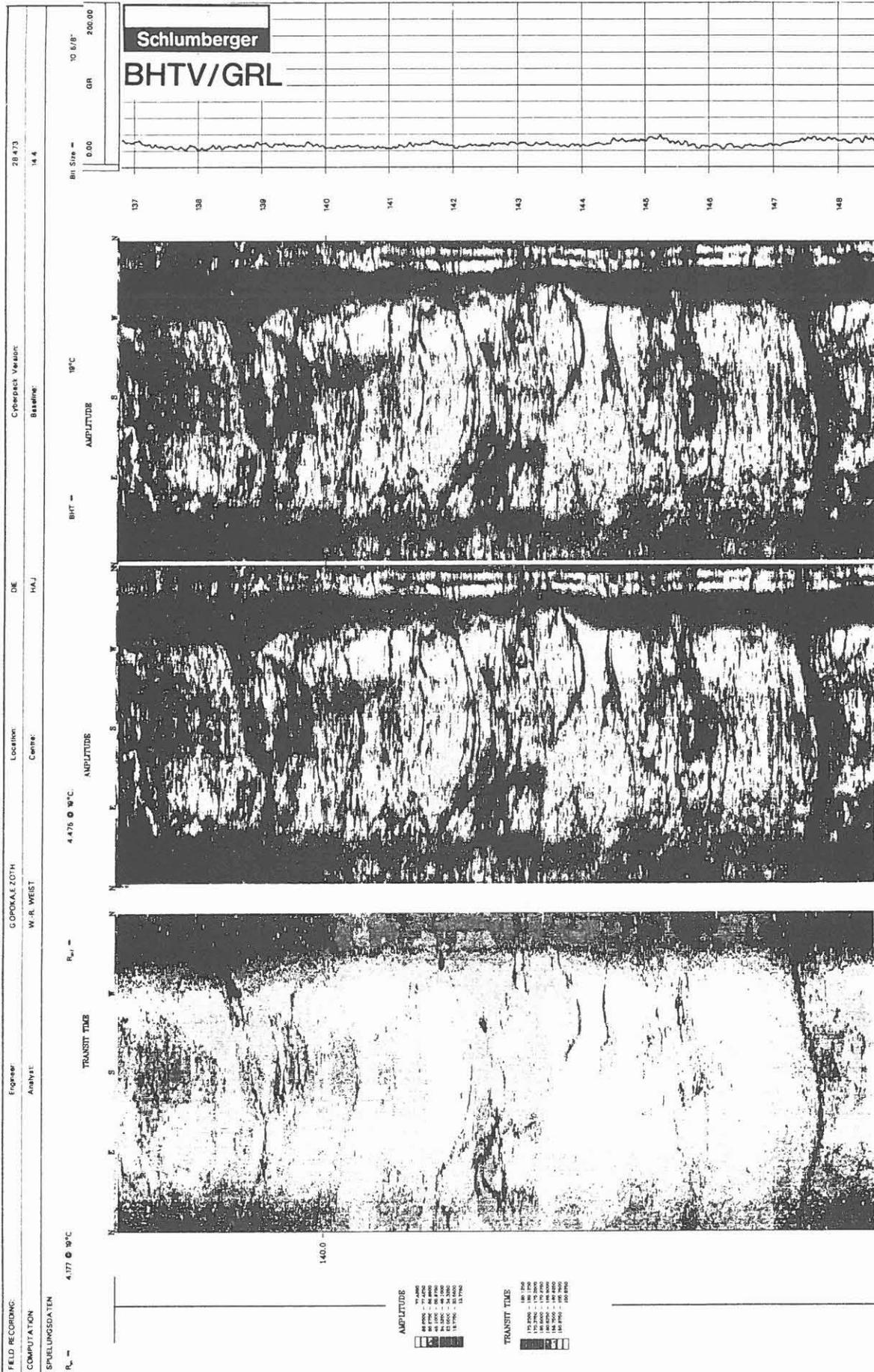
**Programminweise:**

Das Programm ist flexibel, um entsprechend den Änderungen im Bohrlochkaliber Signalverstärkungen und Filterungen durchzuführen. Zonen unterschiedlicher Intensität sind markiert. Das Intervall von 60,0 - 478,0 m wurde auf 6 Plots von ca. 70 m Länge aufgeteilt und im 22" (560,6 cm)-Format ausgeliefert.

Auf eine Wiedergabe des akustischen Kalibers wurde für diese Darstellung verzichtet, könnte jedoch als zusätzliches Diagramm ausgedruckt werden. Außerdem könnten in bestimmten Teufen Horizontalschnitte geplottet werden, um z. B. die Ovalisierung der Bohrung aufzuzeigen.

**Abkürzungen:** -

Abbildung 5.49



**STC PROCESSING** (Slowness Time Coherence Berechnung)

**Ausführender:** Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

Lfd. Nr.	Auswerte- Datum	Messung Nr.	Intervall
VB-All	09.12.87	VB-39	27,4 - 478,0 m

**Beispiel:**

Der Auswertungsausschnitt ist als Test zu verstehen. Es wurde noch keine Teufenkorrektur durchgeführt. 150,0 - 200,0 m, Abb. 5.50.

**Ziel der Auswertung:**

Durch Analyse des registrierten akustischen Wellenzuges Bestimmung der Kompressions-, Scher- und Stoneleywellen-Laufzeit.

**Durchführung:**

Die mit dem Sonic Digital Tool (SDT) vom 8 Empfänger System (Array) aufgezeichneten akustischen Wellenzüge wurden im Rechenzentrum analysiert und über eine "Coherence Function" verglichen. Das Resultat dieses Vergleiches ist die Zuordnung bestimmter Abschnitte eines Wellenzuges zu Zeiten, die den Laufzeiten von Kompressions-, Scher- und Stoneleywellen entsprechen.

Das Beispiel zeigt von oben das GR zur Teufenkontrolle, das registrierte Variable Density Log (VDL) in einer Zeitskala von 500 - 4300  $\mu$ s, das Resultat der Coherence Function-Berechnung als Konturdiagramm und unten die kontinuierlich berechneten Laufzeiten der Kompressions- und Scherwelle. Da die Scherwellenlaufzeit nicht in allen Teufenpunkten berechenbar ist, interpoliert das Programm entsprechend dem ermittelten Verhältnis (punktierte Bereiche). Geplottet wurde die "slowness" in  $\mu$ s/ft, die gleichbedeutend ist mit der früher gemessenen Laufzeit. Dieser Test wurde vorerst nur für die Bestimmung der Scherwellen-Slowness durchgeführt.

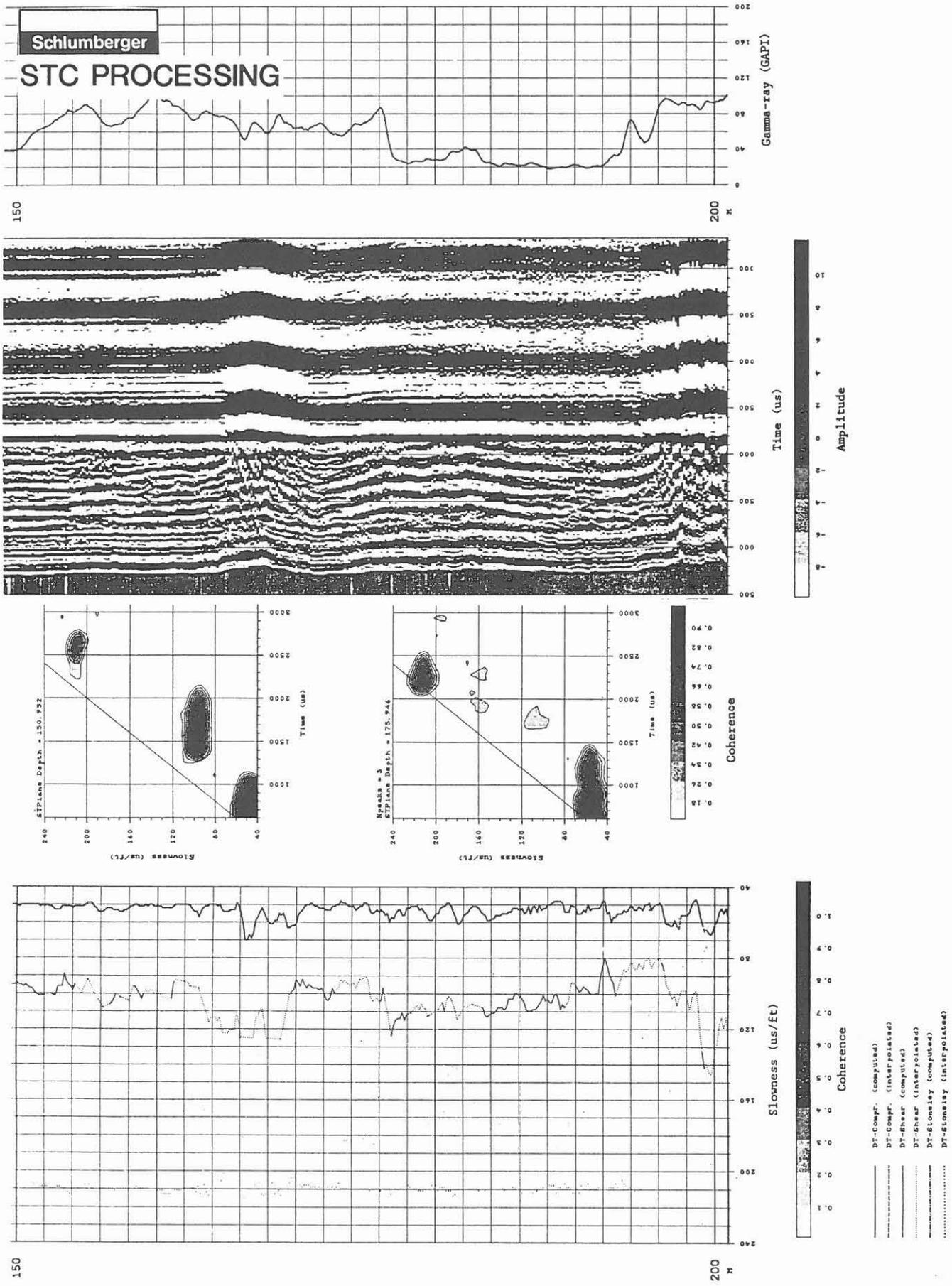
Teufenmaßstab 1 : 200.

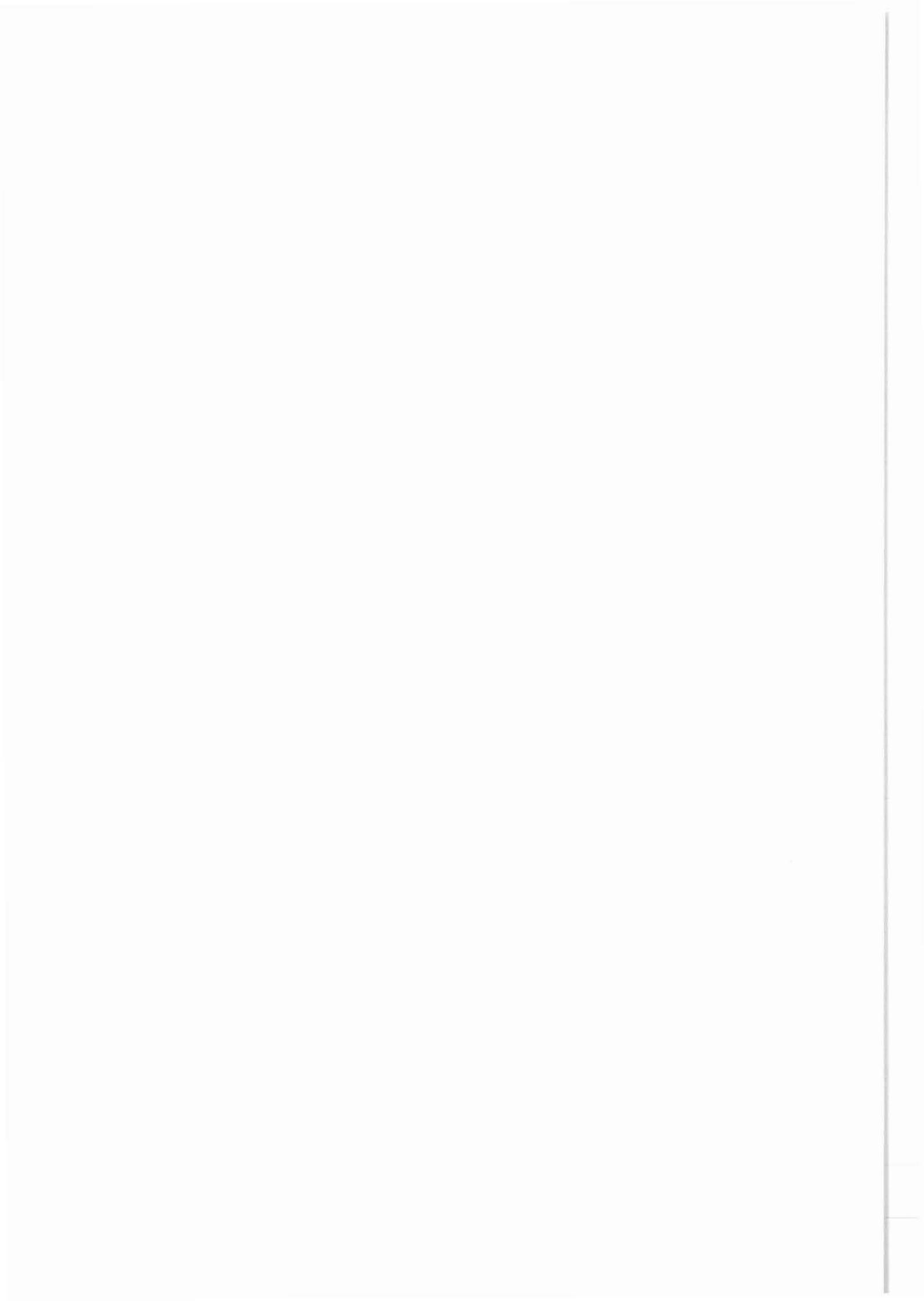
**Programminweise:**

Das Programm verwendet einen digitalen Ähnlichkeitsvergleichsalgorithmus, um die empfangenen Signale aller 8 Empfänger zu identifizieren, auszurichten und die Geschwindigkeiten der kohärenten Eigenschaften der Wellenzüge zu ermitteln. Dies geschieht durch die überlappende, schrittweise Bewegung eines Zeitfensters entlang der Wellenzugregistrierungen. Über eine "Coherence Function", die für jeden Schritt ermittelt wird, wird die Ähnlichkeit innerhalb des Fensters überprüft. Ein guter Kohärenzwert wird erreicht, wenn die Zeit des bewegten Fensters der gemessenen Zeit des empfangenen Signals entspricht und die Ähnlichkeit des Wellenzugabschnittes innerhalb des Fensters groß ist. Damit kann eine sorgfältige Analyse des gesamten Wellenzuges nach bestimmten, charakteristischen "Komponenten" erfolgen. Entsprechend den Maxima des Konturdiagramms wird die "Slowness" der einzelnen Komponenten bestimmt.

**Abkürzungen:** -

Abbildung 5.50





## 6 Hydraulische Teste



## 6 Geohydraulische Teste

Die Begründung zur Bedeutung und Notwendigkeit der geohydraulischen Teste ist im KTB-Report 87-3 ausführlich beschrieben. Das hieraus resultierende Testprogramm für die Bohrung KTB-Oberpfalz VB kann der Tab. 6.1 entnommen werden. Neun Drill Stem Teste (DST) sind bis zur Teufe von 3 000 m vorgesehen. Daraus wurde für die ersten 478,5 m ein DST abgeleitet und eingeplant.

Der DST ist nach Möglichkeit in einem Teufenbereich anzusetzen, der mit einiger Sicherheit Porenfluide erwarten läßt. Für die Auswahl von Zuflußzonen standen zum Zeitpunkt der Festlegung dieser Zonen am 31.10.1987 die ersten Bohrlochmeßergebnisse der Arbeitsgruppe Bohrlochgeophysik sowie die ersten Untersuchungsergebnisse von Bohrkernen des Feldlabors zur Verfügung.

Aus Zeitgründen konnte nur eine qualitative ad hoc-Auswertung der Bohrlochmeßergebnisse vorgenommen werden, wobei folgende Log-Aufzeichnungen mit den nachstehenden Begründungen herangezogen wurden:

- **Temperaturlog (TEMP)**. Unmittelbar nach Einstellung der Spülungszirkulation ist das Temperaturfeld am stärksten gestört. Es folgt die Reequilibrierungsphase, in der sich die Störungen zurückbilden. Permeable Zonen, Störungszonen etc., die während des Bohrvorganges Spülungsflüssigkeit und damit in verstärktem Maße Wärme (Kälte) aufgenommen haben, bilden sich langsamer zurück. Dies wird durch die Abb. 5.3 bestätigt; vergl. hierzu auch Abb. 7.19 im KTB-Report 87-3.
- **Induzierte Polarisation (IP)**. Entsprechend den F- und E-Vorhaben DFG 15 (KTB-Report 87-3) läßt die Methode der Indu-

Tabelle 6.1: Geohydraulisches Test-Programm

Anzahl Messungen	Detail-Ziel	Testdauer Testinterv.	Parameter	Ausführung	Auswertung	
<b>Phase 1: Während des Abtaufens der Bohrung</b>						
9	Drill Stem Tests, DST	repräs. Fluidge- winnung,	je < 24 h	Chemismus, Isotopen	Firma, KTB	x)
		erste Inform. zur Geohydraulik Druckspiegelhöhen	5 - 10 m	p, k, s	Firma	Firma, ITE (Pusch)
5	Repeat Format. Tests, RFT	Erprobung einer repräs. Anwend., Fluidentnahme, erste Inform. zur Geohydraulik	je < 1 h	Chemismus, Isotopen (k)	Firma	x) Firma, ITE (Pusch)
	Fluidsampling nach Bedarf	Fluidgewinnung		Chemismus, Isotopen	KTB	x)
<b>Phase 2: Nach Fertigstellung der Bohrung</b>						
<b>A - Thermische Flowmetermessungen, TF</b>						
4 - 6	Intervall-Teste über größere Bohrloch-Abschnitte mittels TF (Auffüllteste)	Aufsuchen von per- meablen Zonen, Klassif. nach Fluid- aufnahme-fähigkeit Orient.-Hilfe für Einzelmessungen	3 - 4 d (?) 50 - 500 m	T, $\Delta T$ ,	Firma	NLFB (Schulz)
					KTB	
<b>B - Druck-Teste</b>						
20	Kurzzeit-Gestänge- teste in Kluffzonen	Klufftransporteigen- schaften, Kluff- speichereigenschaften, sofern möglich, Fluidgewinnung	je < 8 h > 3 m	k, p, s P, S Chem., Isotopen	Firma	Firma ITE (Pusch) *)
3 - 5	Langzeit-Gestänge- teste in Kluffzonen (Injektionsteste) sofern möglich druckabhängig	Erfassung von Kluff- systemen, Transp. + Speicher-Eigensch., Kluffgeometrie	je 4 d 3 - 30 (100) m	k, $T_D$ , p, s P, S k = f(p), w, l	BGR (Jung) (Firma)	BGR (Jung)
10	Matrix-Teste in mögl. klufffreiem Gebirge (Injek- tionsteste)	Matrixpermeabilität Transp. + Speicher- Eigensch.	je ca. 24 h > 1 m	k, p, s P, S	Firma	Firma ITE (Pusch) TM (Zimmermann)
	Fluidsampling nach Bedarf	Änderungen im Chemismus Hinweise auf Fluid- bewegungen		Chemismus	KTB	x)

x) = Fluidabnehmer

zierten Polarisation an der Grenze von impermeablen Gesteinen (z. B. Kristallin) zu gering permeablen Gesteinen (z. B. Zuflußzonen) eine Ladungsverschiebung und damit ein Meßsignal erwarten. Diese Annahme wurde durch die Meßergebnisse bestätigt.

- **Spontaneous Potential (SP)**. Das SP liefert in der Kohlenwasserstoff-Exploration ausgezeichnete Hinweise beim Übergang von tonigen Ablagerungen (impermeabel) zum Reservoir (permeabel). Die verallgemeinernde Annahme, "Übergang: impermeabel/permeabel" ließ somit auch im Bereich der Zuflußzonen der KTB-Oberpfalz VB entsprechende Meßsignale erwarten. Dies wurde ebenfalls durch die Meßergebnisse bestätigt.
- **Dual Laterolog (DLL), Dual Induction Log (DIL)**. Es ist bekannt, daß eine wassergefüllte permeable Zone i. a. niedrigere elektrische Widerstände aufweist als ein impermeables Gestein. Sofern die in die permeable Zone eindringende Spülungsflüssigkeit einen anderen Widerstand als die originäre Porenflüssigkeit aufweist, zeigen das LL-deep (LLD) und das LL-shallow (LLS) außerdem unterschiedliche Widerstände an. Der niedrigere Gesamtwiderstand zeigte sich bei allen Zonen, die bereits mittels TEMP, IP und SP lokalisiert wurden. Die zusätzlichen Informationen von unterschiedlichen Widerständen innerhalb einer permeablen Zone (Invasionszone) konnten im Bereich von 230,0 - 255,0 m deutlich nachgewiesen werden.
- **Akustischer Borehole Televiewer (BHTV)**. Der BHTV zeigt u.a. die Klüftigkeit des Gebirges an, wobei jedoch nicht zwischen offenen und geschlossenen Klüften unterschieden werden kann. In allen lokalisierten Zonen konnte Klüftigkeit nachgewiesen werden. Die Zone von 230,0 - 255,0 m ist stark ausgebrochen und brachte daher keine verwertbare Aussage durch BHTV.

Die ermittelten testwürdigen Zonen wurden gemeinsam mit Vertretern des Feldlabors diskutiert. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse lieferte folgende Zonen, wobei die Priorität mit 1., 2. bzw. 3. angegeben worden ist:

Bohrlochgeophysik (m)	Geologie (m)	Feldlabor	Geochemie (m)
40 - 60	40 - 50		38 - 43 ( 110)
190 - 210			
230 - 255 (1.)	228 - 237	(3.)	
(270 - 310)			
348 - 351			
362 - 365 (2.)	352 - 364		
381 - 385 (3.)	381 - 382 (387)	(1.)	
	(396 - 397)		
(444 - 447)	493 - (478)	(2.)	

Die Zone in 40 - 60 m Tiefe wurde von allen Beteiligten als die für eine Fluidgewinnung am besten geeignete angesehen. Wegen der geringen Tiefe, der großen Auskesselung und der Gefahr, lediglich Oberflächenwasser zu gewinnen, blieb diese Zone bei den weiteren Betrachtungen unberücksichtigt.

Die technischen Vorbereitungen für die Tests erfolgten in enger Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsgruppen Bohrlochgeophysik und Bohrtechnik der Projektleitung sowie der Beraterfirma PREUSSAG AG und der Firma Baker Production Technology/Lynes. Die Baker Production Technology erhielt den Auftrag zur Durchführung des DST. Der Test erfolgte in der Zeit vom 05. - 07.11.1987 mit der in Abb. 6.1 dargestellten Test-Garnitur.

Zunächst wurde die Zone zwischen 220,0 bis 257,0 m getestet (DST 1). Das Hauptziel, Porenflüssigkeit zu gewinnen, konnte aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht erreicht werden.

# INFLATABLE DRILL STEM TEST (DST) ASSEMBLY FOR KTB



O D	I D	
IN	IN.	
6.125	2.875	5' DP W/ 4 1/2" IF
6.125	2.375	REVERSE CIRCULATING SHP PUMP OUT W/ 4 1/2" IF
4.750	2.375	X-OVER 4 1/2" IF X 3 1/2" FH X-OVER 3 1/2" FH X 3 1/2" IF
5.00	2.00	DRILL PIPE SAFETY VALVE
4.750	2.250	X-OVER 3 1/2" IF X 3 1/2" FH
6.000	2.750	X-OVER 3 1/2" FH X 4" IF
6.250	2.8125	DRILL COLLAR 3 STUECK
6.00	2.375	X-OVER 4" IF X 3-1/2" FH
5.00	2.250	SAMPLER CHAMBER HOUSING (INLET)
5.00	NO I.D.	HYDRAULIC SHUT-IN VALVE
5.00	NO I.D.	POSITIVE CONTROL SAMPLER
4.75	2.00	HYDRAULIC JAR
4.75	2.50	SAFETY JOINT
4.37	1.00	DOWNHOLE INFLATION PUMP
5.00	1.00	
5.11	1.00	
5.00	1.00	
5.00	1.00	
5.00	1.00	MODEL "B" SCREEN
5.625	1.00	
9.50	1.00	TOP PACKER SECTION
5.625	1.00	PORTED COMBINATION SUB WITH TEST PORTS
5.50		
5.00	1.25	OUTSIDE RECORDER CARRIER
5.00	2.25	D. P. SPACING
6.125	2.375	X-OVER 3 1/2" FH X 4" IF
6.250	2.8125	DC 6 1/4"
6.250	2.8125	DC 6 1/4"
6.125	2.375	X-OVER 4" IF X 3 1/2" FH
5.00	1.00	
9.500	1.00	BOTTOM PACKER SECTION
4.625	1.00	
		PERFORATED SPACER
5.00	2.50	DRAG SPRING DEVICE



Das Fluid-Einlaß-Ventil wurde sofort nach dem Öffnen verstopft, wodurch die Formation einem kurzzeitigen Druckpuls ausgesetzt wurde; vergl. hierzu die Druckaufbaukurve in Abb. 6.2. Danach erfolgte eine Druckaufbauphase. Da es sich hier um eine kurze versuchte Fluidentnahme handelte, ist es möglich, diesen Testverlauf als Puls-Withdrawal-Test zu betrachten und entsprechend zu analysieren. Die Ergebnisse sind in Tab. 6.2 dargestellt.

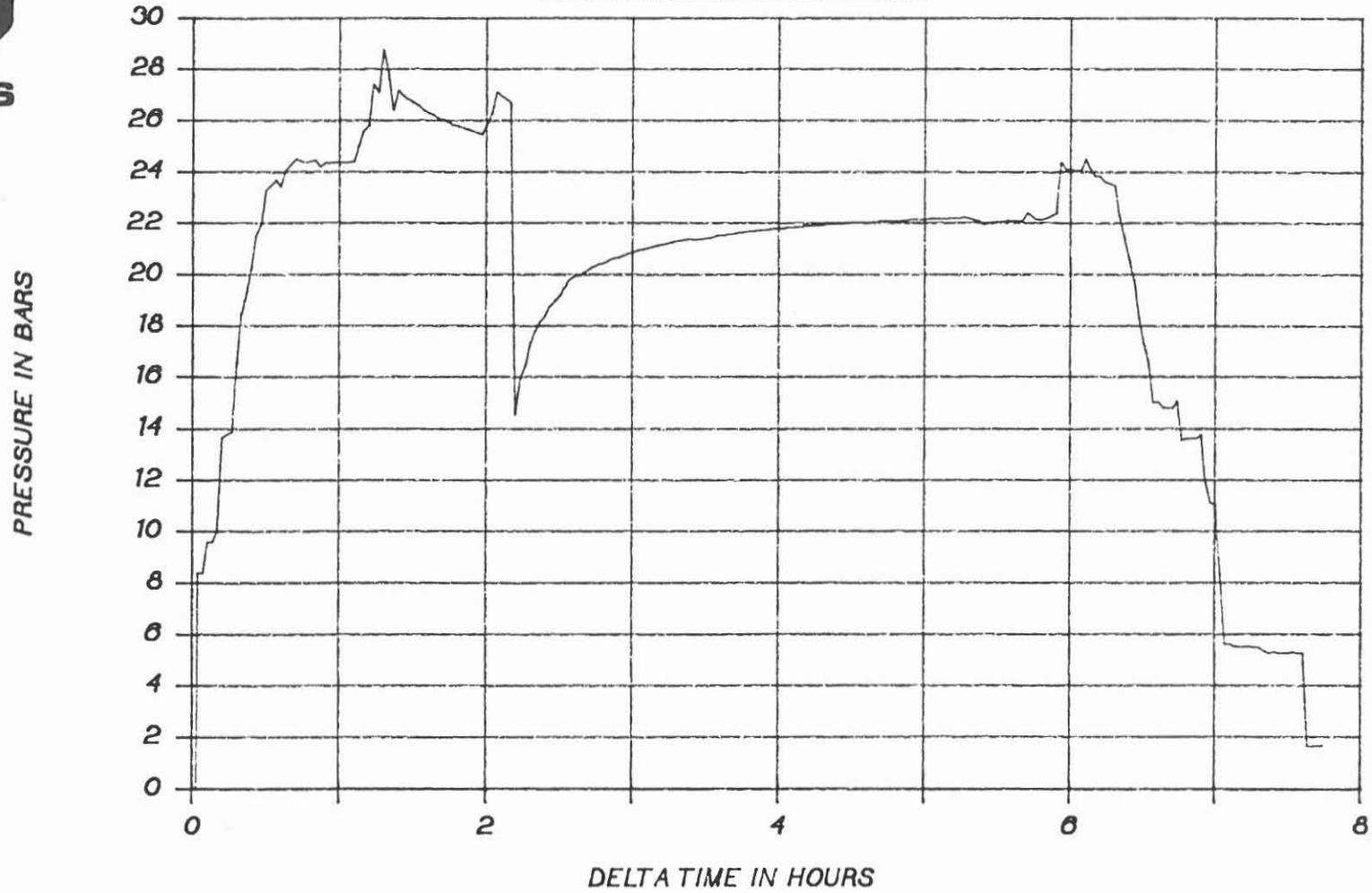
Ein weiterer Test wurde für den Teufenbereich 347,8 - 365,0 m angesetzt (DST 2). Er blieb erfolglos. Als Ursache der technischen Schwierigkeiten stellte sich später sowohl für DST 1 als auch für DST 2 die verwendete und bisher nirgendwo erprobte Spülflüssigkeit heraus. Im Ruhezustand ist die Spülung dick wie ein Gel und trägt Cuttings jeder Größe. Erst bei Bewegung der Spülung verhält sich diese wie Wasser. In dem abgepackerten Bereich befand sich in den Auskesselungen Gel mit Cuttings, die bei Druckentlastung der DST-Garnitur die Siebe innerhalb der DST-Garnitur verstopften.

Zur Verfügung stehen ein technischer Ablaufbericht für DST 1 und DST 2; ein Bericht, in dem die Ursachen der technischen Schwierigkeiten erläutert werden. Außerdem steht ein Bericht zur Auswertung von DST 1 zur Verfügung.



# KTB VOHRBOHRUNG DRILLSTEM TEST NR. 1

PERFORMED BY: LYNES CELLE



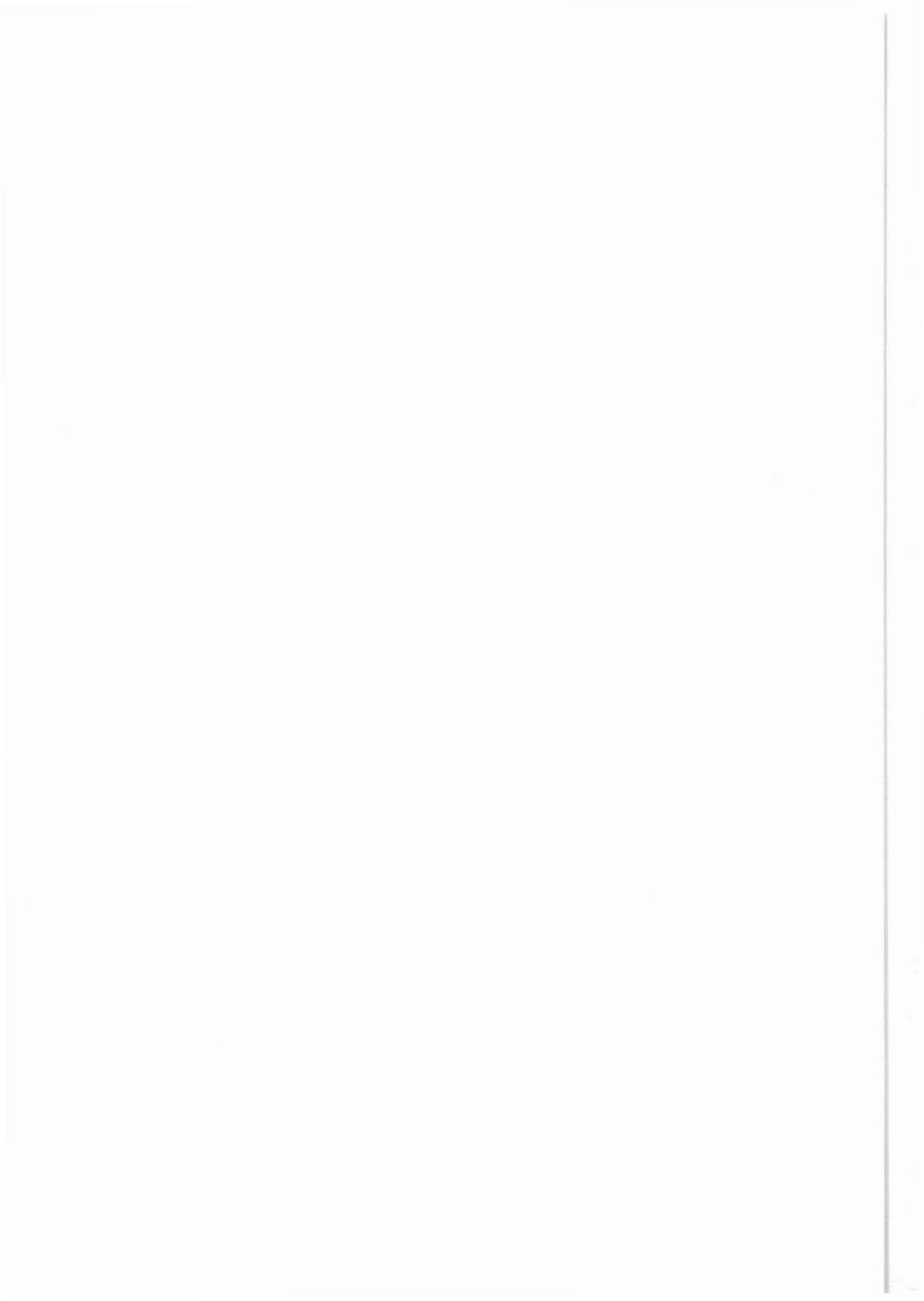
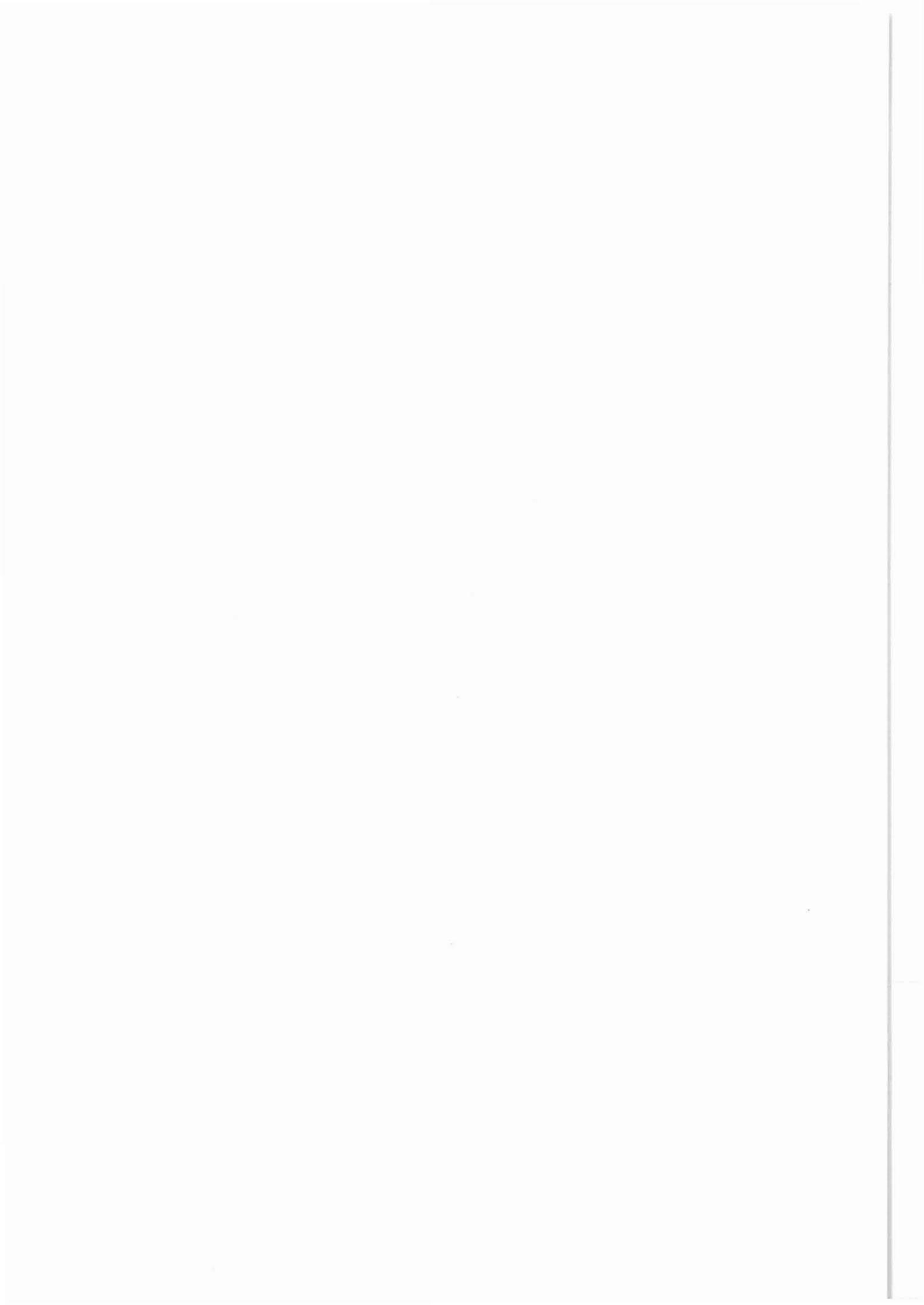
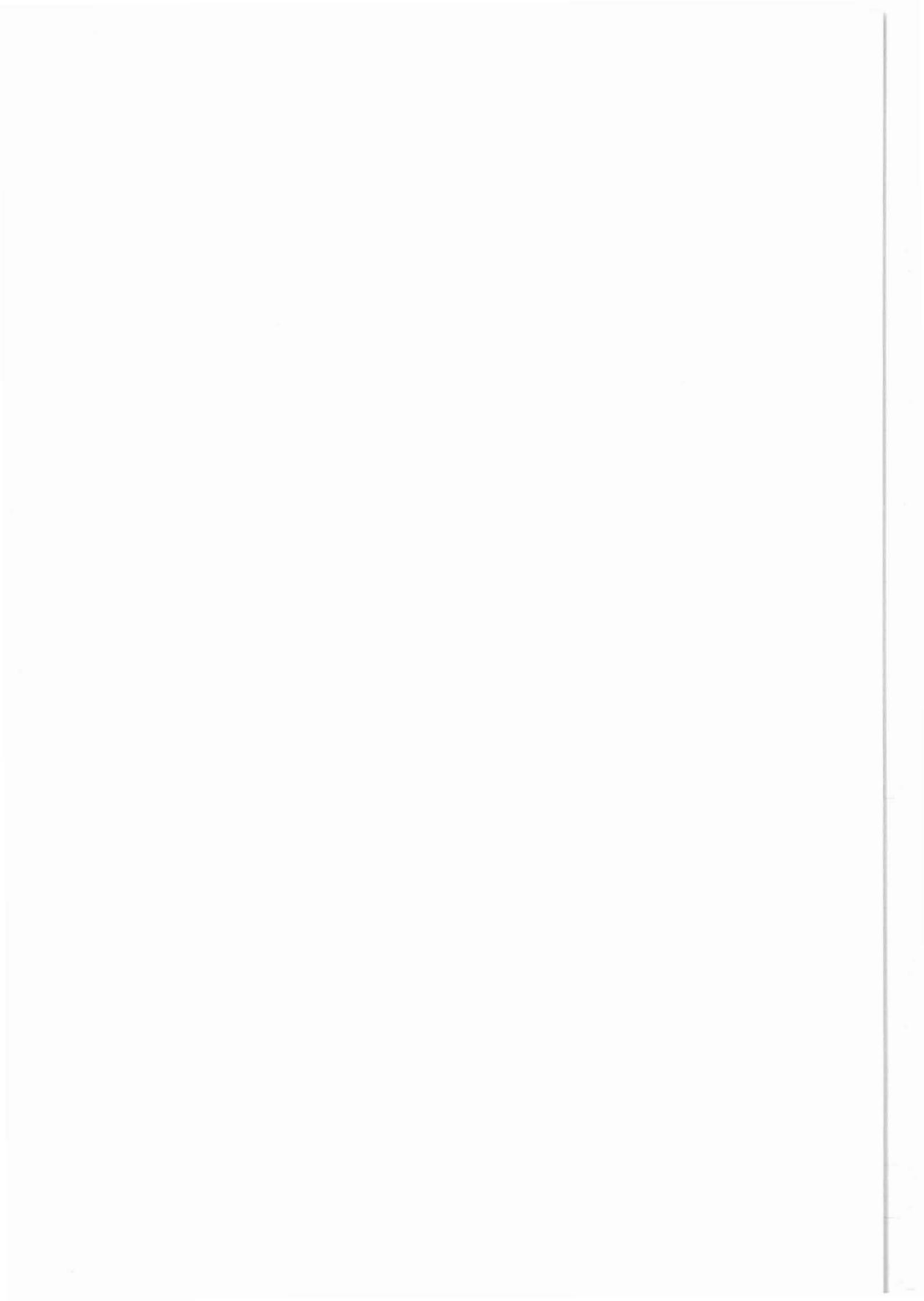


Tabelle 6.2: Auswertergebnisse des Drill Stem Testes DST 1

Permeabilität $k$	$4,5 \cdot 10^{-17} \text{ m}^2$
Abgepackerte Mächtigkeit $h$	37,19 m
Transmissibilität $T_b = kh$	$1,7 \cdot 10^{-15} \text{ m}^3$
Hydraulische Leitfähigkeit, $k_f$ -Faktor $k_f = k \rho g / \mu$	$5,0 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
Transmissivität $T_v = k_f \cdot h$	$1,9 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$
Skin Faktor $s$	-0,5
Dimensionslose Wellbore Storage CD	12,5
Storativität SE	$6,6 \cdot 10^{-6}$
Statischer Formationsdruck $P_i$	22,52 bar



## 7 Anforderung von KTB-Meßdaten



An das  
 Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung  
 –KTB– Projektleitung–  
 z. Hd. Herrn J. Draxler  
 Stilleweg 2  
 3000 Hannover 51

**Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten**

Zur Bearbeitung der gewonnenen Bohrlochmeßdaten  
 bitte(n) ich/wir um Übersendung folgender Daten:

Messung Auswertung Test KTB–Ifd. Nr.	Datum	Intervall		Datenträger					Bemerkungen
		von	bis	Pause, Transp.	Pause, Papier	Band, Floppy	Daten- liste	Bericht, Veröff.	

Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger die Pflicht, der KTB–Projektleitung oder/und dem KTB–Schwerpunkt im Rahmen der ARGEN über den Fortgang der Arbeiten jährlich zu berichten. Erstveröffentlichungen sind für die KTB–Report Reihe vorzusehen.

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

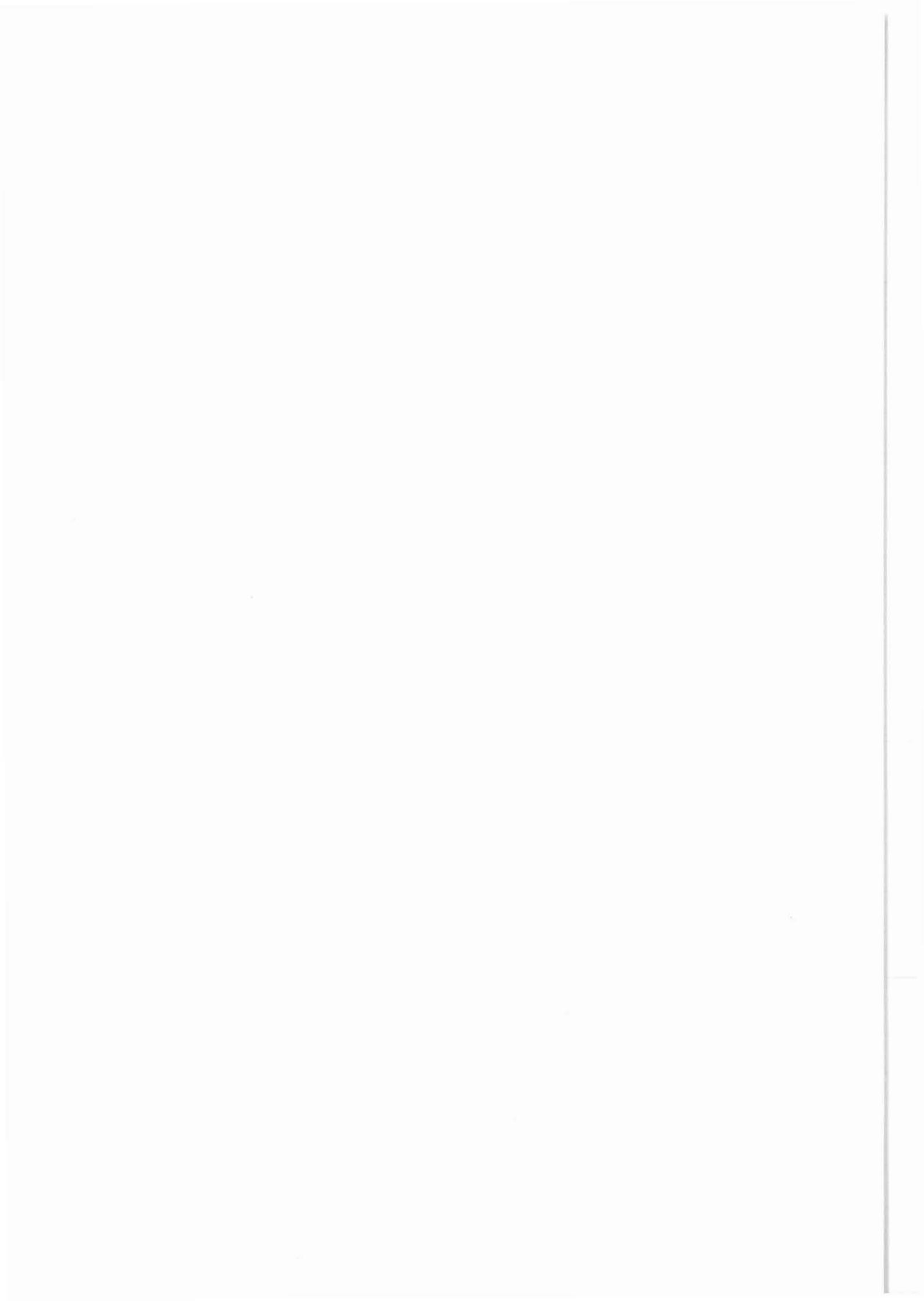
Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

\_\_\_\_\_  
 Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift



An das  
 Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung  
 –KTB– Projektleitung–  
 z. Hd. Herrn J. Draxler  
 Stilleweg 2  
 3000 Hannover 51

**Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten**

Zur Bearbeitung der gewonnenen Bohrlochmeßdaten  
 bitte(n) ich/wir um Übersendung folgender Daten:

Messung Auswertung Test KTB–Ifd. Nr.	Datum	Intervall		Datenträger					Bemerkungen
		von	bis	Pause, Transp.	Pause, Papier	Band, Floppy	Daten– liste	Bericht, Veröff.	

Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger die Pflicht, der KTB–Projektleitung oder/und dem KTB–Schwerpunkt im Rahmen der ARGEN über den Fortgang der Arbeiten jährlich zu berichten. Erstveröffentlichungen sind für die KTB–Report Reihe vorzusehen.

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

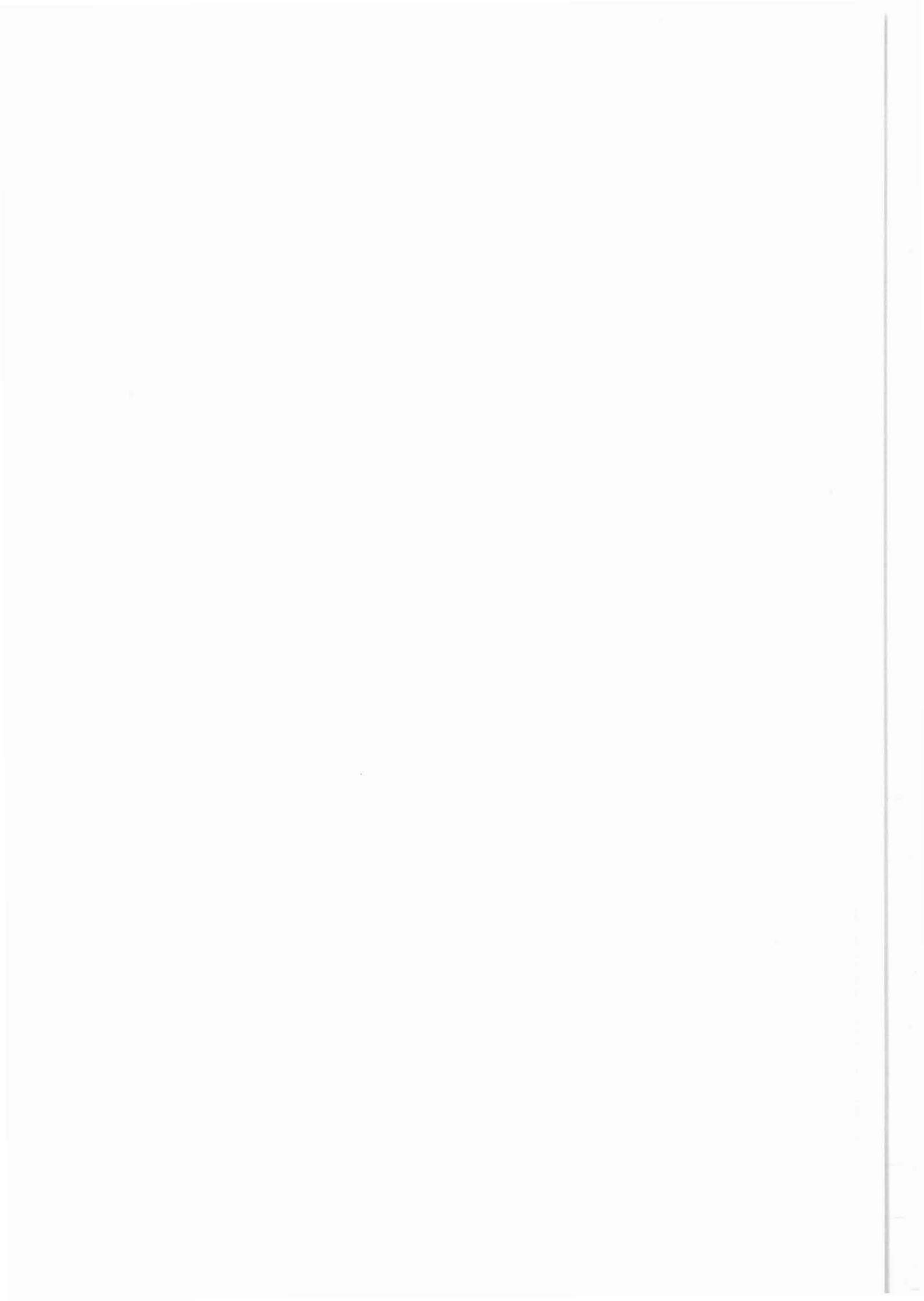
Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

\_\_\_\_\_  
 Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift



An das  
 Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung  
 –KTB– Projektleitung–  
 z. Hd. Herrn J. Draxler  
 Stilleweg 2  
 3000 Hannover 51

**Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten**

Zur Bearbeitung der gewonnenen Bohrlochmeßdaten  
 bitte(n) ich/wir um Übersendung folgender Daten:

Messung Auswertung Test KTB–Ifd. Nr.	Datum	Intervall		Datenträger					Bemerkungen
		von	bis	Pause, Transp.	Pause, Papier	Band, Floppy	Daten– liste	Bericht, Veröff.	

Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger die Pflicht, der KTB–Projektleitung oder/und dem KTB–Schwerpunkt im Rahmen der ARGEN über den Fortgang der Arbeiten jährlich zu berichten. Erstveröffentlichungen sind für die KTB–Report Reihe vorzusehen.

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

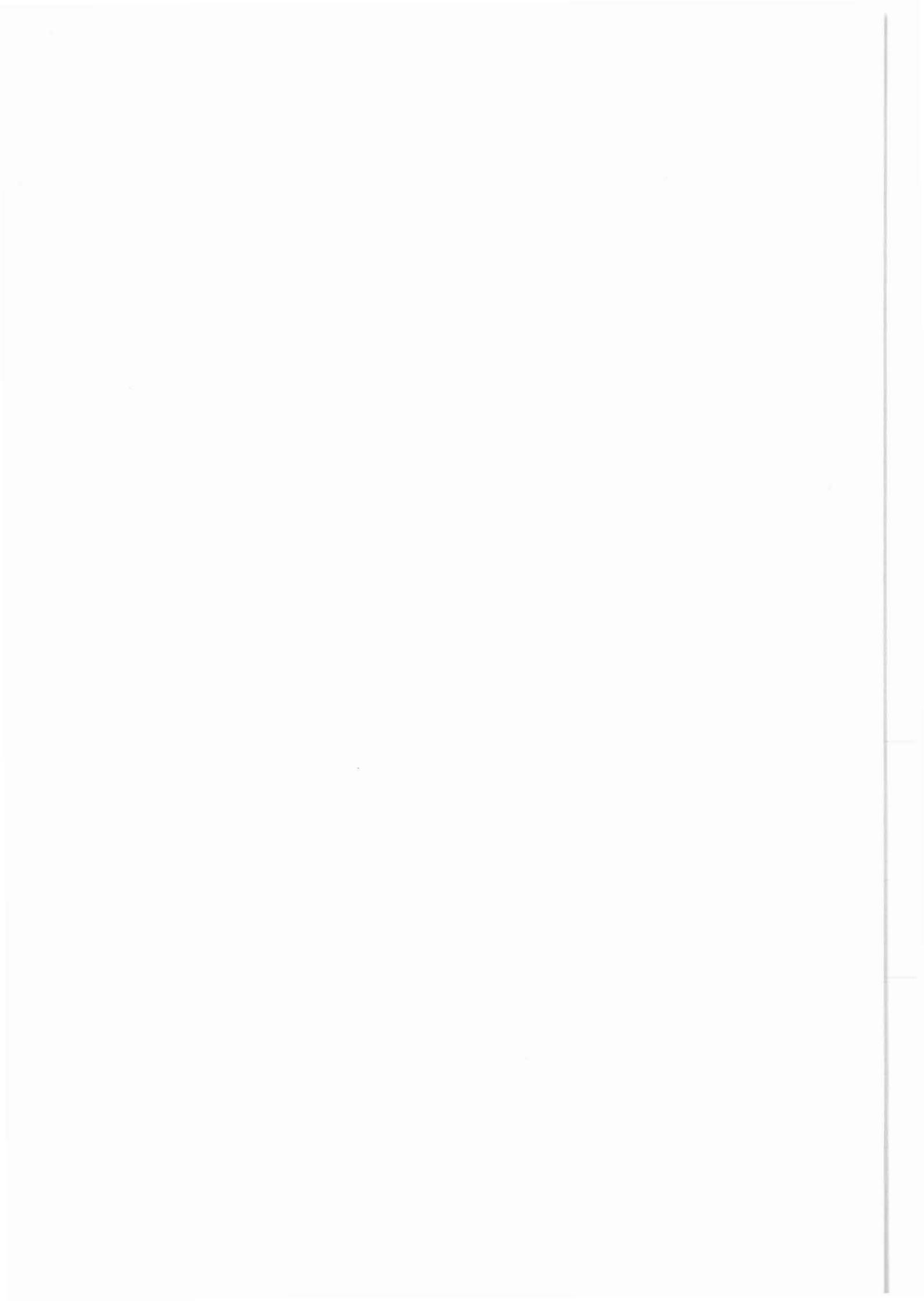
Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

\_\_\_\_\_  
 Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift



An das  
 Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung  
 –KTB– Projektleitung–  
 z. Hd. Herrn J. Draxler  
 Stilleweg 2  
 3000 Hannover 51

**Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten**

Zur Bearbeitung der gewonnenen Bohrlochmeßdaten  
 bitte(n) ich/wir um Übersendung folgender Daten:

Messung Auswertung Test KTB–Ild. Nr.	Datum	Intervall		Datenträger					Bemerkungen
		von	bis	Pause, Transp.	Pause, Papier	Band, Floppy	Daten– liste	Bericht, Veröff.	

Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger die Pflicht, der KTB–Projektleitung oder/und dem KTB–Schwerpunkt im Rahmen der ARGEN über den Fortgang der Arbeiten jährlich zu berichten. Erstveröffentlichungen sind für die KTB–Report Reihe vorzusehen.

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

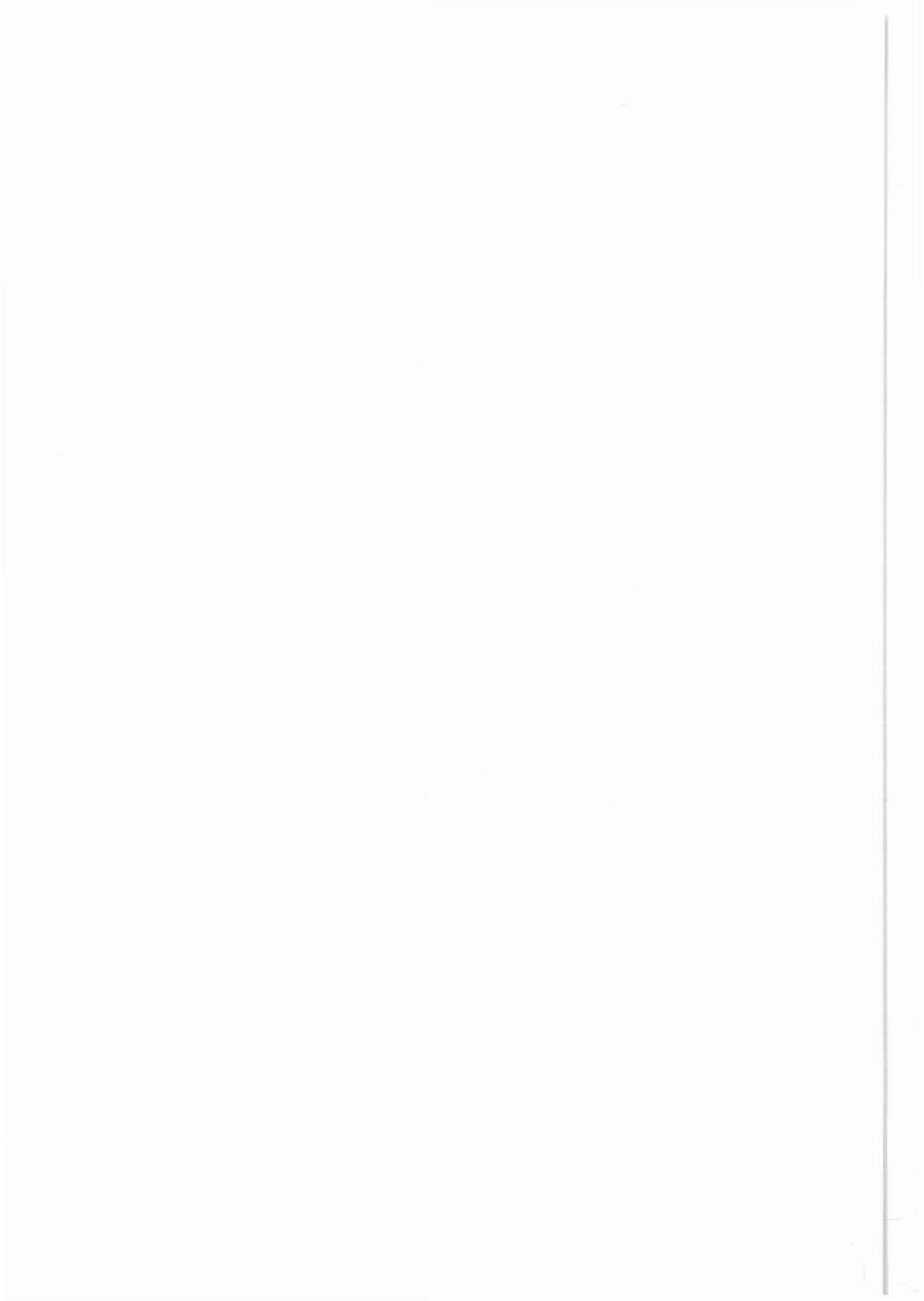
Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

\_\_\_\_\_  
 Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift



An das  
 Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung  
 –KTB– Projektleitung–  
 z. Hd. Herrn J. Draxler  
 Stilleweg 2  
 3000 Hannover 51

**Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten**

Zur Bearbeitung der gewonnenen Bohrlochmeßdaten  
 bitte(n) ich/wir um Übersendung folgender Daten:

Messung Auswertung Test KTB–Ifd. Nr.	Datum	Intervall		Datenträger					Bemerkungen
		von	bis	Pause, Transp.	Pause, Papier	Band, Floppy	Daten- liste	Bericht, Veröff.	

Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger die Pflicht, der KTB–Projektleitung oder/und dem KTB–Schwerpunkt im Rahmen der ARGEN über den Fortgang der Arbeiten jährlich zu berichten. Erstveröffentlichungen sind für die KTB–Report Reihe vorzusehen.

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

\_\_\_\_\_  
 Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift

