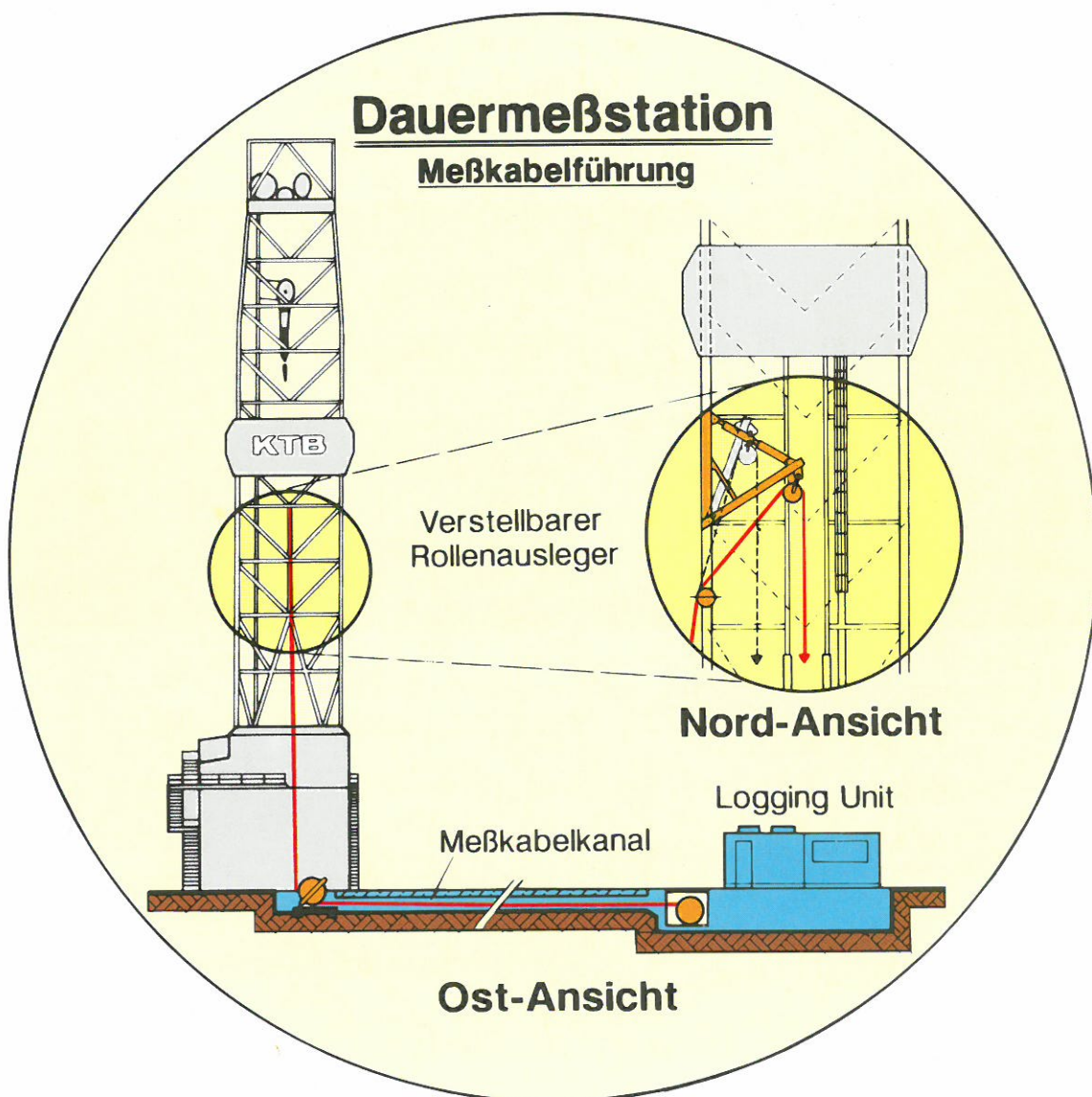


KTB REPORT 91-2

Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 11)

Bohrlochmessungen in der KTB-Oberpfalz HB

– Intervall 0 – 1720,0 m –



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

Redaktion: K. Bram, J. K. Draxler, G. Zoth

Redaktion: Dr. K. Bram
Dipl. Ing. J. K. Draxler
Dipl. Ing. G. Zoth

Druck: Wittmann & Wäsch, 3007 Gehrden

Vertrieb: E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung

Bestellungen unter Angabe der Report-Nr. an:

E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Johannesstr. 3A
D-7000 Stuttgart 1

Titelbild: Darstellung des neuen Konzeptes der Dauermeßstation mit permanentem Verbleib des Bohrlochmeßkabels im Turm der übertiefen Bohrung KTB-Oberpfalz HB

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (Forschungszeichen: RG 9001-0) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

© Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Hannover 1991

Nachdrucke, Vervielfältigungen und Übersetzungen, Verwendung in Funk und Fernsehen, Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und Speicherung in DV-Anlagen sind - auch auszugsweise - genehmigungspflichtig.

Alle Rechte bleiben vorbehalten.

Anschrift des Herausgebers: Projektleitung KTB im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Postfach 51 01 53, D-3000 Hannover 51, Telefon: (0511) 643-2675

ISSN 0939-8732
ISBN 3-928559-01-X

Vorwort

Das Referat Bohrlochmessungen im Direktorat Geowissenschaftliche Programmdurchführung legt mit dem KTB Report 91-2 einen weiteren Bericht über Bohrlochmessungen vor. Dieser 11. Bericht ist die erste Dokumentation der in der übertiefen Bohrung KTB-Oberpfalz HB unter Tage gewonnenen Daten. Nach bewährtem Schema werden die bis zu einer Teufe von 1720 m durchgeführten Messungen an Hand eines Log-Ausschnittes erläutert, neu eingesetzte Meßgeräte kurz beschrieben und erste Auswertungen vorgelegt.

Mit Beginn der Hauptbohrung werden auch an die Bohrlochmeßtechnik neue und extreme Anforderungen gestellt. In einem einführenden Beitrag werden die gegenwärtig möglichen Messungen bis zu einer Temperaturgrenze von 260 °C erläutert sowie Konzept und Aufgaben geschildert, um Bohrlochmessungen auch im untersten Teil der übertiefen Bohrung erfolgreich ausführen zu können. Die dazu an der Lokation benötigte Infrastruktur wird in einem weiteren Beitrag ausführlich beschrieben.

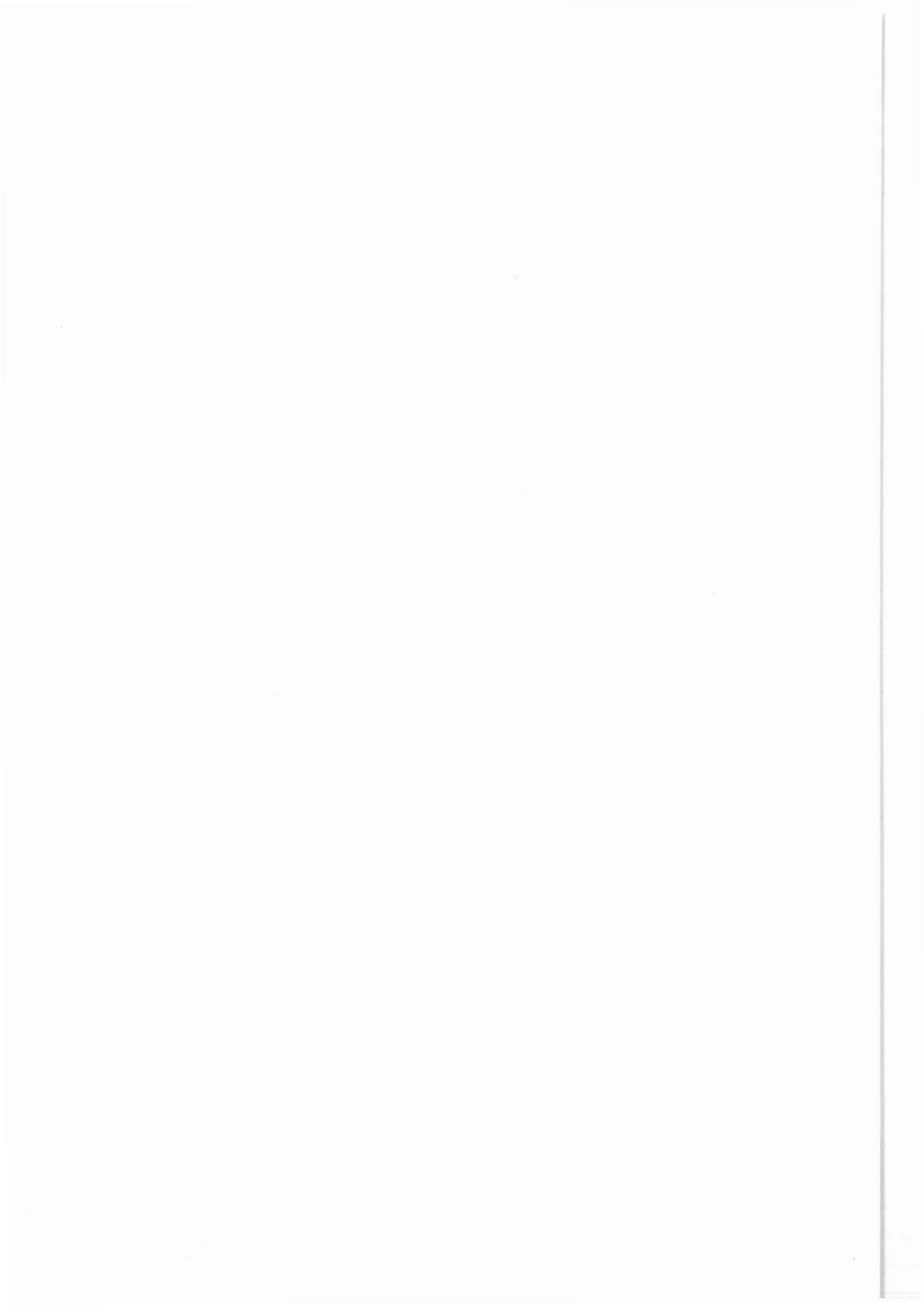
Die Bohrlochmeßdaten, Auswertungen und Berichte stehen allen Interessenten zur Verfügung. Sie können mit den, dem Bericht beigefügten, austrennbaren "Anforderungen für KTB-Bohrlochmeßdaten" bei der Projektleitung* abgerufen werden.

Mit Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger unter Berücksichtigung der Autorenrechte die Pflicht, regelmäßig über den Fortgang der Auswertearbeiten zu berichten. Erstveröffentlichungen von Ergebnissen müssen unter Nennung der Herkunft der Daten zur schnellen Unterrichtung anderer interessierter Arbeitsgruppen in der KTB-Berichtsreihe dokumentiert werden.

*Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Projektleitung KTB
Referat Bohrlochmessungen
- z. Hd. Herrn J. Draxler -
Stilleweg 2

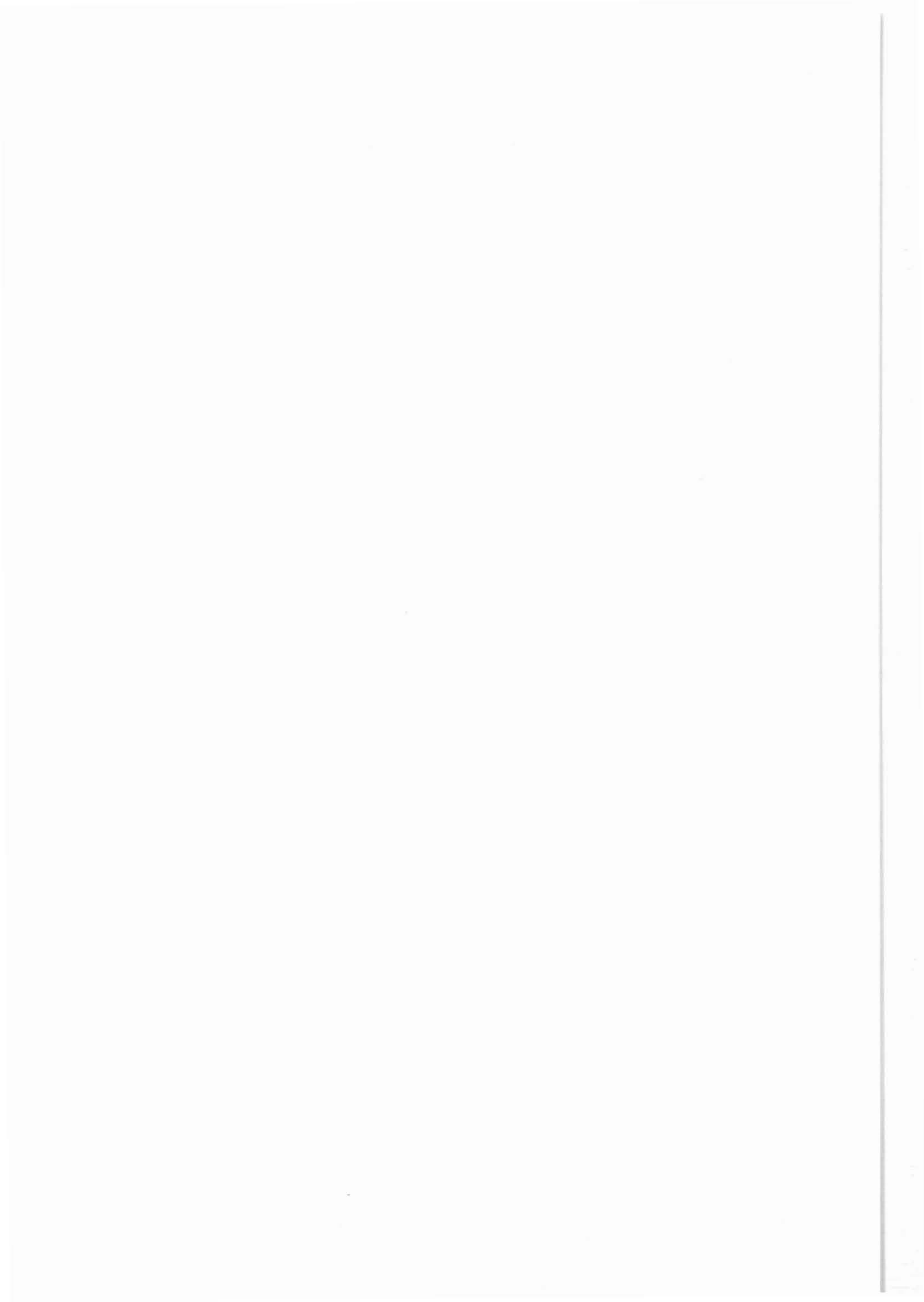
D-3000 Hannover 51

Tel.: 0511/643-2673
Fax : 0511/643-2686



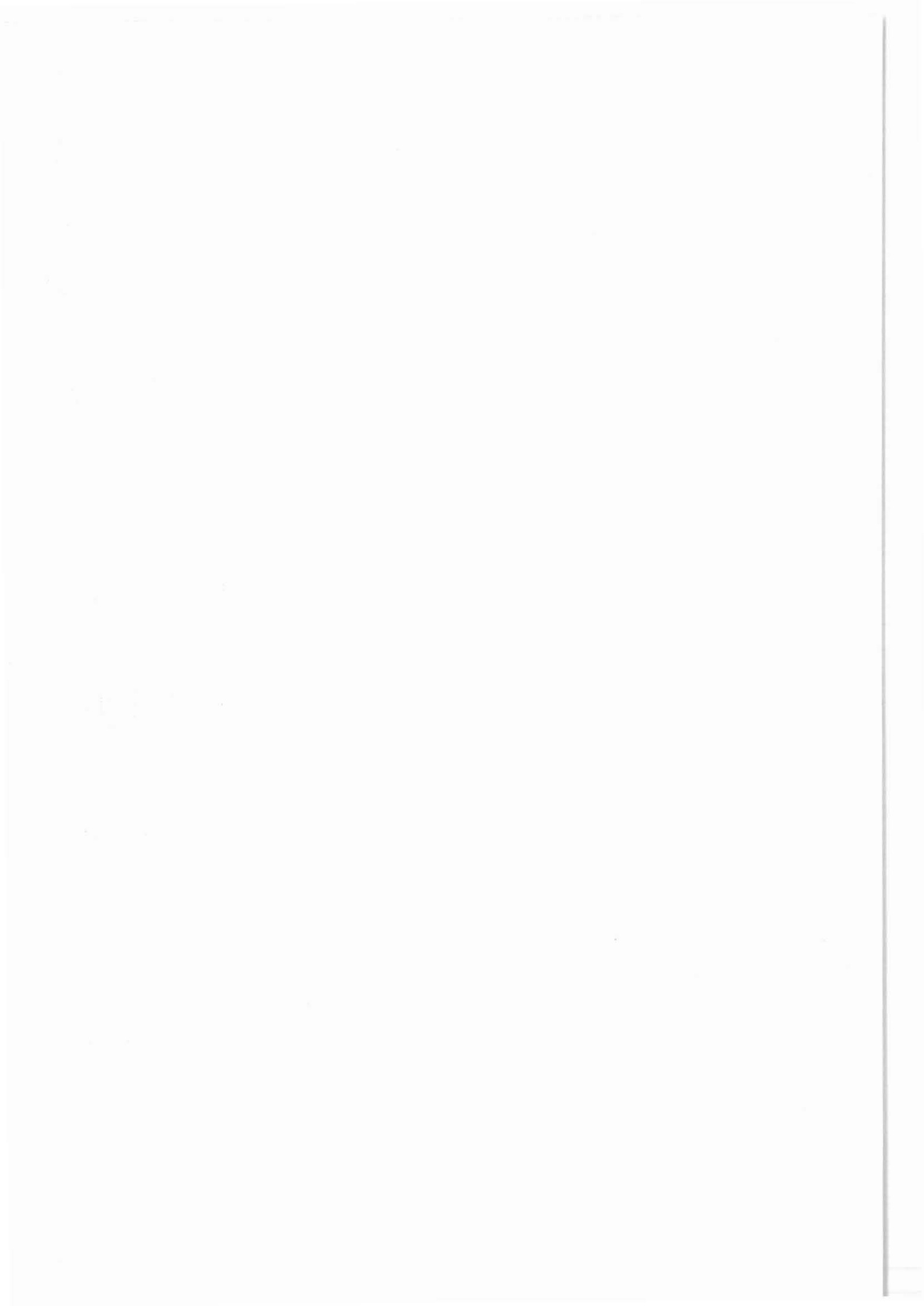
Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 BOHRLOCHMESSUNGEN IN DER ÜBERTIEFEN BOHRUNG KTB-OBERPFALZ HB: KONZEPT UND AUFGABEN	3
2 MESSPROGRAMM	15
3 LOGGING CENTER	21
3.1 Einleitung	21
3.2 Technische Einrichtung	24
3.3 Konzept der DMSt für die Teufe von 5500 m bis ET .	45
3.4 Büroeinheit	52
3.5 Literaturverzeichnis	57
4 ANGABEN ZUR BOHRUNG KTB-OBERPFALZ HB	61
5 ÜBERSICHT ÜBER BOHRLOCHGEOPHYSIKALISCHE AKTIVITÄTEN	65
6 INTERVALLMESSUNGEN 0,0 - 1720,0 m	71
7 MESS-SERIEN	87
7.1 Meßserie bei 762,5 m	87
7.2 Meßserie bei 1720,0 m	110
8 AUSWERTUNGEN UND BERICHTE	135
9 NEUE MEßGERÄTE	173
10 ANLAGEN	



1. Bohrlochmessungen in der übertiefen
Bohrung KTB-Oberpfalz HB:
Konzept und Aufgaben

K. Bram



1 BOHRLOCHMESSUNGEN IN DER ÜBERTIEFEN BOHRUNG KTB-OBERPFALZ HB: KONZEPT UND AUFGABEN.

Einleitung

Mit Beginn der Bohrarbeiten der Hauptbohrung am 6. Oktober 1990 trat das Kontinentale Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland in seine entscheidende, wissenschaftlich und technisch herausforderndste Phase ein. In einem straff geführten Zeit- und Finanzrahmen soll bis Ende Dezember 1994 die Hauptbohrung die Endteufe von 10.000 m erreicht haben. Erwartet werden dort Drücke um 150 MPa und, aufgrund einer von Erkenntnissen der Vorbohrung verbesserten Prognose, ein Temperaturbereich von 300°C. Für die Datengewinnung unter Tage, dazu zählen neben der Kerngewinnung auch die Bohrlochmessungen, bedeutet dies eine Umsetzung der Erfahrungen, gewonnen während der Durchführung der Vorbohrung, als auch Forcierung bohrtechnischer und meßtechnischer Entwicklungen.

Kernkonzept - Logging

Im Gegensatz zur Vorbohrung sieht das Kernkonzept der Hauptbohrung nur ein diskontinuierliches Kernen vor (Engeser, 1990). Der überwiegende Teil der Kerne soll dabei aus dem unteren Bohrabchnitt gewonnen werden. 200 m westlich der Hauptbohrung steht die 4000 m tiefe, zu 89% gekernte Vorbohrung. Bis zu deren Endteufe werden deshalb in der Hauptbohrung, abgesehen von einigen Schlitz- und Seitenkernen, keine Kerne gezogen. Den Bohrlochmessungen in der Hauptbohrung fällt demnach die besondere Aufgabe zu, kontinuierliche Information nicht nur über die quasi in situ Bedingungen physikalischer Parameter zu liefern sondern neben strukturellen Daten auch das Einhängen und die Orientierung der gewonnenen Kernstrecken zu ermöglichen. Das in Abschnitt 2 näher erläuterte Bohrlochmeßprogramm ergänzt somit innerhalb des gesteckten finanziellen Rahmens sinnvoll die Kern- und Cuttingsuntersuchungen der Hauptbohrung.

Erfahrungen aus der Vorbohrung

Ein wichtiges Ziel der Bohrlochmessungen in der Vorbohrung war, möglichst alle Meßverfahren zur Überprüfung ihrer Aussagefähigkeit im Kristallin einzusetzen (Hänel, 1987). Über 60 verschiedene Messungen und Teste zeigten, daß prinzipiell alle Verfahren im Kristallin anwendbar sind. Darunter fallen insbesondere solche Verfahren, die der Strukturerkennung (elektrische Widerstands- oder akustische Abbildung der Bohrlochwand) dienen oder der Element- bzw. Mineralanalyse. Eine Auswertung der Meßdaten nach den für sedimentäre Gesteine entwickelten Verfahren ist ebenfalls grundsätzlich möglich. In vielen Fällen hat es sich jedoch im Hinblick auf quantitative Aussagen als notwendig erwiesen, moderne statistische Verfahren auf mehrere Log-Parameter anzuwenden.

Unterstützt und abgesichert wird dies durch eine sorgfältige Korrelation und Kalibrierung anhand der aus den Bohrkernuntersuchungen gewonnenen Daten. Erwähnt seien hier z.B. die lithologische Ansprache mittels elektrofazieller Klassifizierung (Haverkamp & Wohlenberg, 1989) sowie die Anwendung multivariater Analyse auf schwierige Bereiche wie u.a. die Bestimmung von Porositäten (Zimmermann et al., 1990).

Konzeption des Meßprogrammes für die Hauptbohrung

Die Grundkonzeption des Meßprogrammes für die Hauptbohrung wurde bereits 1986 (Devay et al., 1986) erstellt. Ausgangspunkt waren sowohl der damalige Kenntnisstand über die Aussagefähigkeit der Meßmethoden im Kristallin als auch der Bohrplan und die erwartete Verfügbarkeit entsprechender Meßsonden. Die während des Abteufens durchzuführenden Bohrlochmessungen sollten sich einer fünf Punkte umfassenden Prioritätenliste unterordnen:

- Beschreibung des thermodynamischen Zustandes,
- Ermittlung der Porenfluide und der Fluidbewegungen,
- strukturelle und textuelle Beschreibung,
- Voraussagen für Bohrtechnik und Wissenschaft,
- Standfestigkeit der supertiefen Bohrung.

Diese Prioritäten sind im Laufe des Tiefbohrprojektes hinterfragt und aufgrund der Ergebnisse der Vorbohrung, Untersuchungen im Umfeld der Lokation und neuester geowissenschaftlicher Erkenntnisse modifiziert worden. Die Anforderungen an das Bohrlochmeßprogramm der Hauptbohrung berücksichtigen deshalb folgerichtig die heute gültigen Hauptforschungsthemen (Emmermann, 1991):

- Ursachen und in situ-Bedingungen geophysikalischer Phänomene, Strukturen und Heterogenitäten.
- Das Spannungsfeld der Erdkruste: Orientierung und Größe mechanischer Spannungen und deren Variationen mit der Tiefe.
- Das Temperaturfeld der Erdkruste: Wärmequellen, Wärmeproduktion und Wärmetransport.
- Strukturbau, Stoffbestand und Evolution eines mehrfach erneuerten Krustentyps.
- Gesteinsfluide und Transportprozesse.

Nach intensiven Besprechungen sowohl mit den in der ehemaligen ARGE 4: Gesteinsphysik, Bohrlochmessungen und Log-Interpretation versammelten Wissenschaftlern als auch innerhalb der Projektleitung stimmte der Sachverständigenkreis beim Bundesministerium für Forschung und Technologie am 25. April 1990 dem Bohrlochmeßprogramm Hauptbohrung zu.

Dieses Meßprogramm kann natürlich aufgrund des vorgegebenen engen finanziellen und zeitlichen Rahmens der Hauptphase des Projektes nicht alle Wünsche erfüllen. So sind z.B. zeitabhängige Messungen wie etwa Variationen des erdmagnetischen Feldes zur Bestimmung der elektromagnetischen Übertragungsfunktionen ebenso wenig be-

rücksichtigt wie umfangreiche hydraulische Tests. Überlegungen sind deshalb bereits jetzt anzustellen, ähnlich wie bei der Vorbohrung, zeitaufwendige und schwierige Messungen in ein Langzeitmeß- und Testprogramm nach Beendigung der Bohrarbeiten zu integrieren.

Bohrlochmeßsonden

Das Interesse der Industrie hat sich in den letzten Jahren immer tiefer gelegeneren KW-Explorationszielen zugewandt. Zu deren Erkundung sind deshalb wegen der damit verbundenen höheren Temperaturen auf dem Gebiet der Fortentwicklung von Bohrlochmeßsonden beachtliche Anstrengungen unternommen worden. Seit der von Devay et al. (1983) durchgeführten Marktstudie stehen heute definitiv für den HEL-Bereich (Hostile Environment Logging: Temperaturen < 260°C, Drücke < 100 - 150 MPa) eine Reihe von Meßsonden kommerziell zur Verfügung (Tabelle 1). Die diesem Bereich entsprechende obere Temperaturgrenze wird in der Hauptbohrung in einer Tiefe von 8,5 - 9,3 km erwartet (Burkhardt et al., 1989). Einige für KTB wichtige Meßsonden wie z.B. ein Formation MicroScanner oder ein Seitenkernbohrgerät lassen sich jedoch über den 175°C Bereich mit den vorhandenen Technologien nur mit einem nicht mehr zu vertretenden Aufwand verbessern. Dies ist weniger ein Problem der Hochtemperaturelektronik als der Hochtemperatursensorik.

Tabelle 1

Verfügbare HEL-Meßgeräte

Meßgerät	max. Temp. (°C)	max. Druck (MPa)	Meßfenster (h)
4-Arm Kaliper (ohne Neigung/Orientierung)	260	170	5
Gyro Kompass	260	140	6
Dual Laterolog	260	170	?
Induction Log	260	170	6
Induzierte Polarisation	260	130	?
Gamma Ray	260	170	5
Natural Gamma Spectroscopy	260	170	5
Litho Density	260	170	5,5
Compensated Neutron	260	170	4
Full Wave Sonic	260	170	6
Triaxiales Geophon	250	160	15
Borehole Televiwer	260	140	6

Für den als Very Hostile Environmental Logging (V-HEL) bezeichneten Temperaturbereich von 260 bis 300°C bei Drücken von kleiner 100 bis 150 MPa stehen bisher nur wenige, sogenannte Geothermie-

Bohrlochmeßsonden zur Verfügung (Tabelle 2). Die Druckbegrenzung liegt in den meisten Fällen bei maximal 100 MPa, so daß für den Einsatz bis 10.000 m noch Verbesserungen erforderlich sind. Erfahrungen mit Fluid Samplern (z.B. Sass and Elders, 1986; Zoth, 1990) zeigen, daß sie für den Einsatz in der Hauptbohrung noch konstruktiv verbessert werden müssen.

Tabelle 2

Verfügbare V-HEL Meßgeräte

Meßgerät	max. Temp (°C)	max. Druck (MPa)	Meßfenster (h)
4-Arm Kaliper (ohne Neigung/Orientierung)	315	170	1
Gyro	300	140	4,5
Temperatur	315	130	?
Flowmeter	315	100	10
Druck	315	100	?
Fluid Sampler	350	140	?
Casing Collar Locator	315	100	12

Die im Rahmen von KTB entwickelten speziellen Meßgeräte für den V-HEL Bereich: Borehole Televiwer, Fluxgate Magnetometer und Wärmeleitfähigkeitssonde haben ihre Funktionsfähigkeit z. T. bis zu 230°C bewiesen (Schepers, 1990; Kuhnke und Mußmann, 1990; Krammer und Pohl, 1990). Ergänzende Arbeiten für den Einsatz bis 300°C stehen kurz vor dem Abschluß.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie werden zur Zeit Entwicklungs- und Zeitaufwand für diejenigen sowohl auf digitaler als auch analoger Basis arbeitender Meßgeräte ermittelt, die sowohl für die technische als auch die wissenschaftliche Durchführung der Hauptbohrung im V-HEL Bereich mindestens erforderlich sind. Voraussetzung ist dabei, durch Kombination möglichst vieler, kompatibler Meßsonden die Zahl der Einfahrten zu reduzieren. Damit können erhebliche Einsparungen bei den Turmkosten erzielt sowie auch die mechanische Belastung von Meßkabel und Sonde verringert werden.

Aus technischer Sicht handelt es sich in erster Linie um Geräte zur Bestimmung der Bohrlochgeometrie (Kaliber mit Neigung und Orientierung) und für Back-off Operationen einschließlich der Sprengstoff/Sprengzünderproblematik.

Da aus der Bohrlochgeometrie ebenfalls wichtige Aussagen zur Verteilung der Spannungsverhältnisse der Erdkruste abgeleitet werden können, ist eine derartige Meßsonde auch für die wissenschaftlichen Belange von größtem Interesse. Ferner muß mindestens auf

Messungen der natürlichen Gammastrahlung, des elektrischen Gesteinswiderstandes, der Gesteinsdichte und der seismischen Wellengeschwindigkeiten Wert gelegt werden.

In die Untersuchungen werden auch der Einsatz von sog. Memory Sonden und Bohrlochmessungen unter "Tough Logging Conditions" (TLC) einbezogen. Schwierigkeiten bei diesen Verfahren liegen u.a. in der fehlenden Funktionskontrolle der Memory Sonde oder, wie Modellrechnungen zeigen (u.a. Kessels, 1990a) in zu langen Zeiten für Spülungsumläufe, um eine wirksame und ausreichende Abkühlung des Bohrloches zu erhalten.

Meßkabel/Datenübertragung

Ein wesentliches Problem bei Bohrlochmessungen in übertiefen Bohrungen ist das Meßkabel in seiner Doppelfunktion als mechanische Verbindung der Meßsonde mit der Erdoberfläche und als Übertragungsmedium für Energieversorgung, Steuerimpulse und Meßwerte. Aufgrund der in der frühen Konzeptionsphase des Bohrlochmeßprogrammes vorliegenden Informationen über Messungen in vergleichbaren Bohrungen (Berta Rogers (9583 m), Zistersdorf ÜT-2 (8553 m) und Kola SG-3 (12066 m)) sowie den Angaben von Kabelfirmen war das Kabelproblem in seiner Gesamtheit als mehr oder weniger gelöst betrachtet worden (Hänel, 1986).

Das Spülungskonzept für die Hauptbohrung sieht eine Dichte der Spülung von 1,0 bis maximal 1,5 gcm⁻³ vor (Ellins und Tran Viet, 1990). Dies bedeutet für ein 7-adriges Einzelmeßkabel selbst in HS (high strength)-Ausführung, daß wegen der fehlenden bzw. minimalen Auftriebskraft dessen mechanische Zugfestigkeit nicht ausreicht, eine Teufe von 10 000 m zu erreichen. Eine Verbesserung der mechanischen Zugfestigkeit kann wegen der damit einhergehenden Gewichtszunahme (Querschnittsvergrößerung der Stahllarmierung, Stahlqualitäten) nur bedingt erreicht werden. Neuere Kabelauslegungsrechnungen (Kessels, 1990b) unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflußgrößen zeigen klar die Einsatzgrenzen von Einzelkabeln. Unberücksichtigt bleibt hierbei noch das Langzeitverhalten entsprechenden Isolationsmaterials der elektrischen Leiter wie Teflon im Temperaturgrenzbereich von rund 300°C.

In Zusammenarbeit mit der einschlägigen Kabelindustrie hat deshalb das Referat Bohrlochmessungen der Projektleitung das Kabelkonzept neu überarbeitet. Wesentliches Element dieses Konzeptes ist der Einsatz eines Zwei- oder Mehrstufenkabels (s. auch Abschnitt 3: Logging Center). Ein zwischengeschalteter, aktiver Telemetrieteil zur Signalverstärkung soll die elektrischen Übertragungseigenschaften verbessern. Neueste Informationen über die Bohrlochmessungen in der russischen Tiefbohrung Kola SG-3 (3-adriges Zweistufenkabel bestehend aus einem sowjetischen und japanischen Kabel mit 14,0 mm bzw. 10,2 mm Durchmesser) flossen ebenso ein wie Erfahrungen mit der Salton Sea State 2-14 Geothermiebohrung. So ist für den untersten, extremsten Bedingungen entsprechenden Teufenbereich auch der Einsatz eines heute schon

kommerziell erhältlichen mineralisierten Kabels möglich. Dahingehend notwendige Entwicklungsarbeiten für Kabelkopf und Kabelverbinder sind von der Projektleitung in Auftrag gegeben.

Infrastruktur

Die Verwirklichung des Meßprogrammes setzt eine umfangreiche Logistik vor Ort voraus. Nach einer langen Planungsphase, in die auch die Erfahrungen mit einer permanenten Meßstation an der Vorbohrung eingeflossen waren, wird mit dem an der Hauptbohrung installierten "Logging Center" die erforderliche Infrastruktur zur Verfügung gestellt (s. Abschnitt 3). Ausschlaggebend waren dabei auch strenge wirtschaftliche Maßstäbe. Eine auf den gegenwärtigen Stand gebrachte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wie sie bereits im Vorstadium des KTB von Fries und Hänel (1985) durchgeführt wurde, zeigt, daß für den Zeitraum bis Ende 1994 allein die quantifizierbaren Kosten (z.B. Einsparungen durch Messungen mit KTB-eigenen Sonden, Rüstzeitverkürzung, Bereitstellung des Meßkabels bei Richt- und anderen technischen Arbeiten im Bohrloch) mit rund 17 Mio DM die Investitions- und Betriebskosten des Logging Centers um rund 70% übersteigen.

Meßwertedarstellung - Übersichtsplots

Mit dem im Referat Bohrlochmessungen erstellten Programmpaket SEL steht ein flexibles und anwenderfreundliches Handwerkszeug für Management, Bearbeitung und graphische Darstellung von Bohrlochmeßdaten zur Verfügung. Eine Erweiterung dieses Paketes bietet nun die Möglichkeit, alle an der Bohrung erfassten und in der zentralen KTB-Datenbank gespeicherten Daten einer sofortigen Auswertung zugänglich zu machen. Die Erweiterung war wesentlich durch die Notwendigkeit bedingt, das geforderte vertikale Bohren der Hauptbohrung in den obersten 4000 bis 5000 m zu kontrollieren und die Ursachen von Abweichungen zu analysieren.

Ein ausgewählter, 44 Meßgrößen umfassenden Datensatz (Tabelle 3) aus Bohrtechnik, Spülungsanalytik, Feldlabor und Bohrlochmessungen wird routinemäßig als sog. Quick-Look Darstellungen ausgegeben. Diese Logs dienen der Projektleitung als internes Werkzeug zur schnellen Korrelation von Daten, um gegebenenfalls rasche Entscheidungen von bohrtechnischer und geowissenschaftlicher Bedeutung treffen zu können. Neben Standardausgaben können die einzelnen Benutzergruppen an der Lokation - Feldlabor, Bohrlochmessungen und Bohrtechnik - je nach Fragestellung beliebige Korrelationsplots erstellen oder weitere, hier nicht genannte Parameter integrieren.

Tabelle 3

KTB-Oberpfalz HB: Quick-Look Parameter

Lithologie	Logging	Bohrtechnik	Spülung I
Haupteinheiten	Gamma Strahlung	Bohrwerkzeuge	Dichte ein/aus
Alterationsgrad	Kaliber	Bohrfortschritt	Temperatur e/a
Kataklyse	Neigung	Meißellast	el. Leitf. e/a
Sulfidführung	Azimut	Drehzahl	ph-Wert e/a
Graphitführung	Elliptizität	Drehmoment	Redoxpotential
	Dogleg-Severity	Pumprate e/a	Totalgas e/a
	Spülungsleitf.	Pumpendruck	
	Temperatur		

Tabelle 3 (Fortsetzung)

RDA	Gasanalyse	Geophysik	Spülung II
Quarz	Helium	Gesteinsdichte	Cl ⁻
Plagioklas	CH ₄	magn. Suszept.	SO ₄ ⁻⁻
Amphibolit		Gamma Strahlung	Ca ⁺⁺
Hellglimmer			D-HT (Gew.%)
Biotit			
Chlorit			
Epidot			
Granat			
Pyrit			

Zusammenfassung

Das Bohrlochmeßprogramm für die KTB-Oberpfalz HB baut auf einer von Devay et al., 1986 entwickelten Grundkonzeption auf. Aufgrund der Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Vorbohrung sowie den heute gültigen Hauptforschungsthemen ist es überarbeitet und dem gegebenen finanziellen Rahmen angepaßt worden. Die heute zur Verfügung stehende Technologie sowohl hinsichtlich der Meßkabel als auch der Meßsonden erlaubt mit wenigen Einschränkungen die Durchführung des Meßprogrammes bis zu einer Teufe von rund 9000 m sofern die prognostizierte Temperatur von 260°C dort tatsächlich erreicht wird. Für den daran anschließenden V-HEL Bereich werden zur Zeit weitere Entwicklungen angestoßen, um ein Mindestmaß an geowissenschaftlicher quasi in situ-Information zu gewinnen.

Literaturverzeichnis

- Burkhardt, H., Erbas, K., Giese, P., Haack, U., Hornamand, H., Huenges, E., Stiefel, A., Wilhelm, H., Zoth, G., Buntebarth, G. und Schulz, R. 1989. Das vorhergesagte und das gemessene Temperaturprofil. In Emmermann, R. und Giese, P. (Hsg): KTB Report 89-3, Beiträge zum 2.KTB-Kolloquium, 216-242, Hannover.
- Devay, L., Fries, A.P. und Hänel, R. 1983. Tätigkeitsbericht der Arbeitsgemeinschaft Bohrlochmessungen (ARGE 2). BGR/NLFB, Archiv-Nr. 95 173, 174 S, Hannover (unveröffentlicht).
- Devay, L., Draxler, J. und Hänel, R. 1986. Konzept eines Meß- und Untersuchungsprogrammes für die Vor- und Hauptbohrung des Kontinentalen Tiefbohrprogramms. BGR/NLFB, Archiv-Nr. 99550, 149 S, Hannover (unveröffentlicht).
- Ellins, M. und Tran Viet, T. 1990. Spülungskonzept und Mud Logging-System für die KTB-Hauptbohrung. Erdöl Erdgas Kohle, 106, 12, 491-495.
- Emmermann, R. 1991. KTB 10000. Vortrag 4.KTB-Kolloquium 25.-27. 4. 1991, Gießen.
- Engeser, B. 1990. Die Kernbohrstrategie für die KTB-Hauptbohrung. Erdöl Erdgas Kohle, 106, 12, 496-500.
- Fries, A.P. und Hänel, R. 1985. Untersuchungen zu einer Dauermeßstation (Well Logging Unit) für das Kontinentale Tiefbohrprogramm (Bericht 2). BGR/NLFB, Archiv-Nr. 97 746, 35 S., Hannover (unveröffentlicht).
- Hänel, R. 1986. Logging strategy for the KTB. Paper presented at the 2nd KTB-Kolloquium, Sept. 19-21, 1986, Seeheim.
- Hänel, R. 1987. Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 2). KTB Report 87-3, Hannover.
- Haverkamp, S., Wohlenberg, J. und Walter, R. 1989. Faciolog-Korrelation von bohrlochgeophysikalischen Messungen mit kristallinem Gestein. In Emmermann, R. und Giese, P. (Hsg): Beiträge zum 2.KTB-Kolloquium. KTB Report 89-3, 141-151, Hannover.
- Kessels, W. 1990a. Tough Logging in der KTB-Hauptbohrung. Interner Bericht der KTB-Projektleitung (unveröffentlicht).
- Kessels, W. 1990b. Auslegungsrechnungen zum Einsatz eines Bohrlochmeßkabels in der KTB-Hauptbohrung. BGR/NLFB, Archiv-Nr. 106 817, 28 S., Hannover.
- Krammer, K. und Pohl, J. 1990. Das Suszeptibilitätslog der Bohrung KTB-Oberpfalz VB von 27 bis 3980 m. In Bram, K., Draxler, J., Kessels, W. und Zoth, G. (Hsg): Grundlagenforschung und Bohr-

lochgeophysik (Bericht 10). Langzeitmeß- und Testprogramm in der KTB-Oberpfalz VB. KTB Report 90-6a, 119-134, Hannover.

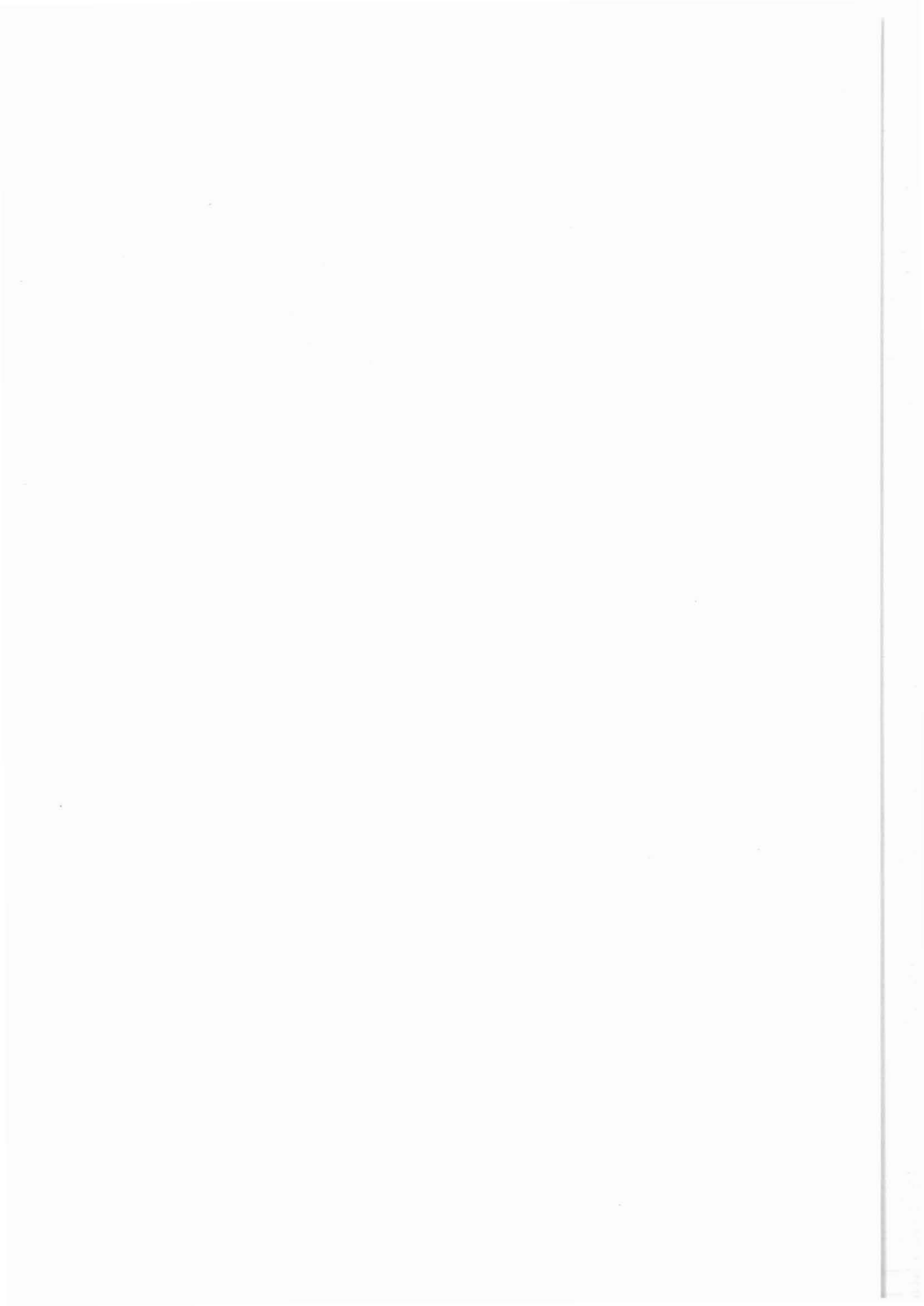
Kuhnke, F. und Mußmann, G. 1990. KTB-Hochtemperatur Drei-Komponenten Magnetometer. In Bram, K., Draxler, J., Kessels, W. und Zoth, G. (Hsg): Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 10). Langzeitmeß- und Testprogramm in der KTB-Oberpfalz VB. KTB Report 90-6a, 71-110, Hannover.

Sass, J.H. and Elders, W.A. 1986. Salton Sea Scientific Drilling Project: Scientific Program. Geoth. Res. Council, Transactions, 10, 473-478.

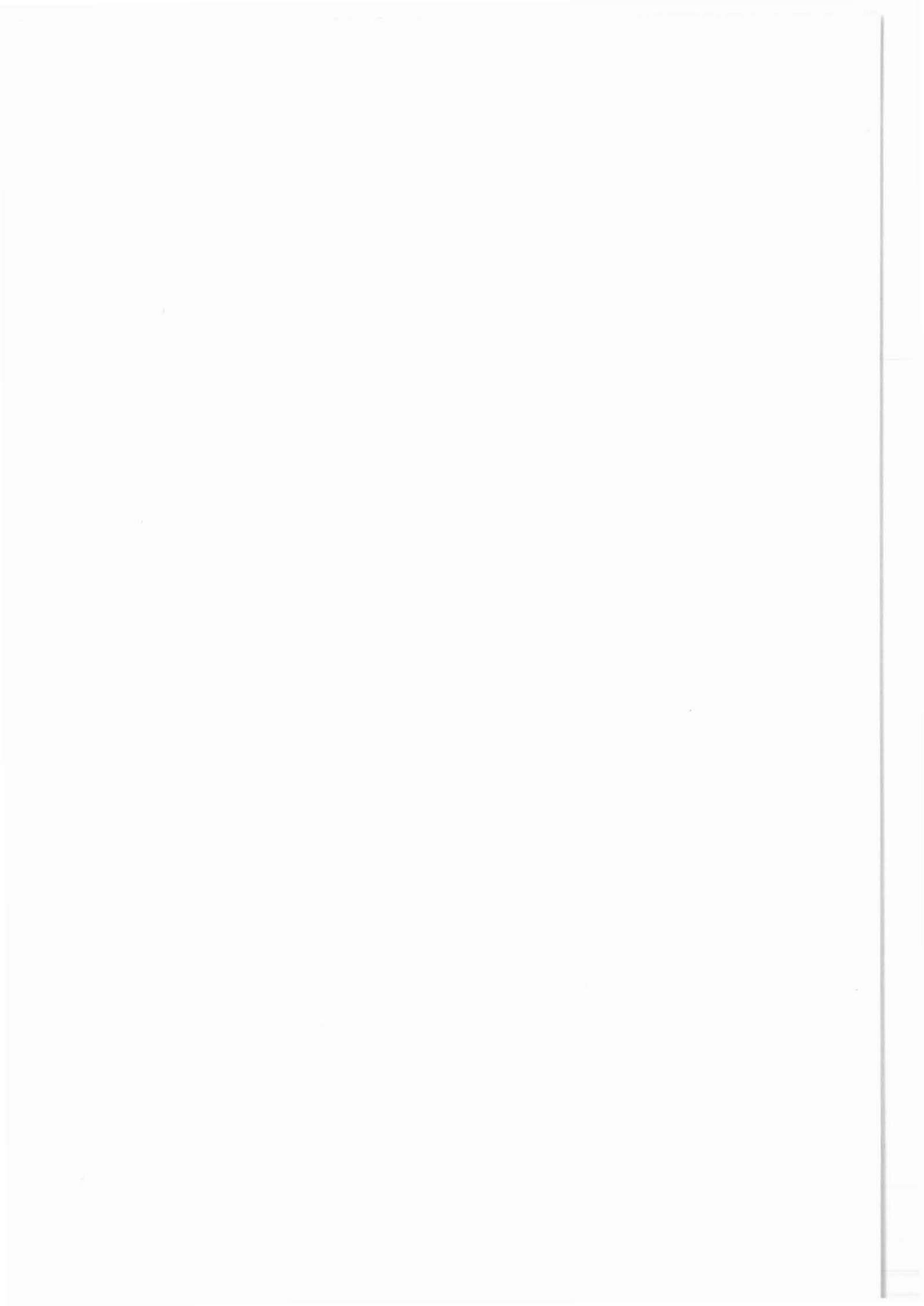
Schepers, R. 1990. FACSIMILE - A new acoustic borehole imaging tool. In Bram, K., Draxler, J., Kessels, W. und Zoth, G. (Hsg): Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 10). Langzeitmeß- und Testprogramm in der KTB-Oberpfalz VB. KTB Report 90-6a, 209-222, Hannover.

Zimmermann, G., Burkhardt, H. und Melchert, M. 1990. Abschätzung der Porosität kristalliner Gesteine aus Bohrlochlogs mit Hilfe multivariater Verfahren. In Emmermann, R. und Giese, P. (Hsg): Beiträge zum 3. KTB-Kolloquium, 159-170, Hannover.

Zoth, G. 1990. Test des LASL-Fluidprobennehmers im Hinblick auf den Einsatz in der Hauptbohrung. In Bram, K., Draxler, J., Kessels, W. und Zoth, G. (Hsg): Grundlagenforschung und Bohrlochmessungen (Bericht 10). Langzeitmeß- und Testprogramm in der KTB-Oberpfalz VB. KTB Report 90-6a, 343-350, Hannover.



2. Meßprogramm



2 MESSPROGRAMM

Bei der Planung des Meßprogrammes für die Hauptbohrung sind folgende Einflußgrößen berücksichtigt worden:

- Die Vorbohrung wurde bis zu einer Teufe von 4000 m vollständig gemessen.
- Sowohl Standard- als auch Sondermessungen haben im Kristallin gute Ergebnisse erbracht.
- Die unveränderten Bohrlochverhältnisse müssen beachtet werden.

Daraus abgeleitet wurde bis zu einer Teufe von 3000 m nur ein absolut minimales Meßprogramm geplant. In zwei Meßserien - bei 1500 und 3000 m sollte eine Widerstands-Gammastrahlen-Korrelationsmessung und eine Sonic-Messung zur Einbindung der Bohrung in das seismische Profil gefahren werden. Außerdem sollten in Abschnitten von 500 m mit den KTB-eigenen Geräten Kontrollmessungen für die Neigung und Orientierung der Bohrung, der Temperatur und des Kalibers durchgeführt werden. Sollten Zufußzonen erbohrt werden, war der Einsatz des Probennahmegerätes vorgesehen.

Das geplante Meßprogramm ist der Abb. 2.1 zu entnehmen. Dieses Programm war von der ARGE 4 genehmigt und von der Projektleitung und dem Sachverständigenkreis bewilligt worden.

Nach Beginn der Hauptbohrung zeigte sich, daß das Programm in seiner ursprünglichen Form nicht gehalten werden konnte. Aus bohrtechnischen Gründen mußten wesentlich mehr Zwischenmessungen zur Neigungs-, Orientierungs- und Kaliberkontrolle gefahren werden.

Außerdem wurde von den Geowissenschaften die Notwendigkeit der Gewinnung von strukturellen Informationen als absolut notwendig gehalten. Das Meßprogramm wurde entsprechend diesen Forderungen angepaßt. Bis zur Teufe von 1720,0 m wurden bereits zwei Serien von Messungen ausgeführt. Insgesamt sind bis zu einer Teufe 56 Einfahrten für das Referat Technik erfolgt.

Abb. 2.2 gibt das bisher ausgeführte Meßprogramm wieder.

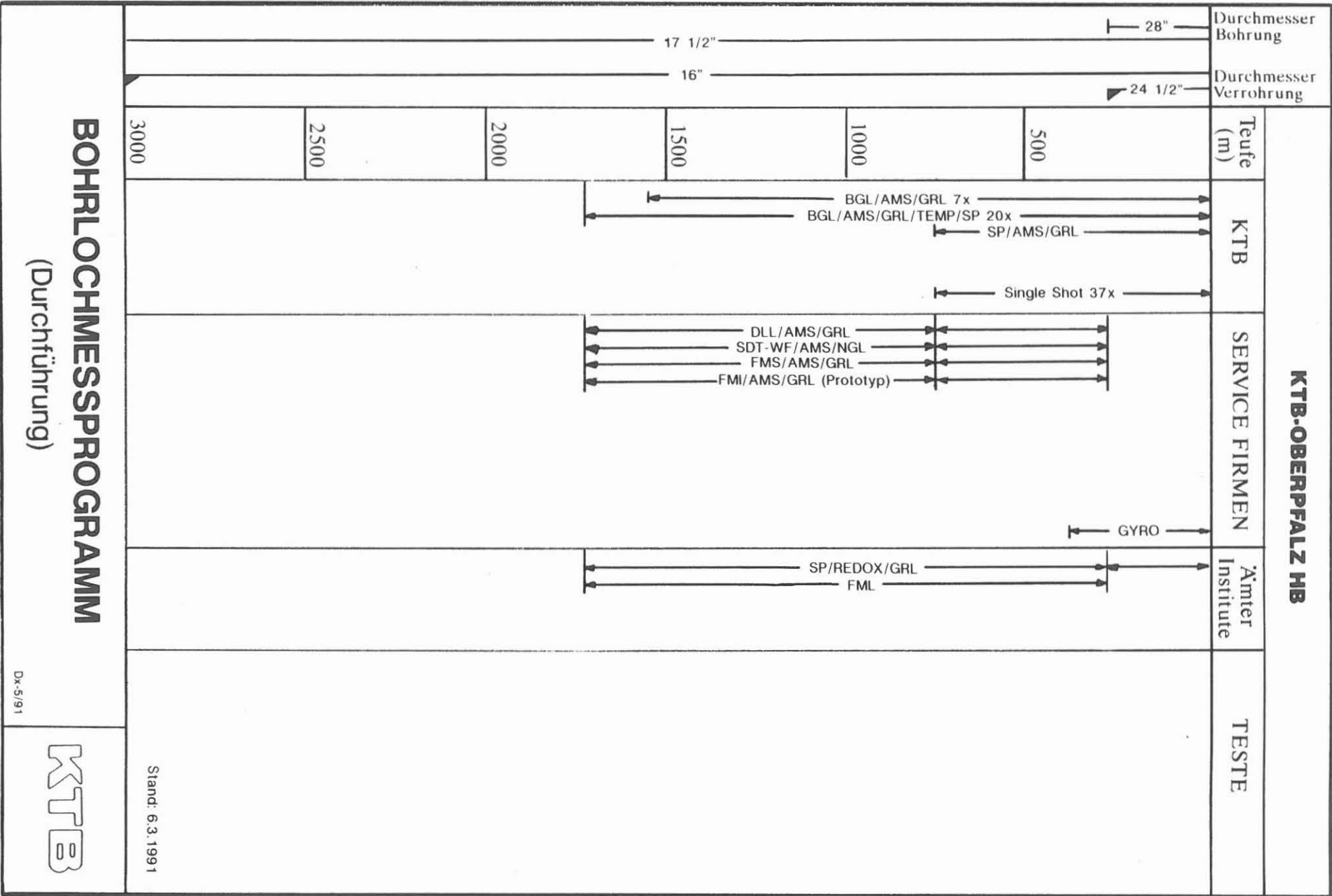
BOREHOLE LOGGING-TESTING PROGRAMME KTB - OBERPFALZ HB

BIT SIZE	CASING SIZE	DEPTH (m)	KTB-LOGGING	SERVICE COMPANIES	INSTITUTS	TESTING
17 1/2" / 28"	24 1/2"					
17 1/2" / 22"	18 5/8"	1000				
17 1/2"	16"	2000				
		3000		DLL/NGT/AMS		
14 3/4"	9 5/8" P.S.	4000	BGT/GR TEMP/AMS/GR SP/GR FS/GR			
	13 3/8"	5000		30 Cores		DST 1x
		6000		DLL/MSFL/GR SDT/GR-WF LDT/CNL/NGT BHTV/GR FMST/GR GLT MSCT/GR 30 Cores		HYD. FR 2x
12 1/4"	9 5/8"	7000		VSP BHG/GR CBL/CET/GR FPI/BO 30 Cores	MS/GR IP FML WLF	1x
		8000				1x AST
8 1/2"	9 5/8" option	9000				1x AST
	7 3/8" option	10000				1x AST

**PLANNING LOGGING AND TESTING
KTB-OBERPFALZ HB**

Date: 25.06.1990 / Dx

KTB



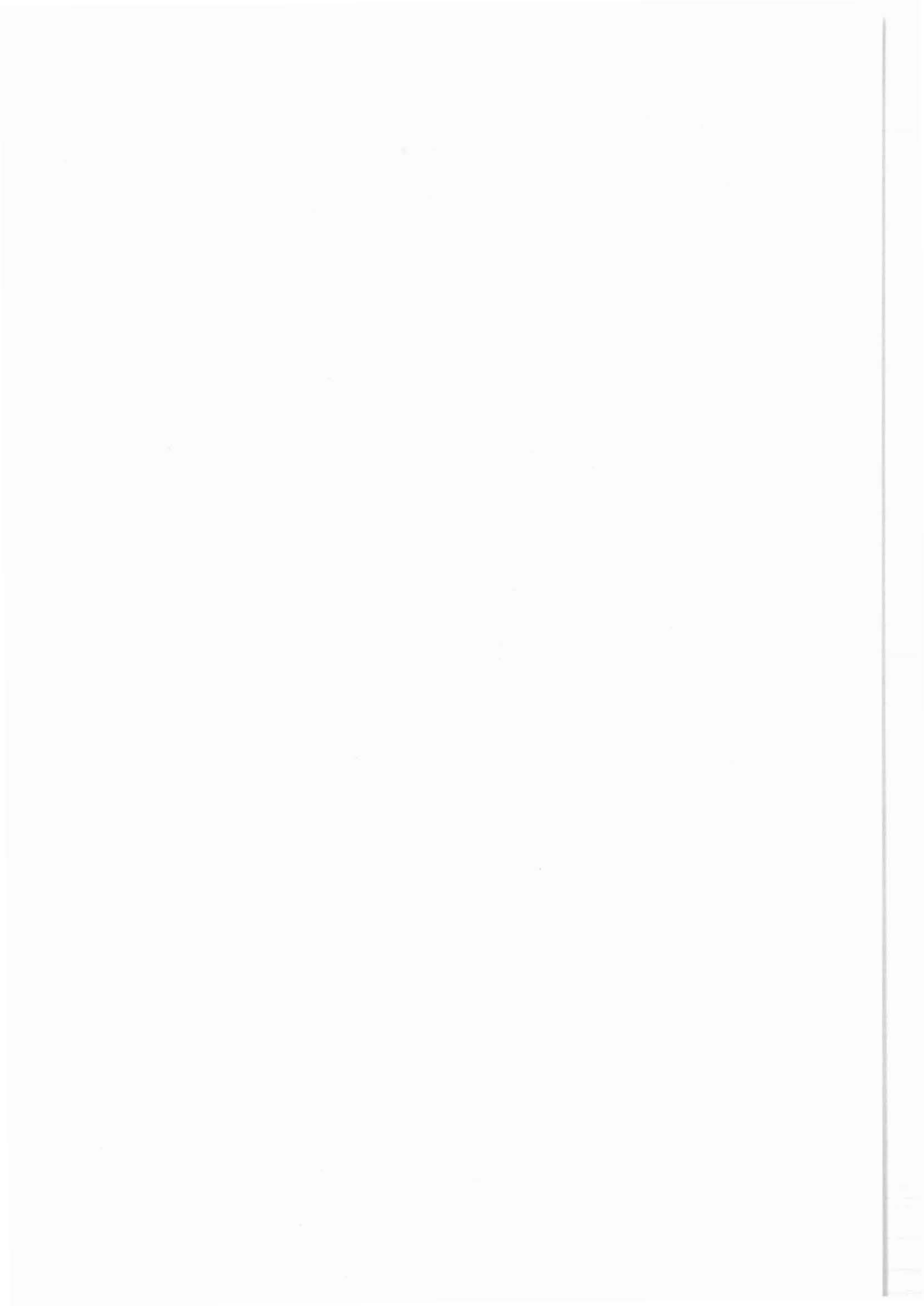
BOHRLOCHMESSPROGRAMM

(Durchführung)

Dx-5/91

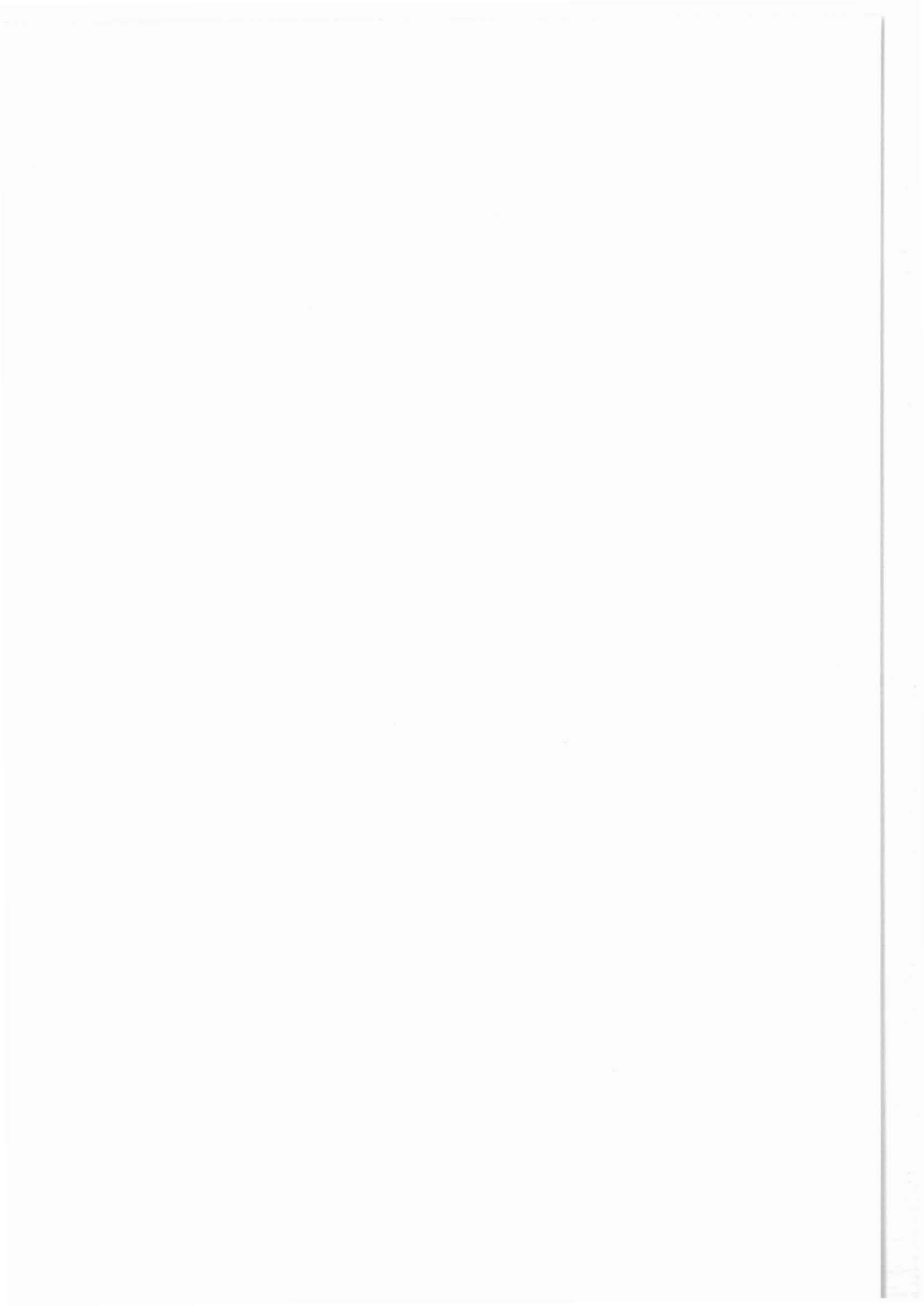


Stand: 6.3.1991



3. Logging Center

G. Zoth



3 LOGGING CENTER G. Zoth

3.1 Einleitung

Die Dauermeßstation (DMSt), als operative Einrichtung für die Bohrlochmessungen (Hänel, 1987) hat sich in der KTB-Vorbohrung technisch bewährt und hat wesentlich zur Einsparung von Bohrlochmeßkosten während der Bohrzeit und insbesondere in der Langzeitmeßphase nach Abschluß der Bohrarbeiten beigetragen.

Zur Optimierung der Meßkosten in der Hauptbohrung wurden die Erfahrungen aus der Vorbohrung genutzt und noch weitere technische Möglichkeiten zur Kostenersparnis erdnen und verwirklicht.

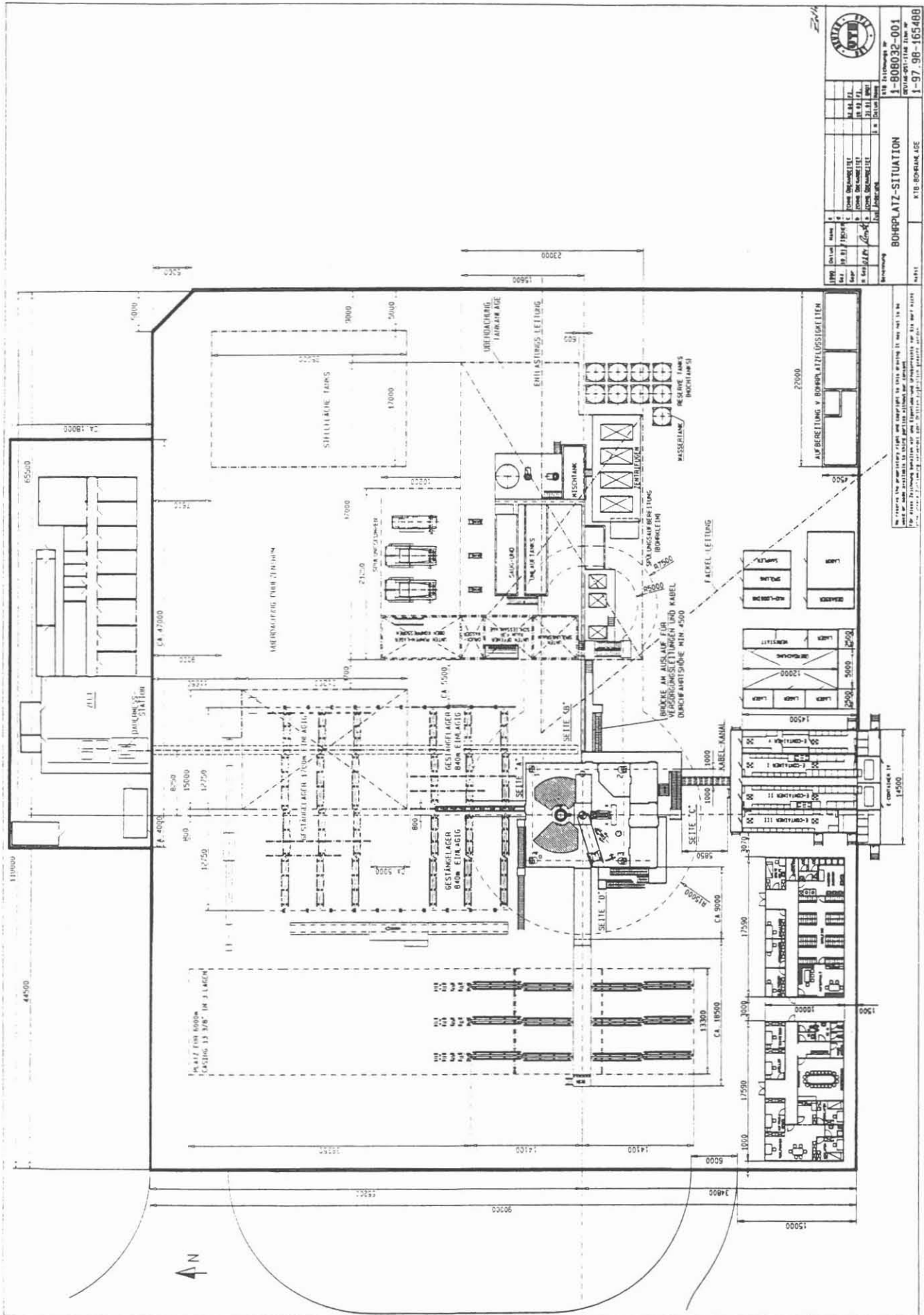
Die folgende Beschreibung soll einen Einblick in die neue Gestaltung der DMSt auf dem Bohrplatz der Hauptbohrung geben. Wegen der räumlichen Vergrößerung und der Erweiterung der Aufgaben vor Ort werden heute alle Einrichtungen für den gesamten Bohrlochmeßbetrieb als "Logging Center" (LC) bezeichnet.

Das LC liegt an der nördlichen Begrenzung des Bohrplatzes (Abb. 3.1) außerhalb des EX-Bereiches der Bohrung und beansprucht eine Fläche von 990 m².

Die Eebauung besteht ausschließlich aus Mobilbauten (Container). Der Bereich der Meßeinheit (Logging Unit) ist mit einem Zelt mit den Abmessungen L = 14 m, B = 12 m und H = 5,5 m überdacht (Abb. 3.2).

Das gesamte LC läßt sich in zwei Teilbereiche - technische Einrichtungen und Büroeinheit - einteilen. Die technischen Einrichtungen bestehen aus der Meßeinheit (Logging Unit), den Werkstätten mit Nebenräumen und den Meßgeräten.

Abb. 3.1



LOGGING CENTER (Dauermeßstation (DMSt))

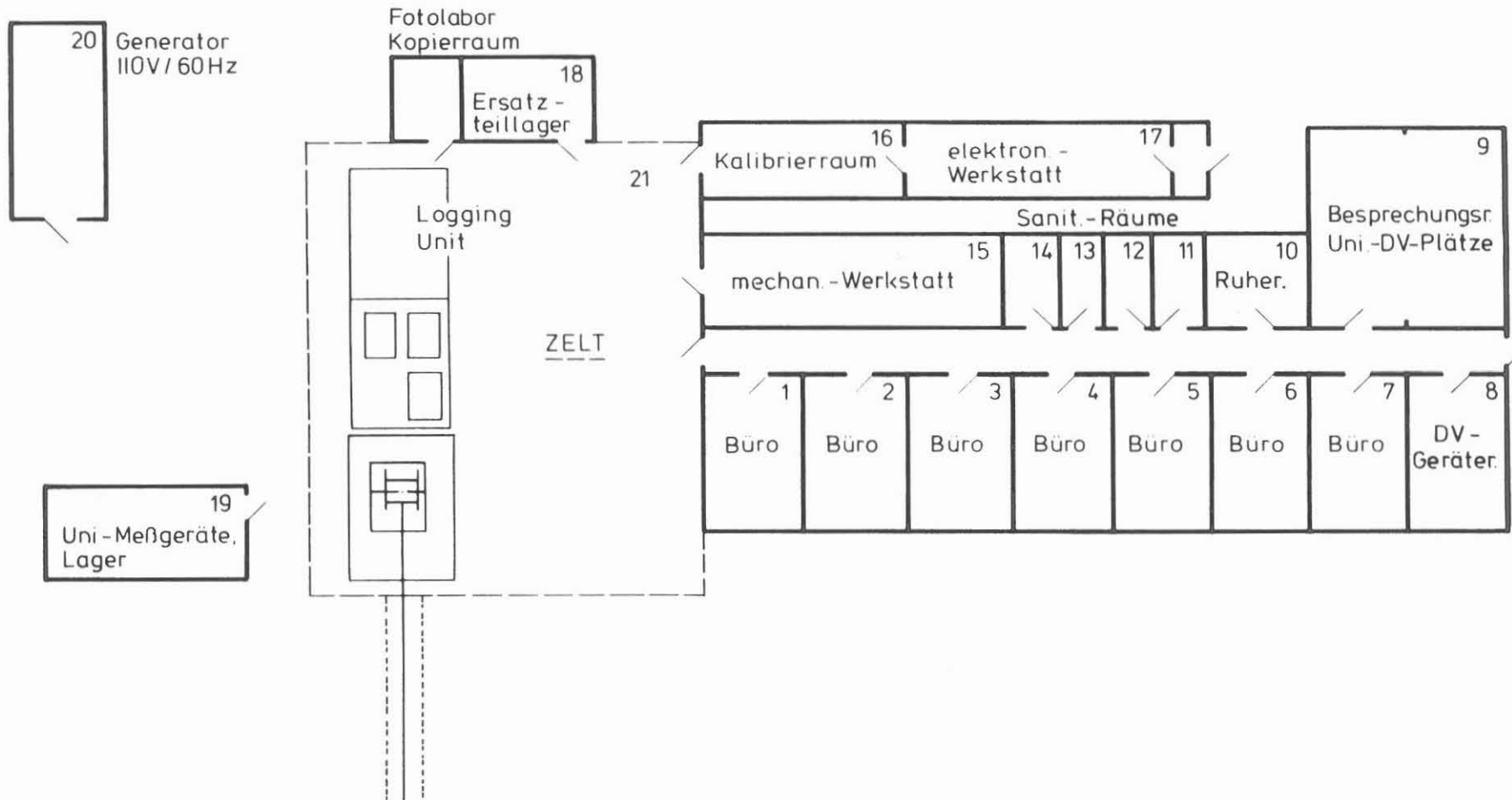


Abb. 3.2

3.2. Technische Einrichtungen

3.2.1 Meßeinheit (Logging Unit)

Die KTB-eigene Meßeinheit umfaßt das erforderliche Equipment zur Durchführung der Bohrlochmessungen. Die wesentlichen Bestandteile wie Meßkabine, Antriebskabine und Kabelwinde sind in einem schützenden Zelt untergebracht.

3.2.1.1 Meßkabine

Die Meßkabine hat eine Größe von 2,5 x 3,5 m. In ihr sind das Fahrpult für die Windenbedienung, die Meßwerterfassungsanlage und alle Bedienungs- und Überwachungselemente zum Betrieb der Meßeinheit untergebracht. Der Raum enthält die Arbeitsplätze für den Operator, der die Meßwinde bedient und für den Meßingenieur, der für die Durchführung der Messungen, Bedienung der Meßwerterfassungsanlage und die Ausgabe von Meßergebnissen und Quicklook-Darstellungen verantwortlich ist.

Ein Sichtkontakt des Operators zur Arbeitsbühne ist aufgrund der Verlegung des Meßkabels in den Kabeltunnel und der enormen Höhe der Arbeitsbühne von 11,8 m nicht mehr möglich. Um der Sicherheit am Arbeitsplatz und einem reibungslosen Ablauf der Sondenein- und ausbauarbeiten zu genügen, wurde daher eine Überwachungskamera im Bohrturm und ein Monitor in der Meßkabine installiert. Als akustische Verbindung zwischen Meßkabine und Arbeitsbühne stehen eine herkömmliche Gegensprechanlage und eine Hör-Sprechfunkverbindung über Kopfhörer zur Verfügung. Für Notfälle können noch zwei Telefonverbindungen benutzt werden. Das Fahrpult des Operators ist mit allen Überwachungs- und Operationsinstrumenten ausgerüstet, die für eine sichere und reibungslose Bedienung der Meßkabelwinde erforderlich sind. Vom Fahrpult aus können auch die Motoren und der Generator, welche sich in der Antriebskabine befinden, ein- und ausgeschaltet und überwacht werden. Für einen Nothalt stehen eine hydraulische Gegensteuerung und eine Federspeicherbremse mit Wirkung auf den Trommelumfang zur Verfügung. Der Betriebsöldruck gibt die mechanische Trommelbremse frei, ein Druckabfall im Hydrauliksystem bewirkt das Ansprechen des Federspeicherzylinders, so daß die Trommelbremse angelegt wird.

Im Gegensatz zur gesamten Meßeinheit wird die Meßwerterfassungsanlage komplett von der Firma Schlumberger auf Mietbasis zur Verfügung gestellt. Das Herz der Anlage sind zwei DEC-Rechner Typ PDP 11/84 von denen nur einer benötigt aber im Bedarfsfalle auf den zweiten umgeschaltet werden kann. Zur Anlage gehören ferner:

- ein High Density Tapedrive (1600 BPI) zur digitalen Aufzeichnung der Meßdaten im LIS-Format (Log Information Standard-Format),
- drei Kassettenlaufwerke zur Einspeisung der Programme,
- ein Monitor zur optischen Wiedergabe der Meßergebnisse,
- ein Oszilloskopmodul zur Kontrolle der über das Kabel übertragenen elektr. Signale,
- zwei optische Aufnahmegeräte zur Aufzeichnung der Meßdaten auf lagerfähige Filme,
- ein Kabel-Interface Modul,
- mehrere Panel-Interface Moduls,
- ein Drucker für Papier- und Folienausdruck der Meßergebnisse und
- sonstige Einschübe und Bedienungselemente zum Betrieb der Anlage und Steuerung der Meßsonden (z. B. Spannungs- und Stromkonstanter, Teufenzählkontrolle u. a.).

Für die Kommunikation mit dem Rechner ist der Arbeitsplatz des Meßingenieurs zusätzlich mit einem "Compaq-Rechner" ausgerüstet. Die Bedienung der Anlage erfolgt ausschließlich durch qualifiziertes Schlumberger-Personal.

Die digitalen Signale der Meßergebnisse können aus der Anlage sofort und direkt über die installierte Telefonleitung auf jedes Fax-Gerät überspielt werden. Die in der Anlage erzeugten Filme werden im Fotolabor der DMSt selbst entwickelt.

3.2.1.2 Maschinenkabine

Die Maschinenkabine (Power cab) ist ein Container, der in lärmgedämmter Bauweise erstellt wurde. Die Schallisolierung erreicht eine Minderung des Geräuschpegels auf weniger als 40 dBA in 100 m Entfernung.

In der Kabine sind folgende Maschinen untergebracht:

Antriebseinheit zur hydraulischen Druckerzeugung

- 6-Zylinder-Reihenmotor, Diesel (Mercedes OM 353 A),
 - * Leistung: 106 kW bei 2 800 U/min,
 - * direkte Injektion, Turbokompressor,
 - * Wasserkühlung

- Generator (Bosch), 28/14 V, 55 Amp.
- Kompressor für Druckluftherzeugung
- Hydraulikpumpe (Sauer, Serie 089)
 - * max. 2 900 U/min
 - * max. Arbeitsdruck 420 bar

Erzeugung elektrischer Energie

- 2-Zylinder Diesel (Hatz 2L40)
 - * Leistung: kurzfristig 16,2 kW, konstant 14,6 kW
 - * Luftkühlung

- Generator (Leroy Somer LSA 42 M1)
 - * 110 V/60 Hz, 16 kVA.

Als Ersatz für den Ausfall und zur Schonung des Generators ist im Container Nr. 20 der DMSt (Abb. 3.2) ein aus dem öffentlichen Netz gespeister Frequenzumformer installiert, der die Meßwerterfassungsanlage mit den erforderlichen 110 V bei 60 Hz versorgen kann.

- Technische Daten des Frequenzumformers:

Hersteller: A. von Kaick, Neu-Isenburg
Typ: DSS 49/40 - 10/12
Eingang: 380/220 V \pm 5 %; 50 Hz
Ausgang: 110/120 V ohne Sternpunkt \pm 2 %, 60 Hz
36 kVA $\cos \phi$ 0,8

Alle Wartungsarbeiten und kleine Reparaturen an den Geräten und Maschinen werden vom Personal der DMSt ausgeführt. In der folgenden Tabelle sind die bisherigen Laufzeiten der Maschinen aufgelistet:

Tabelle 1: Maschinenlaufzeiten vom 01.08.1987 bis 30.04.1991

<u>Maschine</u>	<u>Laufzeit in Stunden</u>
Hydr. Antrieb:	2845 h
Umformer:	2387 h
Generator:	3948 h
CSU:	ca. 6330 h

3.2.1.3 Bohrlochmeßkabel - Windeneinheit

Die Kabelwinde (Abb. 3.3) ist zur Zeit noch mit einer Trommel von 52" (1320 mm) Flanschdurchmesser für 7500 m Bohrlochmeßkabel von 11,3 mm Durchmesser ausgerüstet. Für die Umrüstung auf die größere Bohrlochtiefe wird sie durch eine Trommel von 57" (1448 mm) ersetzt (siehe Abschn. 3.3). Das aufliegende Bohrlochmeßkabel vom Typ VECTOR CABLE 7-46 V (Abb. 3.4) hat zur Zeit noch eine Länge von 6000 m. Es ist seit Beginn der Vorbohrung im Sept. 1987 im Einsatz. Die aufsummierte einfache Meßstrecke betrug in der Vorbohrung 1 670 000 m und bis zum 01.04.91 bereits schon wieder 84 000 m. Die Kürzung des Kabels von 7500 m auf 6000 m setzt sich aus den Abschnitten beim Neueinbinden des Kabelkopfes und aus einer einmaligen Verkürzung um ca. 500 m wegen eines Aderbruches zusammen.

Zwei Reißversuche bescheinigen dem Kabel immer noch eine gute Qualität:

Am 13.07.1989 wurden durch die Bundesanstalt für Materialforschung und - Prüfung, BAM, Berlin, Biegeversuche an Einzeldrähten und ein Zugversuch des gesamten Kabels ausgeführt. Die Bruchkraft betrug 7900 daN gegenüber 7980 daN für ein Neukabel.

Ein späterer Reißversuch bei der Herstellerfirma, nach einem weiteren Jahr der Benutzung des Kabels, ergab noch Bruchkraftergebnisse von 7080 und 7390 daN.

Das Kabel wird wegen seiner guten Qualität noch bis zur maximalen Einsatztiefe von ca. 5500 m in der Hauptbohrung eingesetzt.

Der Antrieb der Meßkabelwinde erfolgt hydraulisch. Ein Hydraulikmotor (Poclain H 25) überträgt seine Antriebskraft über eine Kette und entsprechender Übersetzung so auf die Trommelachse, daß stufenlose Meßgeschwindigkeiten zwischen 0,5 - 250 m/min möglich sind. An einem Spularm, mit dem das Meßkabel beim Aufwickeln geführt werden kann, ist die Teufenmeß- und Magnetmarkenerkennungsvorrichtung befestigt.

Das Teufenmeßsystem besteht aus zwei horizontal angeordneten Meßrädern, die mittels Federkraft an das Kabel gedrückt werden. Die Achsen der Meßräder sind direkt mit Umdrehungskondensern gekoppelt. Die Meßimpulse der Enkoder werden zur Meßdatenerfassungsanlage geleitet. Das Meßkabel durchläuft die Meßräder derart, daß ausschließlich eine tangentielle Führung garantiert werden kann (Abb. 3.5). Die Meßgenauigkeit wird mit $\pm 0,3$ m/1500 m Meßstrecke angegeben.

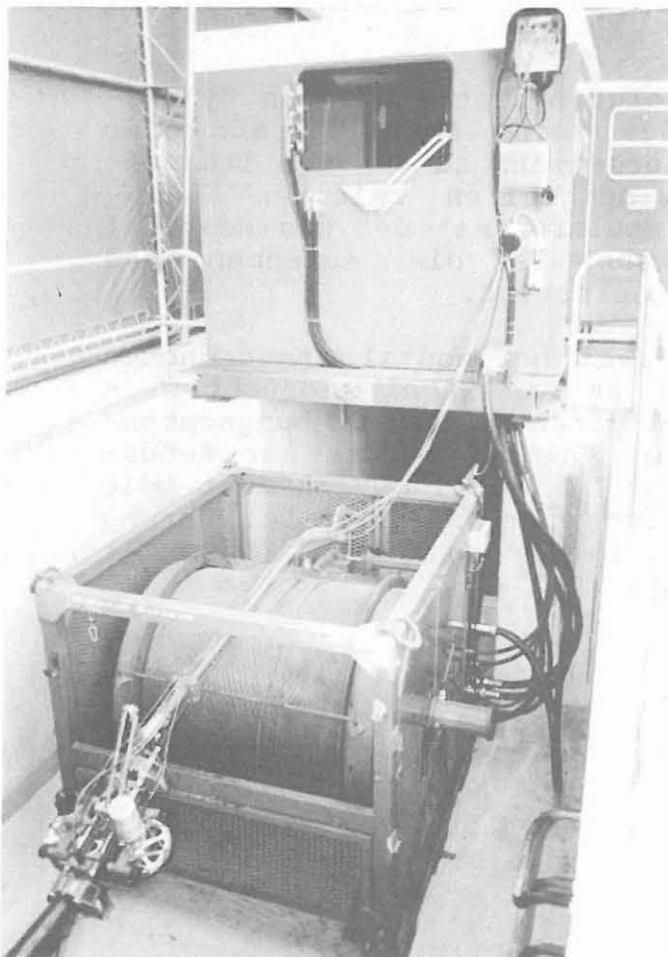
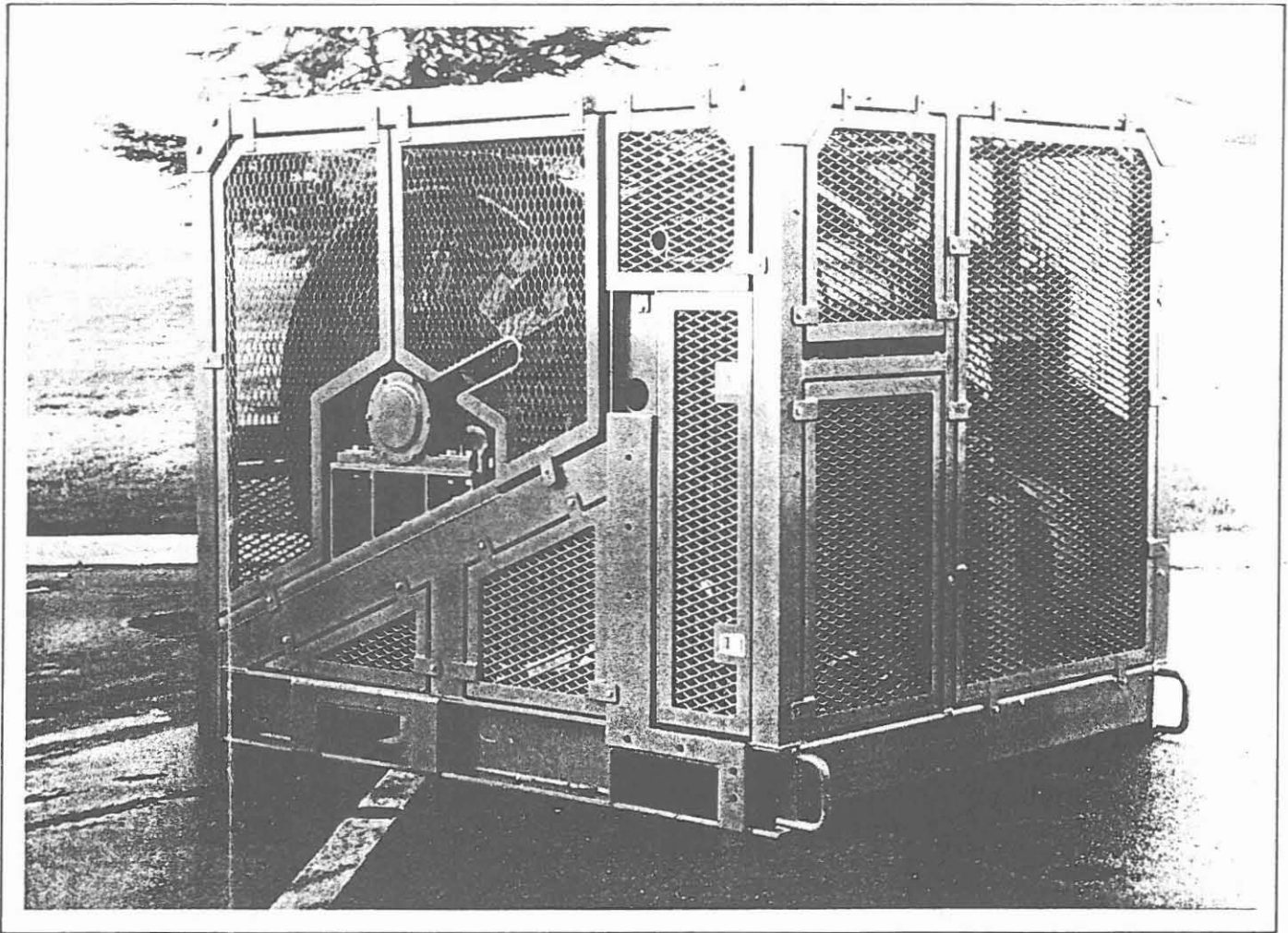


Abb. 3.3: Kabelwinden-Modul

Kabeltrommel im Windenkelle installiert

**ELECTROMECHANICAL CABLE
DOUBLE ARMORED**

VECTOR PRODUCT INFORMATION

TYPE 7-46-V

DESCRIPTION

15/32" Seven conductor armored cable, designed and specially manufactured for use in oil well logging.

•20 AWG (6/.0142") = (6/0,36mm) copper.

HALAR monofilament.

VECTORENE insulation.

Min wall = (.026") = (0,66mm)

O.D. = (.102") = (2,59mm)

•20 AWG (7/.0126") = (7/0,32mm) copper.

VECTORENE insulation.

Min wall = (.026") = (0,66mm)

O.D. = (.098") = (2,49 mm)

6 cotton fillers and conductive filler

compound in interstices. Conductive

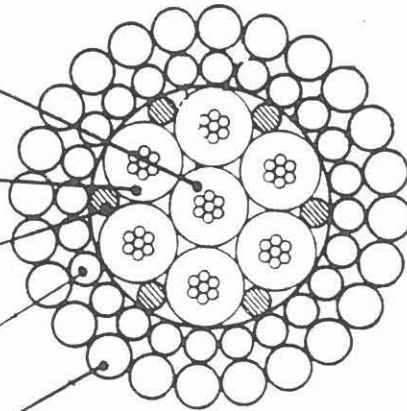
NOMEX binder. O.D. = (.288") = (7,31mm)

(24/.039") = (24/0,99 mm) GIPS, RHL

O.D. = (.366") = (9,30 mm)

(24/.049") = (24/1,25 mm) GIPS, LHL

O.D. = (.464") = (11,80 mm)



Armor wires are galvanized high tensile steel, preformed and prestressed. Armor is flooded with polar active asphaltic anti-corrosion compound.

SPECIFICATIONS

MECHANICAL

Weight in air :	329 Lbs/Kft	490 daN/Km
Weight in fresh water :	262 Lbs/Kft	390 daN/Km
Breaking strength ends fixed (min calculation) :	17,590 Lbf	7980 daN
Breaking strength ends free (min calculation) :	12,150 Lbf	5510 daN
Temperature rating :	-5°F to +375°F	-20°C to +190°C
Cable outside diameter :	.464" + or - .010"	11,80 mm + or - 0,25
Maximum end to end variation :	.010"	0,25 mm
Recommended minimum sheave/drum diameter :	24"	600 mm
Elongation :	80 Ft/KFt/KLbf	1,76 m/Km/1000 daN

ELECTRICAL

D.C. resistance at 68°F = 20°C :	Center cond :	10.4 Ohms/KFt	34,1 Ohms/Km
	Outer cond :	10.9 Ohms/KFt	35,7 Ohms/Km
	Armor :	1.2 Ohms/KFt	4,1 Ohms/Km
Insulation (min at 500 VDC) :		1,500 Megohms/KFt	457 Megohms/Km
Capacitance at 1 KHz :	Armor to outer conductor :	37 pf/Ft	123 pf/m
	Armor to center conductor :	40 pf/Ft	133 pf/m
Voltage rating :		1,000 VRMS	

AVAILABLE LENGTHS

20,000 Ft	P-298427
22,000 Ft	P-289218
24,000 Ft	P-290597



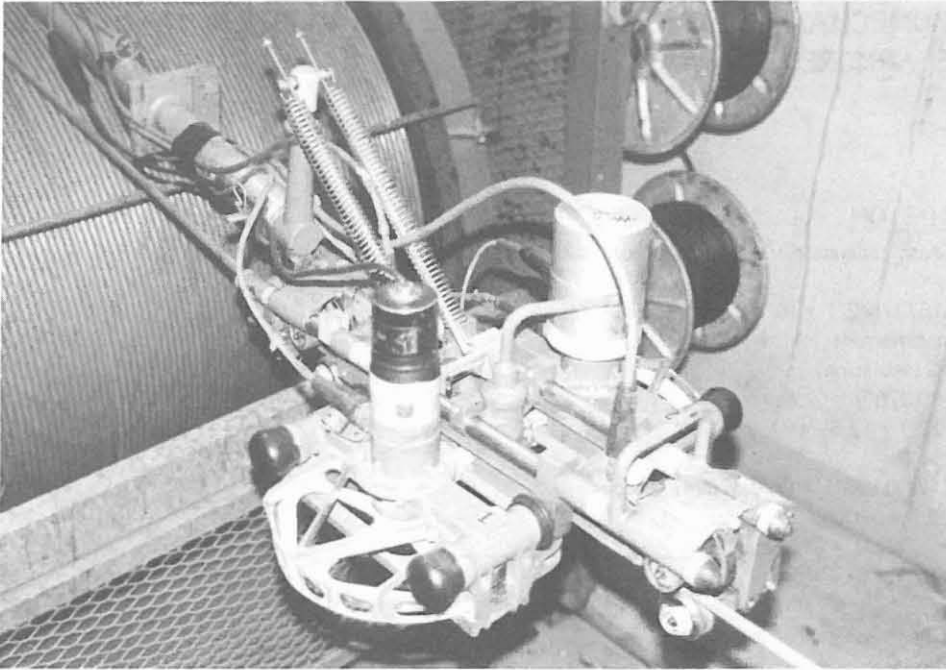


Abb. 3.5: Teufenmeßsystem, Typ Schlumberger

Zusätzlich ist hinter den Meßrädern noch eine Magnetmarkenerkennungsvorrichtung angeordnet. Sie kann die magnetischen Marken auf dem Kabel sowohl erkennen als auch neu setzen. Der übliche Abstand zwischen den Marken beträgt 50 m.

3.2.1.4 Meßkabelführung zum Bohrturm

Für die Meßkabelführung zum Bohrturm wurde gegenüber der Vorbohrung ein völlig neues Konzept erdacht. Zur Vorbereitung einer Messung in der konventionellen Weise, wie bei allen Bohrungen im Erdöl-Erdgasbetrieb, wird eine Rüstzeit von 0,5 - 1,5 h benötigt. Wenn der Testlauf einer Sonde über dem Bohrloch Fehler aufweist, kann die Vorbereitungszeit noch länger dauern. Für den Abbau nach der Messung wird je nach den Arbeitsbedingungen vor Ort nochmals ca. 0,5 - 1 h benötigt. Insgesamt mußte bisher mit einer Rüstzeit von ca. 1 - 2 h pro Bohrlochmessung gerechnet werden, die als Rig-Stillstandszeit den Etat belasten.

Für die KTB-Hauptbohrung wurde daher eine Infrastruktur geschaffen, mit deren Hilfe die Reduzierung der Bohranlagenstillstandszeiten aufgrund von Rüstzeiten für Bohrlochmessungen auf wenige Minuten bzw. auf Null gelungen ist. Die Grundidee hierzu bestand darin:

1. - das Bohrlochmeßkabel ständig im Turm zu belassen,
2. - Bohrlochmeßgeräte auch während der Bohrarbeiten in den Turm zu ziehen
3. - die Teste der Meßgeräte ohne Beeinflussung der Tätigkeiten im Turm durchzuführen und
4. - mit geringstem technischen Aufwand sofort nach Freigabe des Bohrloches mit der Einfahrt der Meßgeräte zu beginnen.

Folgende Sonderausrüstung und Bauvorhaben waren dazu erforderlich:

Bei ständigem Verbleib des Meßkabels im Bohrturm war es erforderlich dieses so zu verlegen, daß es auf dem Wege von der Winde zum Bohrturm weder den Betrieb auf dem Bohrplatz behindert, noch daß das Kabel selbst durch äußere Einflüsse beschädigt werden kann. Nach Abwägung verschiedener Konstruktionen wurde der Bau eines Windenkellers mit anschließender Bohrplatzuntertunnelung (Abb. 3.6) favorisiert.

- Windenkeller -

Die Kabelwinde mußte in einem sog. Windenkeller so tief installiert werden, daß das ablaufende Kabel unterhalb des Bohrplatzes zum Bohrturm gelangen konnte. Die Abmaße des Windenkellers können der Abb. 3.7 entnommen werden. Die Verankerung der Winde erfolgt mittels einer Kette und Spannschloß an einem 200 mm-Breitflanschträger. Der Träger ist beidseitig in die Wände des Kellers einbetoniert. Die Verlängerung des Kellers über den eigentlichen Windenraum hinaus ermöglicht eine gute Handhabung der Armaturen, die unterhalb der Logging Unit montiert sind.

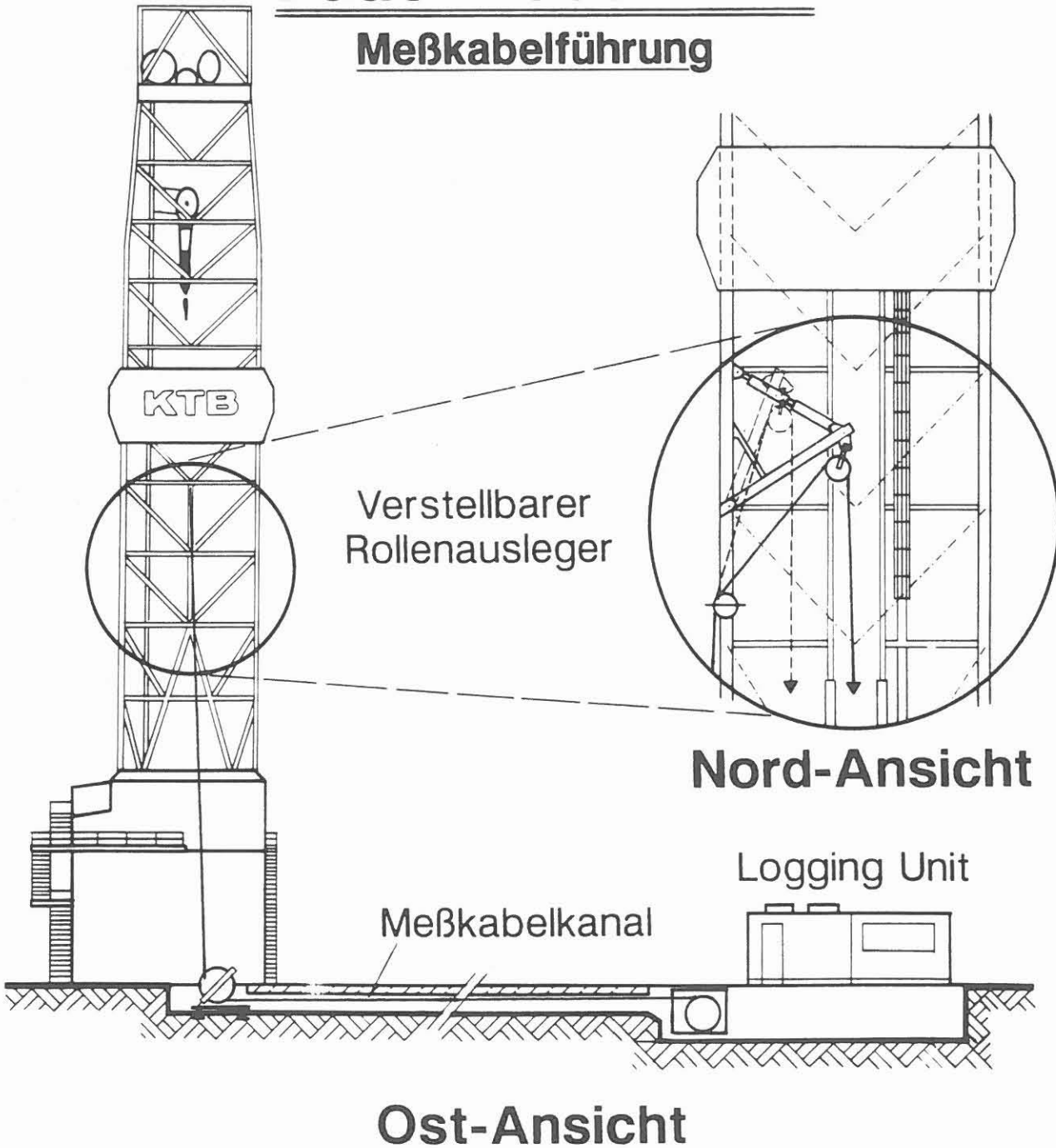
- Kabeltunnel -

Der Kabeltunnel (Abb. 3.6 u. 3.7) vom Windenkeller zum Bohrturm hat einen Querschnitt von 0,6 x 1,1 m. Die Höhe von 0,6 m ergibt sich aus der Wickelhöhe der Kabeltrommel und die Breite von 1,1 m ist das Maximum der Wickelbreite. Damit wird erreicht, daß das aufzuwickelnde Meßkabel frei und ohne Führung auf die Kabeltrommel zuläuft. Parallel zum Tunnel verlaufen zwei Kunststoffrohre von je 200 mm Ø. In einem Rohr liegen Versorgungsleitungen für Sprechverbindung, Monitorleitung für Sichtkontakt, Tensiometerleitung u.a. und ein Bohrlochmeßkabel

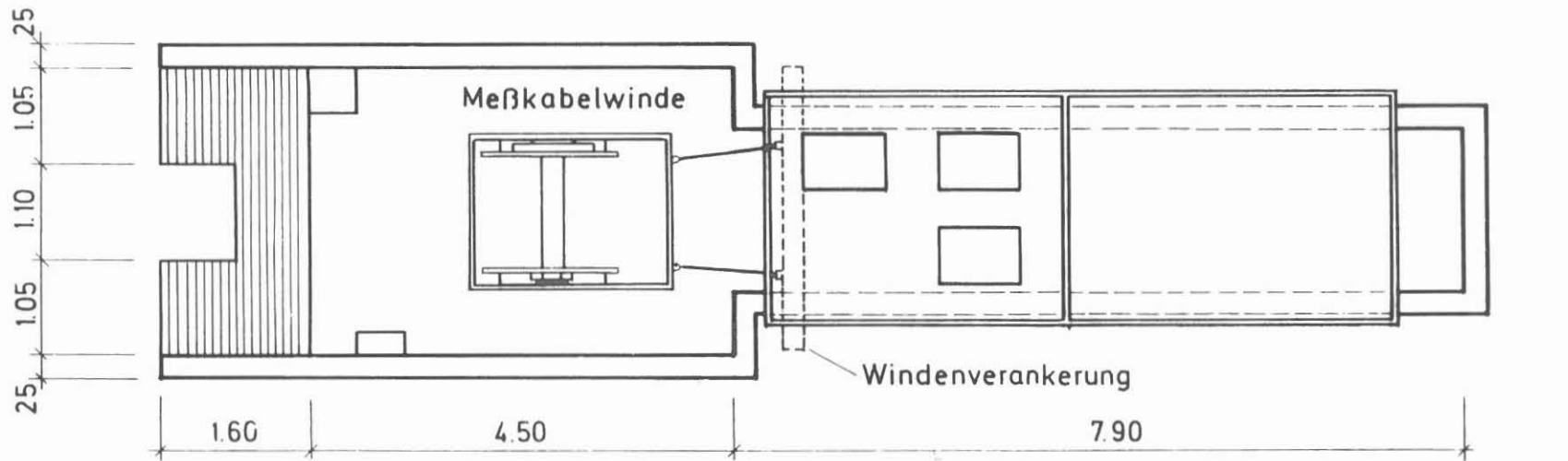
Abb. 3.6

Dauermeßstation

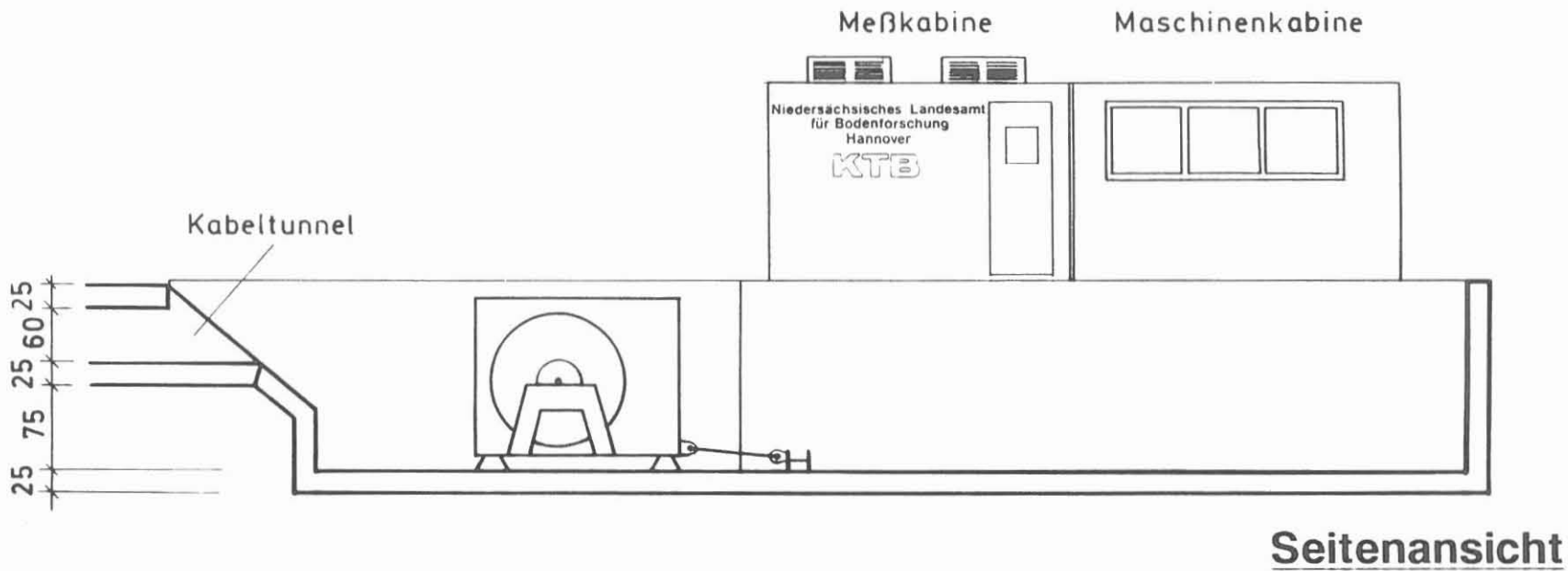
Meßkabelführung



Dauermeßstation Windenkeller und Logging Unit



Draufsicht



Seitenansicht

Abb. 3.7

als Verbindungsleitung zwischen Bohrturm und Meßeinheit. Das zweite Rohr ist für die Hydraulikleitungen reserviert, die für den Betrieb einer Capstan unit benötigt werden.

Das Ende des 55 m langen Kabeltunnels liegt auf der östlichen Seite und außerhalb des Bohrturms. In der ca. 3 m x 1 m großen Öffnung (Abb. 3.8) ist eine Umlenkrolle installiert. Die Verankerung der Rolle ist für 25 000 daN ausgelegt. Anstelle der Umlenkrolle wird ab einer Bohrlochtiefe von ca. 7000 m hier eine Friktionswinde (Capstan Unit) installiert. Von der Umlenkrolle wird das Meßkabel hinauf zu einer in 31 m Höhe außerhalb des Turms fixierten weiteren Umlenkrolle (Abb. 6), dann schließlich in den Turm hinein zur eigentlichen Trägerrolle (Top block) geführt. Die Trägerrolle ist an einem Schwenkarm befestigt.

- Schwenkarm

Der Schwenkarm (Abb. 3.9) ist eine Konstruktion, die es ermöglicht, die Trägerrolle für die Messungen über das Bohrloch zu schwenken und nach Abschluß der Messungen wieder zurück in eine den Bohrbetrieb nicht behindernde Ruhestellung. In dieser Ruhestellung können die Arbeiten ausgeführt werden, die sonst Rigzeit-Kosten verursachen. Die Höhe der Umlenkrolle über der Arbeitsplattform beträgt ca. 27 m. Sie ist hoch genug, um längere Meßgeräteteile in den Turm zu ziehen. Bis zu drei Geräteteile mit Einzellängen von ca. 8 m können im sog. Tool-Magazin in Höhe der Arbeitsplattform abgehängt werden. Hier können, ohne die Bohrarbeiten zu behindern, Meßgeräte auf die Plattform gezogen, getestet und für eine Messung vorbereitet werden. Sobald der Bohrmeißel das Bohrloch freigibt, wird das Gerät über das Bohrloch geschwenkt und ohne Verzögerung mit der Einfahrt des Meßgerätes begonnen. Die Belastbarkeit des Schwenkarms beträgt in der Auslage 147 kN und in der Ruhestellung 14,7 kN.

Die Abb. 3.10 zeigt am Beispiel der KTB-Bohrung, welche Kosten durch Wegfall der Rüstzeiten eingespart werden. Auf der Abszisse der Abbildung ist die Einsparung in Stunden und Tage und auf der Ordinate in DM aufgetragen. Drei Geraden im Koordinatenfeld geben die Kosten bei den Tagesraten von 80.000 DM/Tag, 100.000 DM/Tag und bei 150.000 DM/Tag wieder. Bei einer berechneten Einsparung von nur 1 h/Messung und einer Tagesrate von nur 100.000 DM erzielt man für das zur Zeit gültige Meßprogramm bis zur Endteufe einen Betrag von ca. 1,48 Mill. DM. Unvorhergesehene und bohrtechnische Messungen sind nicht in dieser Kalkulation enthalten.

End of cable channel

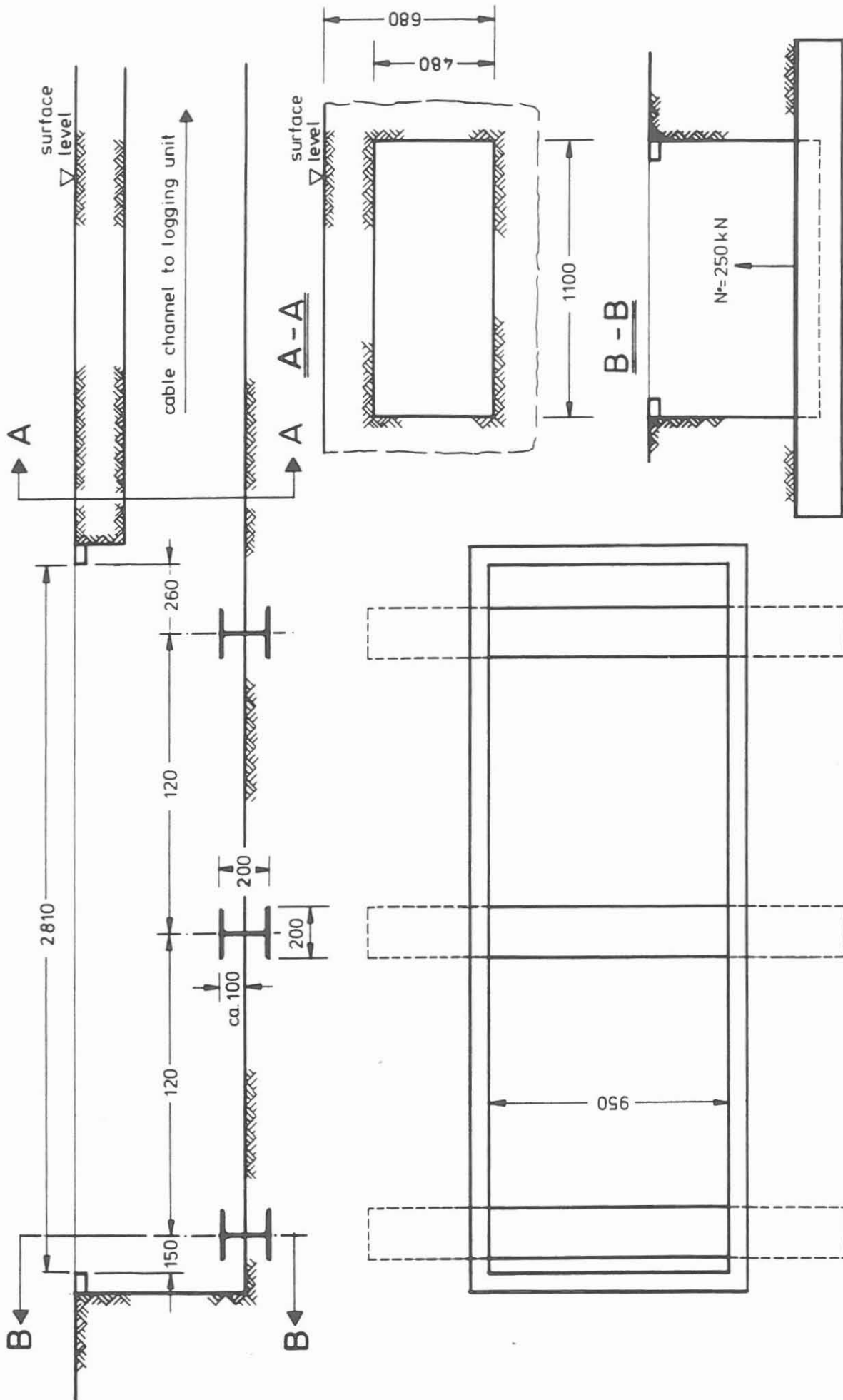


Abb. 3.9

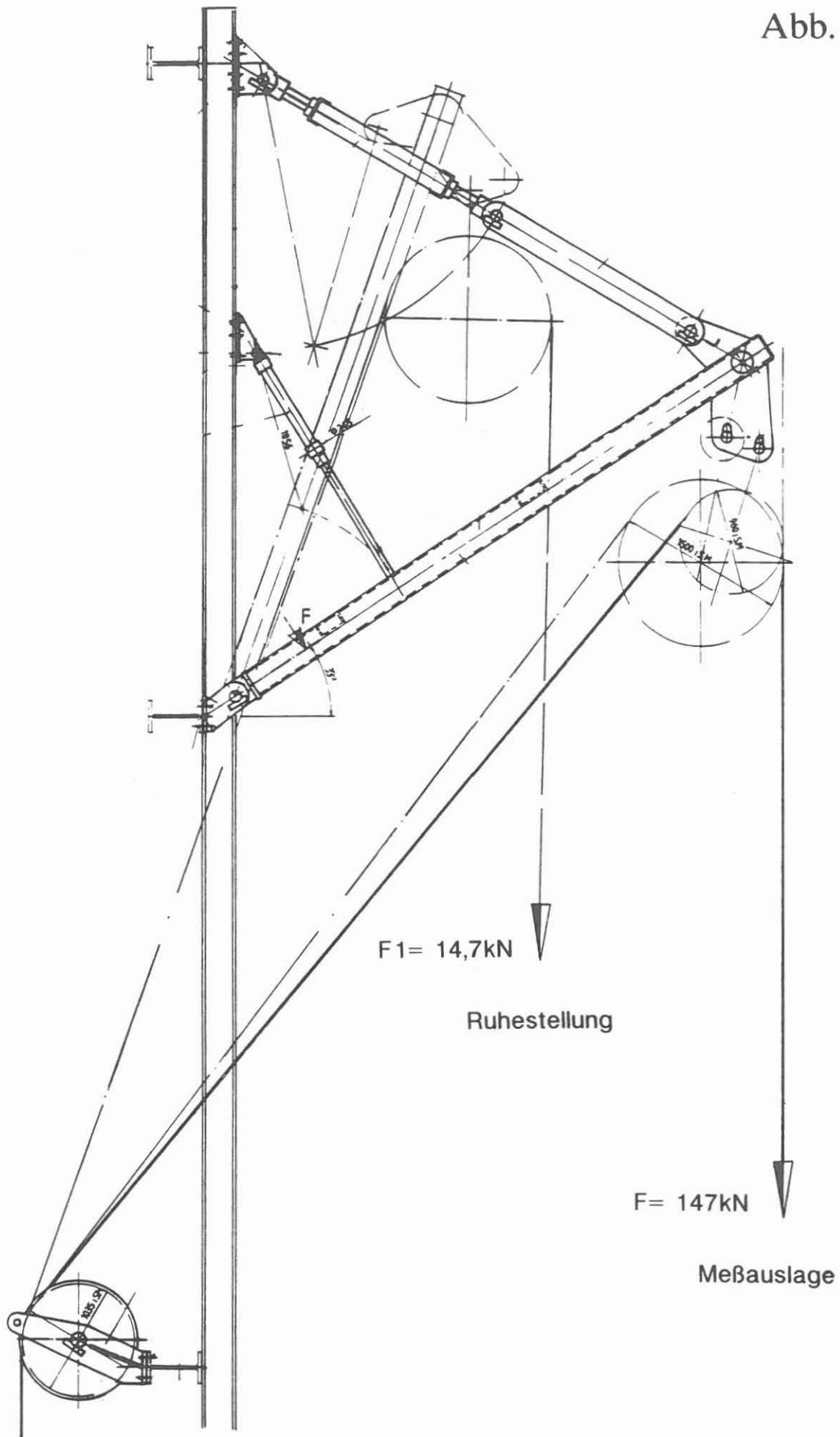


Abb. 3.9: Schwenkarm mit Umlenkrolle

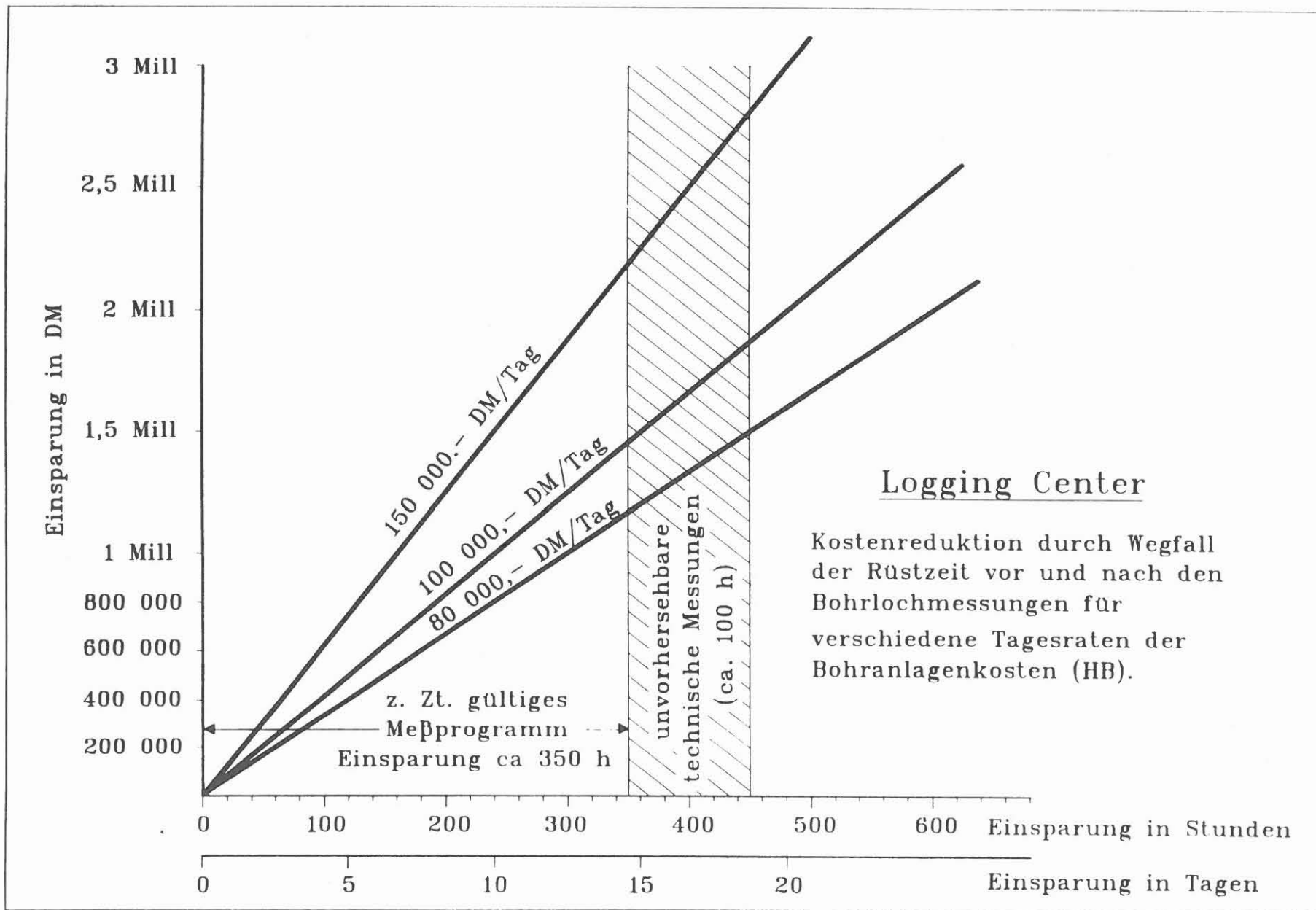


Abb. 3.10

3.2.2 Werkstätten

Die DMSt verfügt über eine Mechanik- und eine Elektronikwerkstatt. In die Elektronikwerkstatt ist zusätzlich ein Kalibrier- und Testlabor integriert.

Der Zweck dieser Einrichtungen liegt darin, Kosten für Reparaturen zu sparen und Eigenentwicklungen an Bohrlochmeßgeräten sowie andere Arbeiten und Reparaturen an der DMSt selbst und kurzfristig ausführen zu können. Das Personalkonzept ist so ausgelegt, daß sowohl die Mechanik als auch die Elektronik personell abgedeckt ist. So können außerhalb der Meßphasen die erforderlichen reparaturen, Kalibrierungen, Kontroll- und Entwicklungsarbeiten ausgeführt werden.

3.2.2.1 Mechanische Werkstatt

Die Mechanische Werkstatt ist mit allem Spezialwerkzeug zur Handhabung der KTB-eigenen Bohrlochmeßsonden sowie mit dem üblichen für eine Mechanikwerkstatt erforderlichen Werkzeugen ausgerüstet. Die Einrichtung wird gemeinsam mit dem Feldlabor genutzt.

An Geräten und Maschinen steht folgendes zur Verfügung:

- Drehbank mit Fräsvorrichtung (Tischgerät)
- Ständerbohrmaschine
- Fräsbank
- Bandsäge
- Bügelsäge (mit automatischem Vorschub)
- Kompressor
- Autogenschweißgerät
- Schutzgasschweißgerät
- Handbohrmaschine
- Flex
- Werkstattkran.

Die wichtigsten Verschleißteile für die Meßeinheit und die Bohrlochmeßgeräte werden in einem kleinen Ersatzteillager vorgehalten.

Der Werkstatttraum (Abb. 3.11) ist ein Container mit den Abmessungen B: 3 m x L 9 m x H 2,5 m. Er ist direkt vom Zelt aus, indem die Logging Unit untergebracht ist und die Bohrlochmeßgeräte gelagert und gepflegt werden, erreichbar. Damit werden die Wege für den Operator und für den Gerätetransport kurz gehalten.



Abb. 3.11: Mechan. Werkstatt, Reparatur einer Meßsonde

3.2.2.2 Elektrowerkstatt

Die Elektrowerkstatt ist ebenfalls wie die mechanische Werkstatt vor allem im Hinblick auf die Reparatur von KTB-eigenen Bohrlochmeßgeräten mit den erforderlichen Spezialwerkzeugen und Prüfgeräten und außerdem mit den wichtigsten für einen Elektroniker notwendigen Werkzeugen und Meßgeräten ausgerüstet. Die Werkstatt hat eine Größe von B 2,5 m x L 9 m x H 2,5 m. Ihr direkt angegliedert ist ein Kalibrierraum von 2,5 x 6 x 2,5 m. Im Kalibrierraum stehen folgende Geräte:

- Ein mit Öl gefülltes Bad mit Temperiereinrichtung zur Kalibrierung der Temperaturmeßsonden. Als Referenzthermometer steht das HP-2804 A mit hochgenauen Quarzsensoren zur Verfügung. Das Kalibrierbad kann mit der Badflüssigkeit (Ultratherm 250 W) bis auf eine Temperatur von 250 °C aufgeheizt werden. Zur Vermeidung des Austretens von Öldämpfen ist in Eigenentwicklung eine hermetische Abdichtung des Bades und eine Anlage zur Niederschlagung des Öldampfes entwickelt und gebaut worden. Das Bad hat eine Länge von 4 m und einen Querschnitt von B 150 x H 180 mm. Die Abmessungen sind so ausgelegt, daß zum Kalibrieren die gesamte Temperatursonde incl. der Elektronik eingetaucht wird und somit der gleichen Temperatur wie der zu kalibrierende Temperatursensor ausgesetzt ist.

- Zum Test und zur Überprüfung elektronischer Bauteile an geöffneten Bohrlochmeßsonden steht ein luftbeheizter Ofen zur Verfügung. Der Ofen ist so konstruiert, daß bis zu 3 m lange Meßgeräteteile im beheizten Bereich untergebracht werden können. Für längere Geräte können, je nach Durchmesser, unterschiedliche Durchführungen eingesetzt werden, um Wärmeverluste nach außen abzdämmen. Das Gerät ist sehr gut isoliert. Es ist mit 72 Heizplatten ausgelegt und hat eine Anschlußleistung von 7 kW. Drei Pt 100-Fühler können die Temperaturen an verschiedenen Punkten der Sonde messen. Zwölf weitere Pt 100-Fühler zwischen den Heizplatten sorgen für einen konstanten Sollwert der Temperatur. Die maximale Ofentemperatur beträgt 300 °C.
- Die Nachjustierung von Azimut- und Neigungsmeßgeräten kann an einem speziellen Teststand (Abb. 3.12) ausgeführt werden. Das Gerät besteht aus nichtmagnetischen Materialien (Bronze, Aluminium und Verschraubungen aus Titan) und ist so konstruiert, daß die verschiedenen Sondentypen mit Hilfe unterschiedlicher Buchsengrößen in das Trägerrohr eingepaßt werden können.

Zur Messung der Neigung steht ein vertikaler Teilkreis von 40 cm und zur Kontrolle des Azimutes ein horizontaler von 45 cm Durchmesser mit eingravierter Teilung zur Verfügung. Das Ausrichten der Teststation erfolgt über eine Drehpunkt-Stellvorrichtung mit Feinjustierung.

3.2.3 Bohrlochmeßgeräte

Wie in der Einleitung 3.1 beschrieben, dient die Schaffung der Infrastruktur für Bohrlochmessung der Einsparung von Kosten. Die für die Durchführung der technischen und wissenschaftlichen Ziele des Forschungsprojektes erforderlichen Bohrlochinformationen müssen ein Optimum an Datengewinnung bei gleichzeitig optimaler Gestaltung der Kosten enthalten.

In der Vorbohrung hat sich herausgestellt, daß für die notwendigsten Bohrlochmessungen der Kauf "KTB-eigener Bohrlochmeßgeräte" erforderlich ist. Sie sind

1. eine preisgünstige Variante (siehe Abschnitt 3.1) und
2. sofort und zu jeder Zeit verfügbar.

Optimale Kalkulation bedeutet auch, daß nicht jedes Gerät, das den wissenschaftlichen Wünschen gemäß ist, gekauft und an die Bohrung gelegt werden kann. Die Kosten für die Beschaffung und Unterhaltung mancher Geräte würden den finanziellen Rahmen des Projektes sprengen. Zur Zeit können folgende Messungen mit KTB-eigenen Geräten abgedeckt werden:

Abb. 3.12

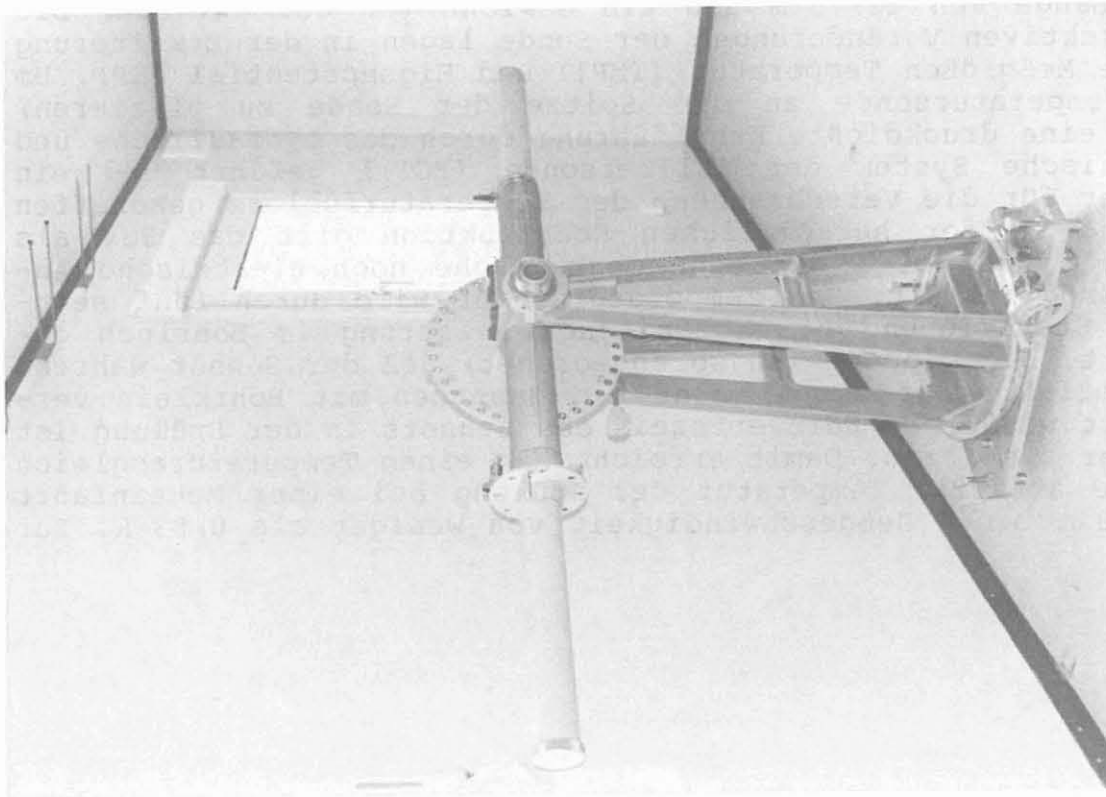
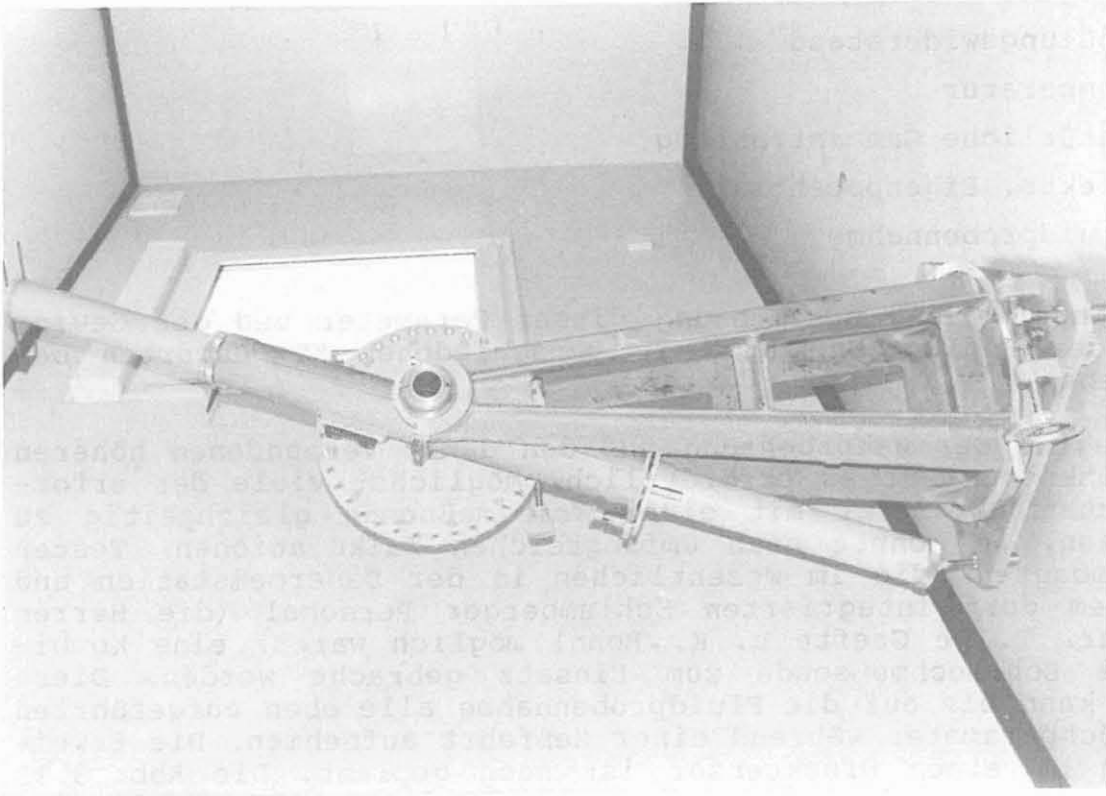


Abb. 3.12: Teststand für Azimut- und Neigungsmeßgeräte

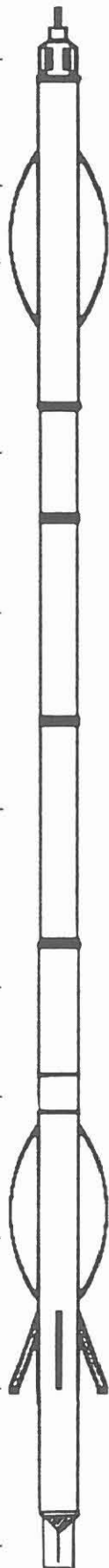
- Bohrlochkaliber
- Azimut
- Neigung
- Spülungswiderstand
- Temperatur
- natürliche Gammastrahlung
- elektr. Eigenpotential
- Fluidprobennahme

Die Einzelgeräte zur Messung dieser Parameter und der Gewinnung der Fluidproben sind in verschiedenen KTB-Reporten beschrieben.

Mit Beginn der Hauptbohrung und den damit verbundenen höheren Rigzeitkosten war es erforderlich, möglichst viele der erforderlichen Parameter mit einer Kombimeßsonde gleichzeitig zu gewinnen. So konnte nach umfangreichen Kalkulationen, Testen und Umbauten, die im wesentlichen in der Dauermeßstation und mit dem dort integrierten Schlumberger Personal (die Herren M. Kühr, I. De Grefte u. K. Bohn) möglich waren, eine kombinierte Bohrlochmeßsonde zum Einsatz gebracht werden. Diese Sonde kann bis auf die Fluidprobennahme alle oben aufgeführten Bohrlochparameter während einer Meßfahrt aufnehmen. Die Erweiterung um einen Drucksensor ist noch geplant. Die Abb. 3.13 zeigt eine skizzenartige Darstellung der Sonde. Links des Gerätes sind die Bezeichnungen der Sondenteile angegeben und rechts die Abkürzungen der Meßgrößen und die Abstände der Sensoren jeweils von der untersten Begrenzung der Sonde bis zum Sensor. Die gesamte Sonde einschließlich Kabelkopf hat eine Länge von 12,73 m und ein Gewicht von ca. 340 daN. Die konstruktiven Veränderungen der Sonde lagen in der Erweiterung um die Meßgrößen Temperatur (TMP1) und Eigenpotential (SP). Um die Temperatursonde an die Spitze der Sonde zu plazieren, mußte eine druckdichte Kabelführung durch das hydraulische und mechanische System der Kalibersonde (BGT) geführt und ein Adapter für die Verschraubung des Temperaturfühlers geschaffen werden. In der herkömmlichen Konstruktion gilt das BG₁ als Endgerät und hat weder eine mechanische noch elektrische Anschlußmöglichkeit. Der Temperatursensor wird durch fünf seitliche Stahlrippen vor mechanischer Belastung im Bohrloch geschützt. Die Rippen sind so angeordnet, daß der Sensor während der Meßfahrt gut umspült und ein Zusetzen mit Bohrklein verhindert wird. Die Halbwertszeit des sensors in der Spülung ist kleiner als 5 sec. Damit erreicht man einen Temperaturangleich an die aktuelle Temperatur der Spülung bei einer Meßeinfahrt mit 10 m min⁻¹ Meßgeschwindigkeit von weniger als 0,03 K. Zur

KTB - Kombisonde

Gerätebezeichnung	Meßgröße	Länge
Kabelkopf		12,17 m
AMS (Auxiliary Measurement Sonde)	TENZ MTEM MTRES	11,07 m 11,02 m
Zentrierer		
TCCG (Telemetrieteil)		
SGT (Sum. Gamma Ray Tool)	GR	8,25 m
TEDV (KTB-Eigenbau- elektronik)		
BGT (Elektronik) (Bore Hole Geometry Tool)		
Isolier - Adapter		
Zentrierer	DEVI RB AZIM	
BGT (Mechanik)		
SP-Elektrode	SP C1, C2 }	0,94 m
(SP-Elektrode) Temperatur	(SP) TMP1	0,05 m



Versorgung und Datenregistrierung des Temperatursensors wurde eine zusätzliche Elektronikkartusche (TEDV) erforderlich. Sie ist das Bindeglied zwischen der Temperatursonde und der Telemetrie (TCCB).

Die Messung des Eigenpotentials (SP) bedurfte bisher einer getrennten und deshalb mit zusätzlichen Kosten verbundenen Einfahrt. Die Kombisonde ist so konstruiert, daß das Eigenpotential sowohl bei der Einfahrt als auch bei der Ausfahrt mitgemessen werden kann. Dies geht auf Überlegungen von W. Kessels zurück. Bei der Einfahrt wird wie bei einer herkömmlicher Messung der Sondenkörper als SP-Elektrode benutzt. Bei der Ausfahrt jedoch übernehmen die an der Bohrlochwand schleifenden Kaliberarme die Funktion einer Kontakt-SP. Erste Messungen zeigen erstaunliche Ergebnisse mit neuem Informationsgehalt.

Eine detaillierte Beschreibung einschließlich erster Ergebnisse ist in Vorbereitung.

Weitere KTB-eigene Bohrlochmeßgeräte:

- Single Shot, Typ RG-2 (Eastman Whipstock GmbH) zur Messung der Neigung im Bohrgestänge

Kompaß-Pendelteil	0 - 2°
Genauigkeit: Neigung	± 2 - 3 min.
Azimut	± 0,5°

Schaltuhr	0 - 60 min.
-----------	-------------

Einsatztemperatur:	
kurzfristig bis	150 °C
Druckbereich max	700 bar

Gehäusedurchmesser	45 mm OD
--------------------	----------

- 6-Arm BGT
Beschreibung siehe KTB-Report 90-6a, S. 433-436
- Fluidsampler (FS)
Beschreibung siehe KTB-Report 90-5, S. 103-110
- Eigenpotential (SP)
Beschreibung siehe KTB-Report 87-3, S. 100-101
- Kernbohrmeßsysteme (MEM)
Beschreibung siehe KTB-Report 87-4, S. 121-122.

Das Kernbohrmeßsystem hat 85 mm Außendurchmesser und eine Länge von 1000 mm. Es wurde im modifizierten Innenkernrohr des KTB-Seilkernrohres während der Bohrarbeiten in der Vorbohrung untergebracht. Es diente zur Aufnahme und Speicherung von Temperatur- und Neigungsdaten.

Zur Zeit wird die Elektronik und Sensorik so modifiziert, daß die Bauteile in ein Gehäuse mit 60 mm Außendurchmesser passen. Das Gerät soll dann in der Hauptbohrung für verschiedene Messungen zur Verfügung stehen:

- Z. B.: - Neigung u. Temperatur im Gestänge
- Kernorientierung für "Core slicer"
- BHT ("Bottom Hole Temperature")-Bestimmung u. a.

3.3 Konzept der DMSt für die Teufe von 5500 m bis ET

Die zur Zeit in der DMSt verfügbare Ausrüstung reicht, bedingt durch das Meßkabel, noch für eine Meßteufe bis ca. 5500 m. Die Abb. 3.14 zeigt die Bandbreite für den Einsatz variabler Gewichte für die Bohrlochmeßgeräte (Toolgewicht) von 300 bis 500 daN.

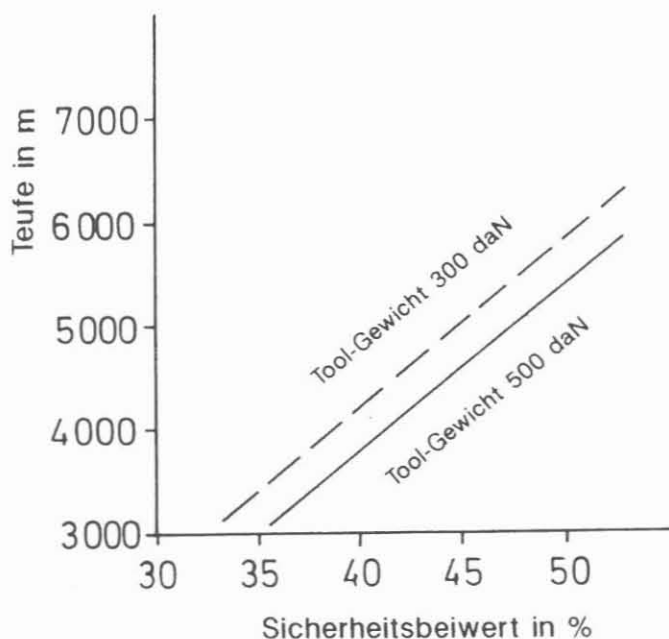


Tabelle 2:

Kabelgew. in Wasser	390 daN/km
Reibungskraft	100 daN/km
Zugreserve	800 daN
Toolgewicht	300/500 daN
Bruchlast	7980 daN

Abb. 3.14:
Sicherheitsbeiwert für
7-46 V-Bohrlochmeßkabel

Entscheidend für die Belastung eines Bohrlochmeßkabels ist die Einhaltung des Sicherheitsbeiwertes. Dieser sollte die Größe von 0,5 (50 % der Bruchlast des Kabels) nicht überschreiten. Die Tabelle 2 beinhaltet die für die Rechnung berücksichtigten Werte.

Sollte aus technischen Gründen ein Kabeldefekt auftreten und das Meßkabel gekürzt werden müssen, so besteht die Möglichkeit durch einen Kabelspleiß die notwendige Länge wieder herzustellen.

3.3.1 Technische Einrichtungen für die Meßtiefen über 5500 m

- Bohrlochmeßkabel

Erste Untersuchungen und Berechnungen für den Einsatz eines Bohrlochmeßkabels für große Tiefen werden schon während der KTB-Vorstudien von Fries u. Hänel (1984) ausgeführt. Diese gingen jedoch von anderen Voraussetzungen bezüglich der Spülungsdichte, Bohrtiefe und Temperaturen aus. Insbesondere die geplante Spülungsdichte von ca. 1,03 kg/m³ hat wegen des geringen Auftriebs einen großen Einfluß auf die Kabeltragfähigkeit. Eine Änderung der Spülungsdichte um 0,5 kg/m³ verursacht eine Kabellängenbeeinflussung von ca. 13 %.

Zur Entscheidungsfindung, welches Kabel schließlich in der maximalen Tiefe der KTB-Oberpfalz HB bei 300 °C und ca. 1200 bis 1400 bar Umgebungsdruck zum Einsatz kommen soll, wurden die Erzeugnisse aller führenden Kabelhersteller herangezogen. Eigene Kabelauslegungsrechnungen, Kessels (1990) ermöglichten die Überprüfung der von den Firmen angebotenen Kabelvorschlägen. Als Ergebnis der Untersuchungen stellte sich heraus, daß mit einem Einzelkabel die Endteufe nicht erreichbar ist. Die zu erreichende Teufe unter Einbehaltung eines Sicherheitsbeiwertes von 0,5 (50 % der Bruchlast) und der Randbedingungen laut Tabelle 3 beträgt bei einem Meßgerätegewicht von 300 daN ca. 8400 m (Abb. 3.15).

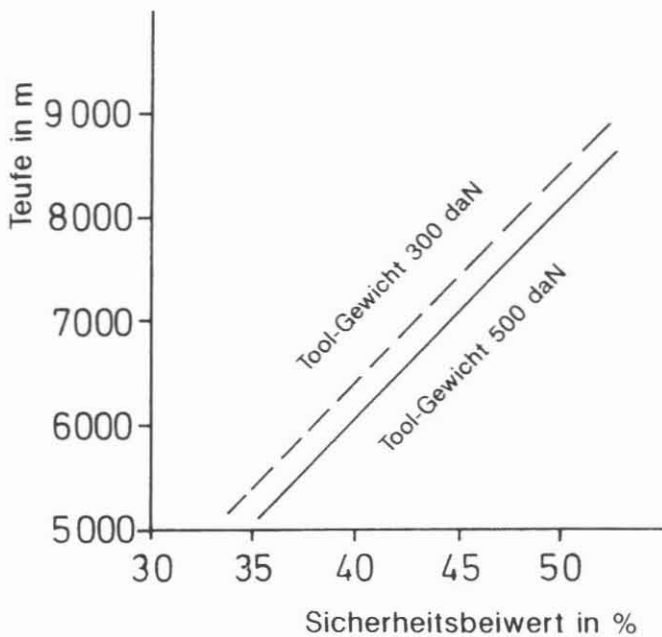


Tabelle 3

Kabelgew. in Wasser	500 daN/km
Reibungskraft	100 daN/km
Zugreserve	800 daN
Toolgewicht	300/500 daN
Bruchlast	13.100 daN

Abb. 3.15:

Sicherheitsbeiwert für 7-52 V/NA
Bohrlochmeßkabel

Die Endteufe der Hauptbohrung ist demnach nur mit einem Stufenkabel erreichbar. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß das obere Kabel die Last des gesamten Kabelstranges tragen muß. Das untere Kabel muß also sehr leicht sein, bzw. einen Teil des oberen Kabels zur Einsparung von Gewicht ersetzen. Derartige Kombinationsberechnungen für Zwei- und Dreistufenkabel liegen vor (Kessels, 1990).

Ergebnisse der Kabelplanung

Die Abb. 3.16 zeigt, welche Kabelkombinationen, hier insbesondere im Hinblick auf die Temperaturbegrenzungen, einsetzbar sind. Der Hintergrund der Darstellung stellt die Plankurve des Bohrfortschrittes nach Sperber (1991) dar. Im Vordergrund ist eine fächerartige Kurve der Temperaturannahmen mit linearer Zunahme bis 10.000 m Tiefe aufgezeichnet. Die Signaturen im Fächer geben die Einsatz Tiefen für die auf der X-Achse aufgeführten Kabeltypen wieder.

Der Kabeltyp 7-52 V/NA ist bereits in der Fertigung. Er wird nach den Vorgaben, auf der rechten Seite der Abb. 3.16, eine mechanische Gesamtlänge von 9100 m haben, wird aber ab 5000 m Länge mit einem anderen Isoliermaterial versehen, das den Temperaturbereich bis 230 und kurzzeitig sogar bis 260 °C vertragen soll. Am unteren Ende des 7-52 V/NA-Kabels wird ein Adapter befestigt sein, an dem weitere hochtemperaturkabel angekoppelt werden können. Die folgende Tabelle 3 zeigt Firmenangaben von möglichen Kabeltypen.

KTB – OBERPFALZ HB

Drilling Rate Curve

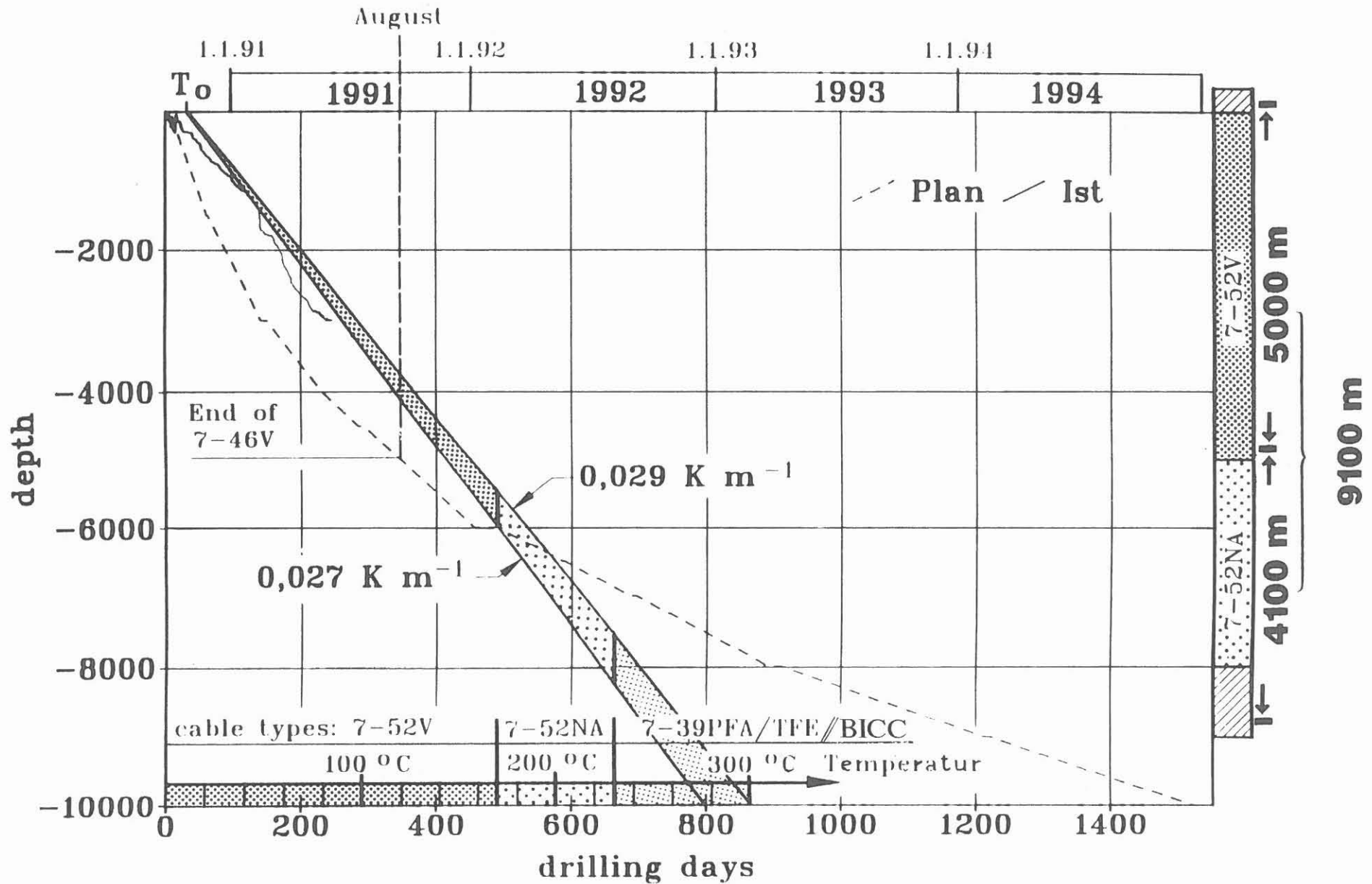


Abb. 3.16

Tabelle 3

Hersteller:	Vector Cable	Vetor Cable	BICC
Kabeltyp:	7-39TFE	7-39PFA	MTGA4T 305.16
Gewicht in daN/km:	379	379	270
max. Temper. in °C:	324	302	500
Reißfestigk. in daN:	5300	5300	4536

- Adapter

Der oben erwähnte Adapter wird nach der bisherigen Planung eine Telemetriestation für Meßdaten aus dem tieferen Bohrlochbereich sein. Diese Telemetriekartusche soll nach Möglichkeit nicht tiefer als bis ca. 7000 m entsprechend 200 °C eingefahren werden, um die Temperaturbeständigkeit lange zu erhalten. Die Arbeiten hierzu sind noch nicht abgeschlossen.

- Friktionswinde (Capstan Unit)

Bei Überschreitung einer Teufe von ca. 7500 - 8000 m ist auch der Austausch der Umlenkrolle am Ende des Kabeltunnels gegen eine Friktionswinde (Capstan Unit, Abb. 3.17) erforderlich.

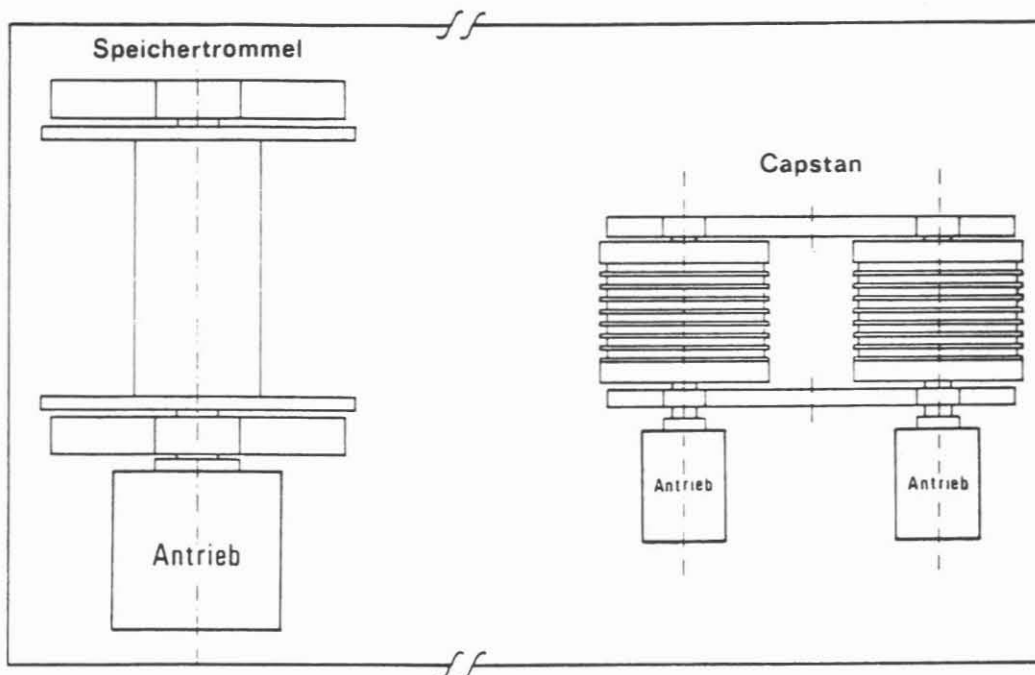


Abb. 3.17

Die Aufgabe der Friktionswinde besteht in der Übernahme der Zugkraft von der Kabelwinde. Die Kabelwinde, deren Antriebskraft nur für eine Meßtiefe von ca. 7500 m reicht, übernimmt dann die Aufgabe einer Speicherwinde. Sie wird synchron zur Geschwindigkeit der Friktionswinde angetrieben aber nur mit einem Kräfteverhältnis von ca. 1:50. Die Versorgung der Friktionswinde mit dem erforderlichen hydraulischen Antrieb erfolgt durch eine erweiterte Druckerzeugung in der DMSt. Die Steuerung der Friktionswinde wird vom Fahrpult in der Meßkabine ausgehen. Die Überwachung der Kabelführungen wird mit einer Videokamera erfolgen.

- Kabelwinde für Hochtemperaturkabel

Eine weitere Kabelwinde für die Handhabung des Hochtemperaturkabels (siehe Abschnitt: 3.3.2) soll an der D-Seite des Bohrturms aufgestellt werden. Die Winde muß eine eigene Steuer- und Antriebseinheit besitzen. Die Kabeltrommel wird ein geteiltes Wickelbett haben. Auf der einen Seite wird das Hochtemperaturkabel aufgewickelt, auf der anderen die fixe Kabellänge (Winde-Turm) incl. Extrafach für den Stecker. Die Signale der Teufenmessung dieser Kabelwinde werden zusätzlich zur Meßkabine übertragen und finden in der Teufenzählung der Hauptmessung Berücksichtigung.

3.3.2 Kurzgefaßte Plandarstellung für die Umrüstung der DMSt zur Erreichung der Meßteufen 10.000 m bzw. 12.000 m.

Stufe I: Meßteufe bis ca. 7500 - 8000 m

Die zur Zeit in der DMSt verfügbare Winden- und Kabelausrüstung muß nach ca. 5500 m Bohrlochtiefe ersetzt werden. Geplant ist das Austauschen der Kabeltrommel gegen eine größere Trommel mit 57" Flanschhöhe und einem maximalen Fassungsvermögen von ca. 9100 m Bohrlochmeßkabel. Die Windenkonstruktion muß entsprechend der neuen Abmessungen der Trommel modifiziert werden. Die installierte Hydraulikversorgung ist für die neuen Bedingungen ausreichend. Als Bohrlochmeßkabel wird ein Kombinationskabel aus 5000 m 7-52 V und 4100 m 7-52 NA mit einer Temperaturbeständigkeit bis ca. 180 °C (V) bzw. bis 230 und kurzfristig bis 260 °C (NA). Das Kabel wird in einer Länge hergestellt, es wechselt nur bei 5000 m das Isoliermaterial. Das 7-52 V/NA Kabel hat einen Durchmesser von 13,36 mm, es ist um ca. 2 mm dicker als das bisherige 7-46-Kabel. Daraus folgt, daß auch die Führungsrollen am Zählwerk und die Umlenkrollen am Ende des Kabeltunnels und im Turm gewechselt werden

müssen. Damit ist die Meßeinrichtung schließlich bis zu einer Tiefe von ca. 7500 - 8000 m, das entspricht einer Temperatur bis ca. 230 °C, einsatzfähig.

Stufe II Meßstufe tiefer 7500 - 8000 m

Für die Stufe II ist die Anbindung eines weiteren Kabeltypes mit noch höheren Temperaturspezifikationen bei geringerem Eigengewicht erforderlich. Vorgesehen ist zunächst der Kabeltyp 7-39 PFA für die maximale Temperatur bis ca. 280 - 290 °C und ein weiterer Kabeltyp 7-39 TFN, der nach Firmenangaben bis ca. 315 °C einsetzbar ist. Leider gibt es für diese Kabel noch keine Felderfahrungen und auch keine Simulationsergebnisse, die den erwarteten Bedingungen der Hauptbohrung entsprächen. Für die Extrembedingungen steht noch ein mineralisiertes Bohrlochmeßkabel zur Verfügung, das für Temperaturen bis über 400 °C eingesetzt werden kann. Die Kabelköpfe hierzu müssen jedoch noch entwickelt werden.

Das Anbinden eines dieser drei Kabel oder gar einer Kombination dieser Hochtemperaturkabel erfolgt über einen "Adapter", der am Ende des 7-52 V/NA-Kabels befestigt ist.

Für die Handhabung (Ein- und Ausfahrt) wird das Hochtemperaturkabel auf einer zusätzlichen Kabelwinde aufgespult, da sonst die Steckerverbindung über die Umlenkrollen und über die "Capstan Unit" geführt werden müßten.

3.3.3 Ein erstes vorläufiges Konzept für die technische Durchführung der Ein- und Ausfahrt mit zwei Bohrlochmeßkabeln sieht folgendes vor:

A. Einfahrt

Grundausrüstung:

- Winde 1 (DMSt) mit ca. 8000 m 7-52 V/NA-Kabel
- Winde 2 (Bohrplatz D-Seite) mit ca. 2000 - 3000 m Hochtemperaturkabel und einer fixen Kabellänge von der Winde bis zur Umlenkrolle im "V-door".

Abb. 3.18 zeigt den ersten Arbeitsgang:
Das Hochtemperaturkabel wird über die Umlenkrolle im V-door und die Umlenkrolle am Kloben in den Turm eingeführt und das Bohrlochmeßgerät angeschlossen. Das Kabel der Winde 1 hängt mit seinem Adapter in Bereitschaft am Schwenkarm.

Abb. 3.19 zeigt den zweiten Arbeitsgang:

Das Meßgerät wird mit der Winde 2 eingefahren bis die Steckverbindung zwischen der fixen Kabellänge der Winde 2 und dem Hochtemperaturkabel die Umlenkrolle erreicht hat.

Das Kabel der Winde 1 hängt in Bereitschaft.

Abb. 3.20 zeigt den dritten Arbeitsschritt:

Der Kloben mit der Umlenkrolle wird auf die tiefste Stellung runtergefahren und das Kabel über dem Drehtisch abgehängt.

Abb. 3.21 zeigt den vierten Arbeitsschritt:

Der Kloben wird hochgefahren, der Schwenkarm mit dem Kabel der Winde 1 über das Bohroch geschwenkt und die zwei Kabel mittels Adapter verbunden. Fixe Kabellänge der Winde 2 ist entkoppelt. Kabelabhängung am Drehtisch kann gelöst und die gesamte Kombination mit der Winde 1 eingefahren werden.

B. Ausfahrt

Die Ausfahrt erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

3.4 Büroeinheit

Eine wesentliche Aufgabe der DMSt war von Anfang an, Meßergebnisse, die insbesondere für die Durchführung der Bohrung erforderlich sind, sofort und umfassend zur Verfügung stellen zu können. Dazu ist es notwendig, daß, sobald die Meßergebnisse vorliegen, von einem vor Ort anwesenden Auswerteteam die Daten mit entsprechender Rechnerkapazität verarbeitet, interpretiert und in übersichtlicher Form dargestellt werden.

Zur Erfüllung dieser und anderer Aufgaben für das Referat Bohrlochmessungen wurde die zur Infrastruktur gehörende Büroeinheit geschaffen.

Die Abb. 3.2 zeigt neben dem technischen Bereich des Logging Centers sieben Büroräume, einen Raum für die DV-Hardware und einen Besprechungsraum. Die gesamte Einheit besteht aus einzelnen Containern. Die Büroräume haben eine Größe von 3 x 5 m und der Besprechungsraum eine solche von 6 x 6 m. Alle Büroräume sind mit Terminals für die Mitarbeiter des Referates Bohrlochmessungen ausgerüstet. Im Besprechungsraum sind zusätzlich drei Arbeitsplätze für Mitarbeiter der Universitäten und Gastwissenschaftler eingerichtet. Die Geräte im DV-Raum sind direkt über ein Lichtleiterkabel mit dem Zentralrechner im Feldlabor vernetzt.

Abb. 3.18

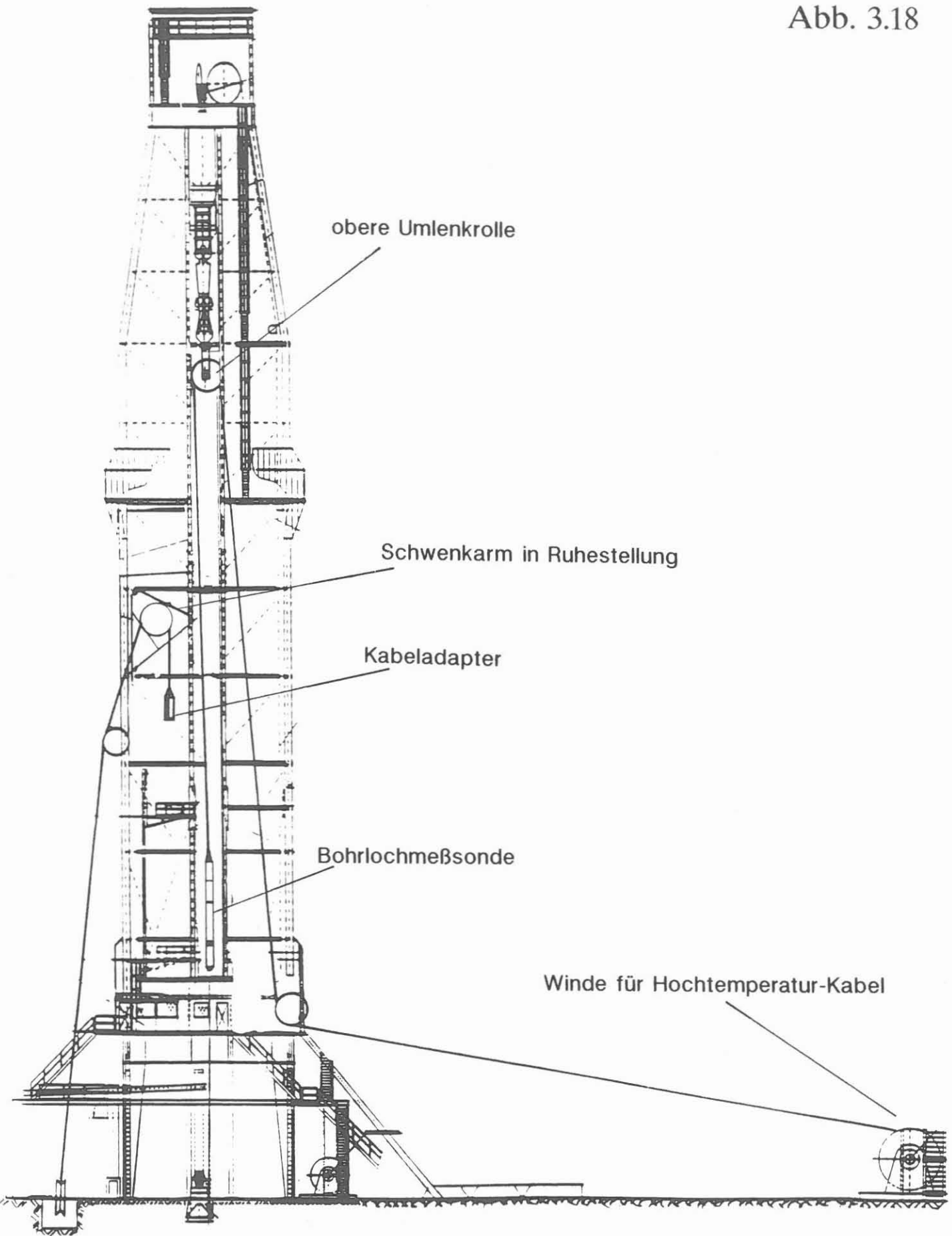


Abb. 3.19

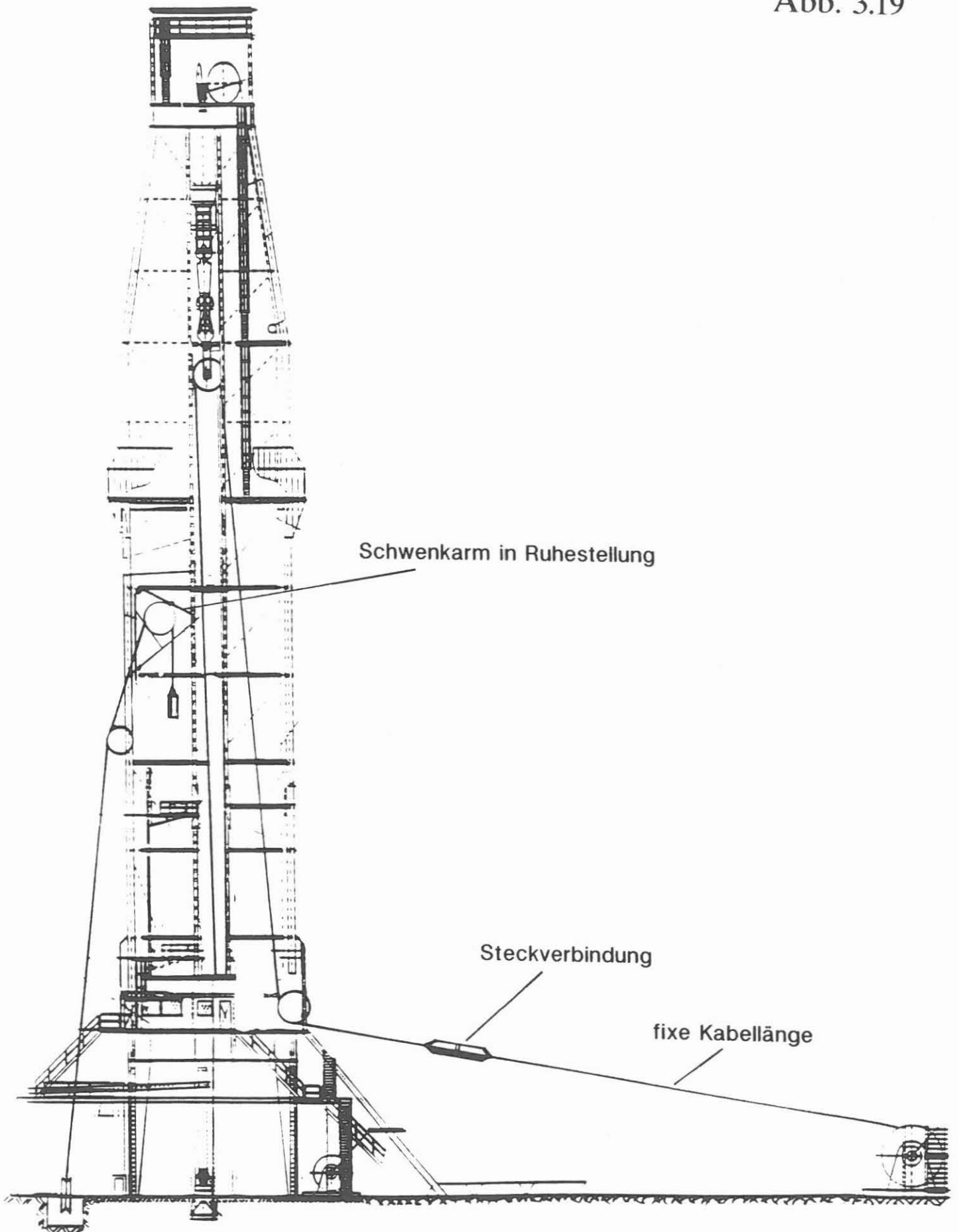


Abb. 3.20

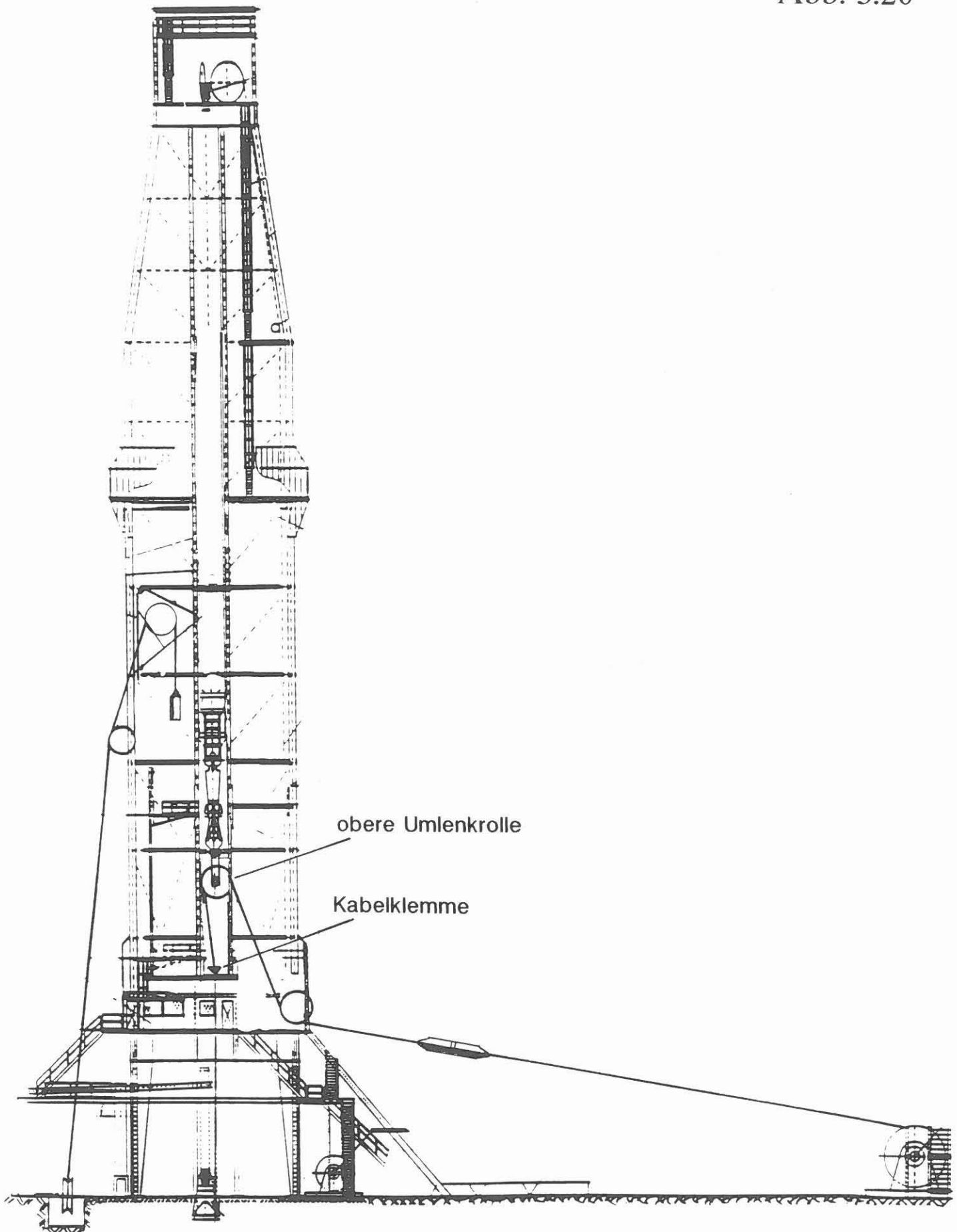
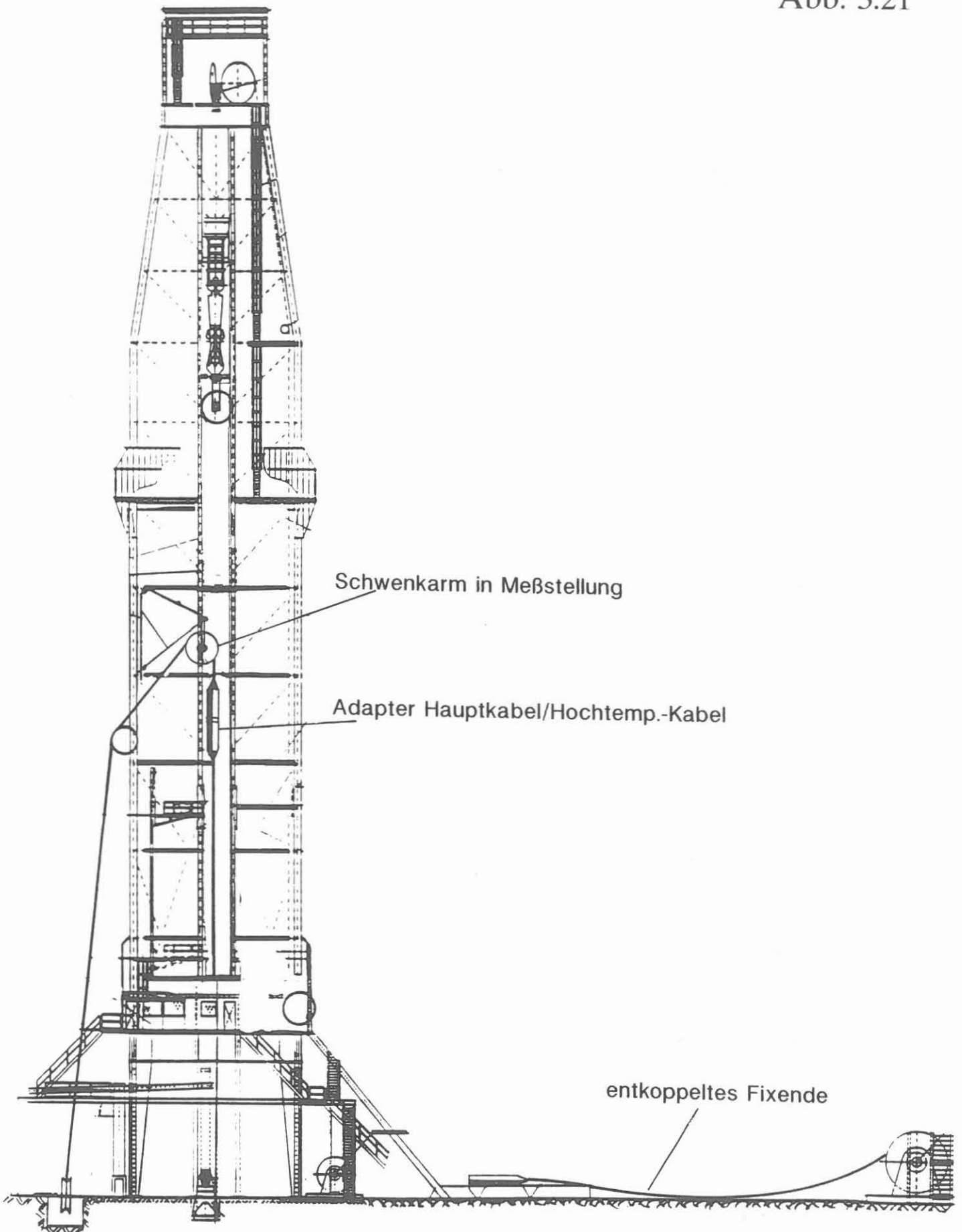


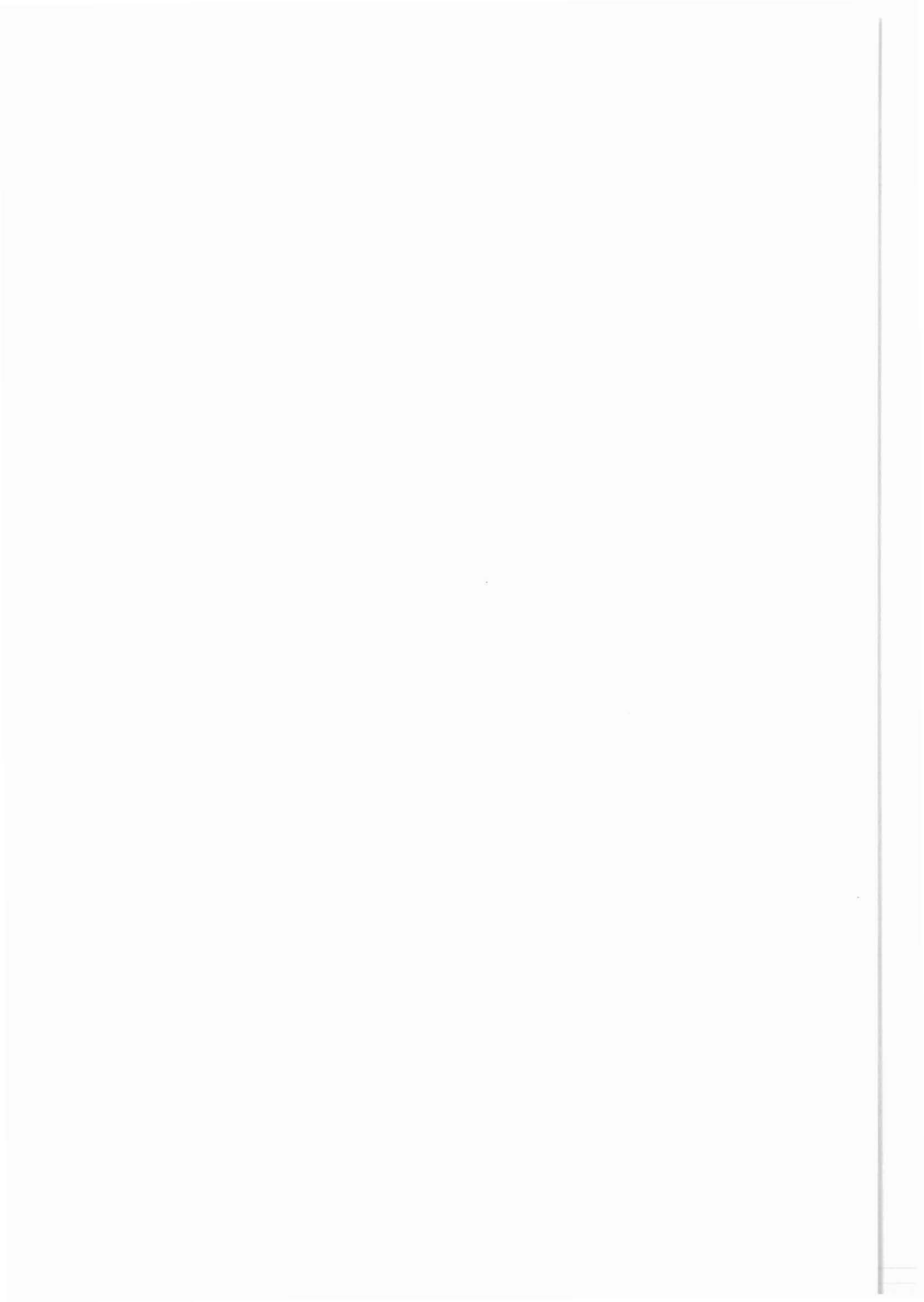
Abb. 3.21



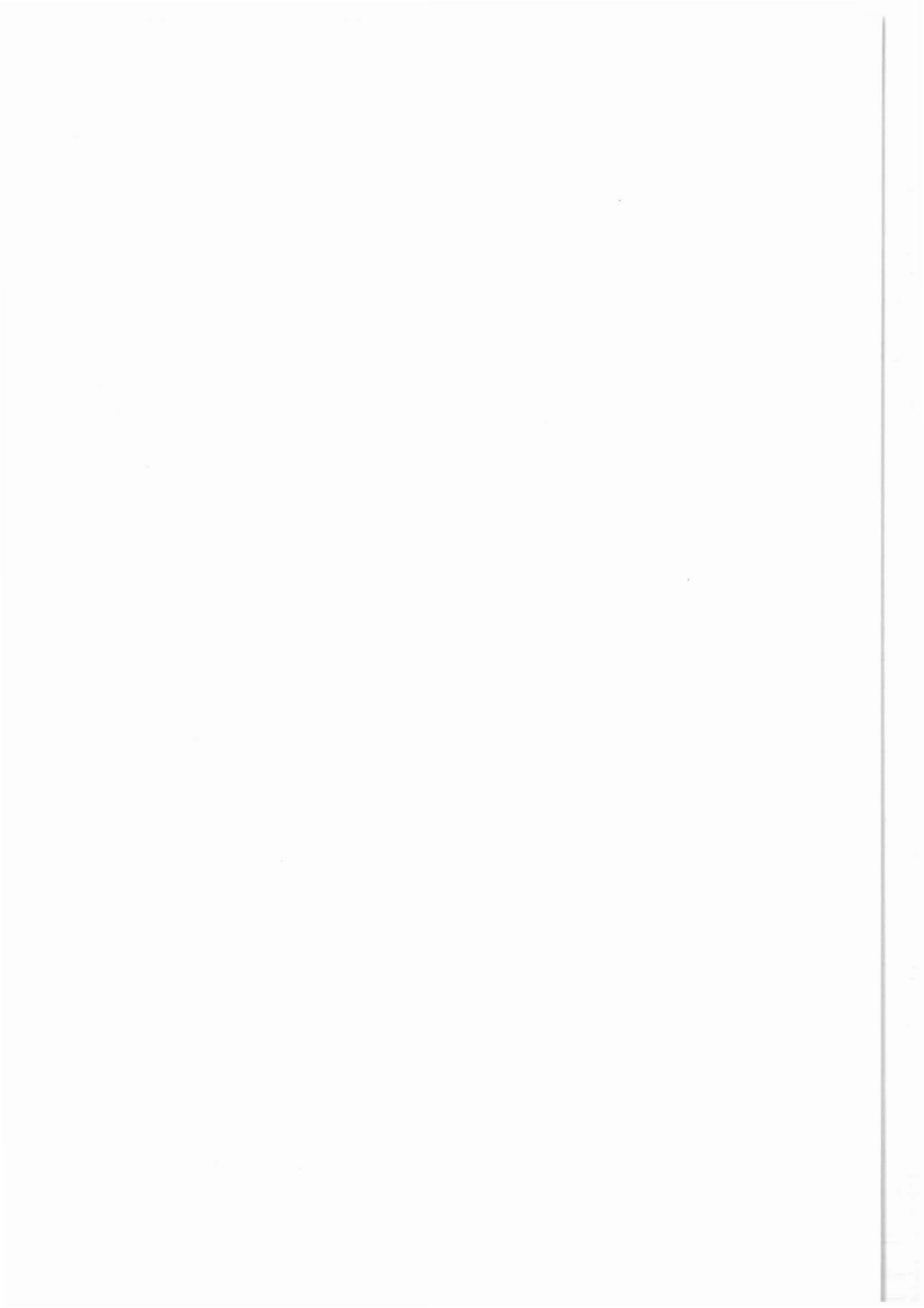
3.5 LITERATURVERZEICHNIS

HÄNEL, R. (1987): Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 2). Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, KTB-Report 87-3, 79-90.

Kessels, W. (1990): Auslegungsrechnungen zum Einsatz eines Bohrlochmeßkabels in der KTB-Hauptbohrung. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, Archiv-Nr. 106 817, 28 S.



4. Angaben zur Bohrung KTB-Oberpfalz HB



4 ANGABEN ZUR BOHRUNG KTB-OBERPFALZ HB

Aufgeführt sind nur Informationen, die für die Durchführung der Bohrlochmessungen bzw. für die später sich anschließenden Auswertungen von Bedeutung sind.

Lokation

Koordinaten: H-Wert 5519 864,4 : 49° 48' 58,8"
R-Wert 4508 775,3 : 12° 7' 19,2"

Höhe über NN: 513,8 m (Ackersohle)
Höhe seismisches Bezugsniveau: 500 m über NN

- . Gemeinde: Windischeschenbach
- . Kreis : Neustadt an der Waldnaab
- . Land : Bayern

Angaben zur Bohranlage

- . Typ : UTB-1 GH 3000 EG
- . Drehtischhöhe : über Ackersohle 11,75
- . Teufenbezugshöhe : Ackersohle
- . Verrohrungstiefen : 32" bis 5,7 m (zementiert)
24" bis 290,0 m (zementiert)

Spülung bei Meßbeginn am 20.10.1990

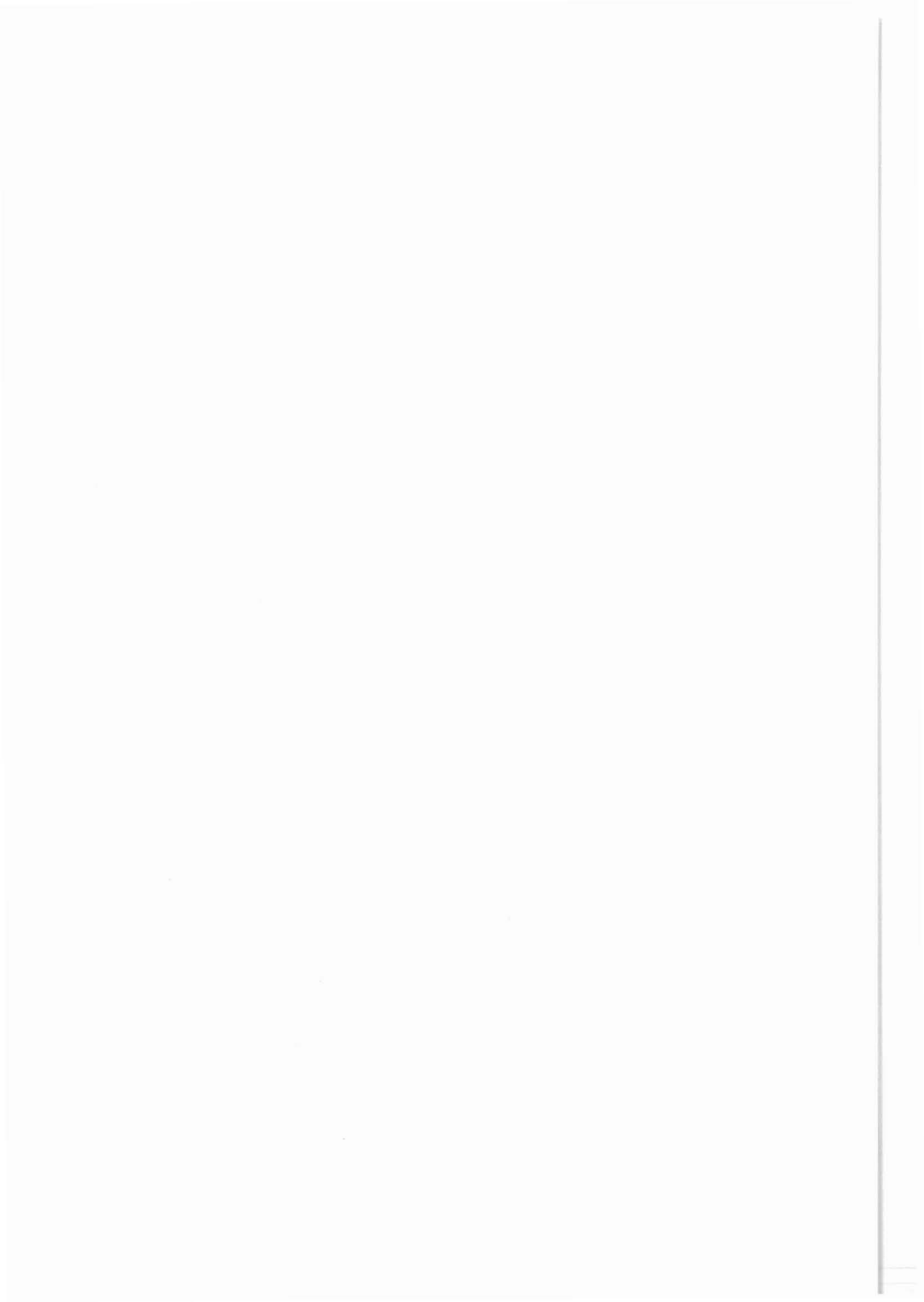
- Süßwasser mit Dehydril HT
- . Spülgewicht : 1,02 g/cm³
 - . Spülviskosität : 49/62 s
 - . Spülwiderstand : -
 - . ph-Wert der Spülung : 10,0

Spülung bei Meßbeginn am 20.12.1990

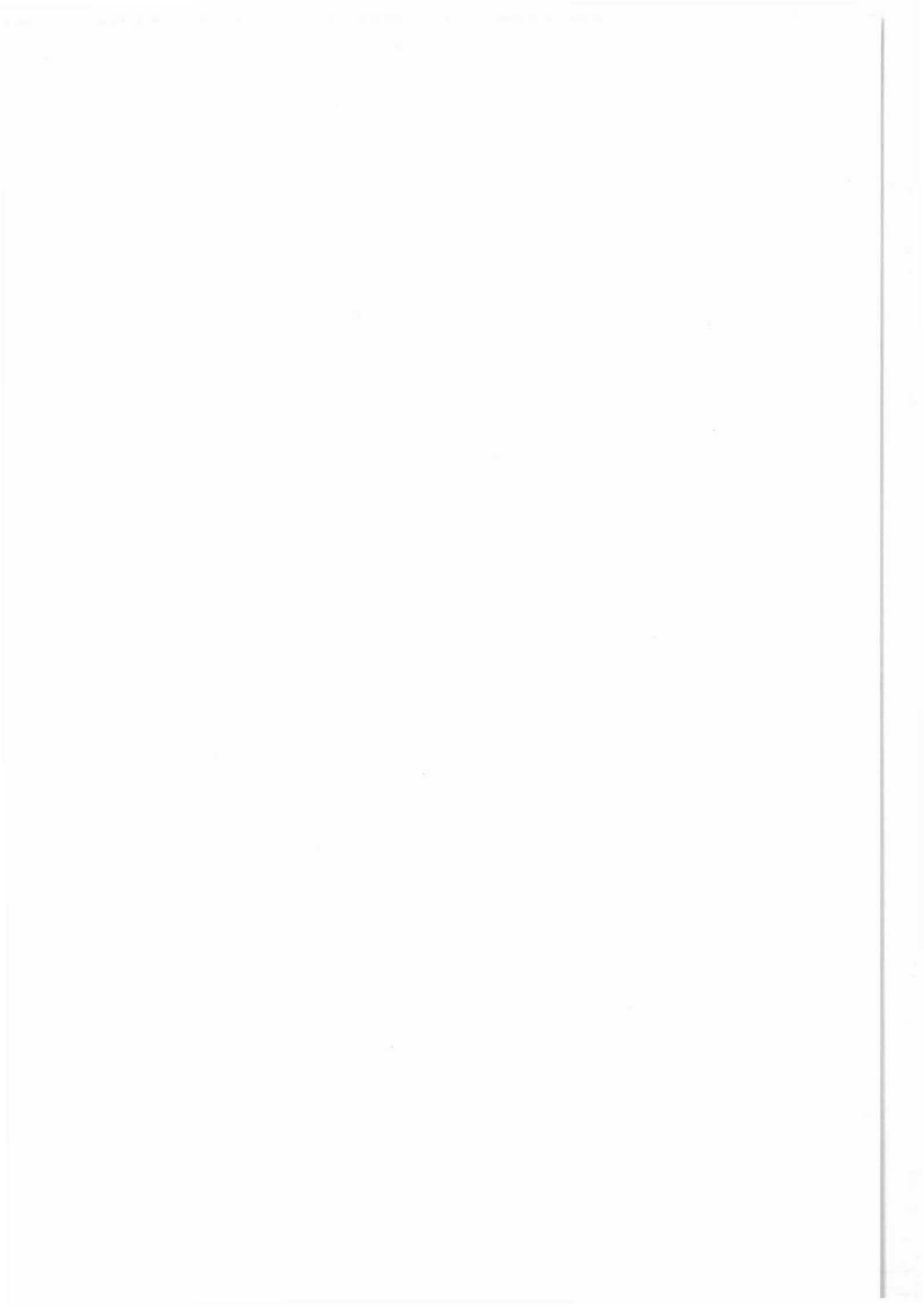
- Süßwasser mit Dehydril
- . Spülgewicht : 1,03 g/cm³
 - . Spülviskosität : 51/55 s
 - . Spülwiderstand : 3,08 Ohm m bei 22 °C
 - . ph-Wert der Spülung : 10,1

Spülung bei Meßbeginn am 02.03.1991

- Süßwasser mit Dehydril
- . Spülgewicht : 1,03 g/cm³
 - . Spülviskosität : 49/56 s
 - . Spülwiderstand : 2,0 Ohm m bei 20 °C
 - . pH-Wert der Spülung : 9,7



5. Übersicht über bohrlochgeophysikalische Aktivitäten



5 ÜBERSICHT ÜBER BOHRLOCHGEOPHYSIKALISCHE AKTIVITÄTEN

Beiliegende Tabelle gibt die relevanten Daten für die bisher durchgeführten Bohrlochmessungen bis zu einer Teufe von 1720,0 m. Das Format dieser Tabelle wurde gegenüber der Vorbohrung nur geringfügig geändert:

- Spalte HBT: Bandnummer des Archivbandes
(Lokation Windischeschenbach)
- Spalte AR : Auftraggebendes Referat:
G: Geowissenschaften
T: Technik
- Die Angaben für Gesamt- und Meßzeit sind auf der Basis gegeben, daß die beiden letzten Zahlen der Dezimalwert der Minutenangabe ist (175 = 1 Stunde 45 Minuten).
- Die Zahlen rechts außerhalb der Umrandung sind ein interner Kode (IK) des Referates Bohrlochmessungen.

File: HBLIST.DAT;

Stand: 6. 3. 1991 / Kück

TABELLE 3 (BLATT 1)
Seite 1
E[12,7,3,5,2]

Liste der Ausführenden

Nr.	Name
1	KTB
2	NLFB
3	BGR
4	Schlumberger
5	Western Atlas
6	DMT(WBK)
7	ELGI (Ungarn)
8	Prakla-Seismos
9	Petrodata
10	UNI München
11	Preussag
12	TU Berlin
13	Lynes
14	UNI Karlsruhe
15	RWTH Aachen
16	Halliburton
17	Edcon
18	UNI Göttingen
19	UNI Braunschweig
20	UNI Frankfurt
21	MESY GmbH
22	UNI Berlin
23	UNI Köln
24	Los Alamos Sc.Lab.
25	BLM Gommern
26	Scientific Drilling

Liste der Datenträger

Kürzel	Bedeutung
A	Plot
B	Western-Atlas-Tape (BIT)
D	Datenliste
F	Film
L	Schlumberger-Tape (LIS)
O	Floppy
P	Pause
R	Report/Bericht
S	Seismic-Tape (SEGY)
T	Transparent
W	WBK-Format Tape

Liste der Maßstäbe

Kürzel	Bedeutung
0	2000
1	1000
2	200
4	40
5	50
8	80
A	25
B	10
C	5
D	400
E	20
S	stationär

Liste der auftraggebenden Referate

Kürzel	Bedeutung
G	Geowissenschaften
T	Technik

Bezeichnung der Messungen

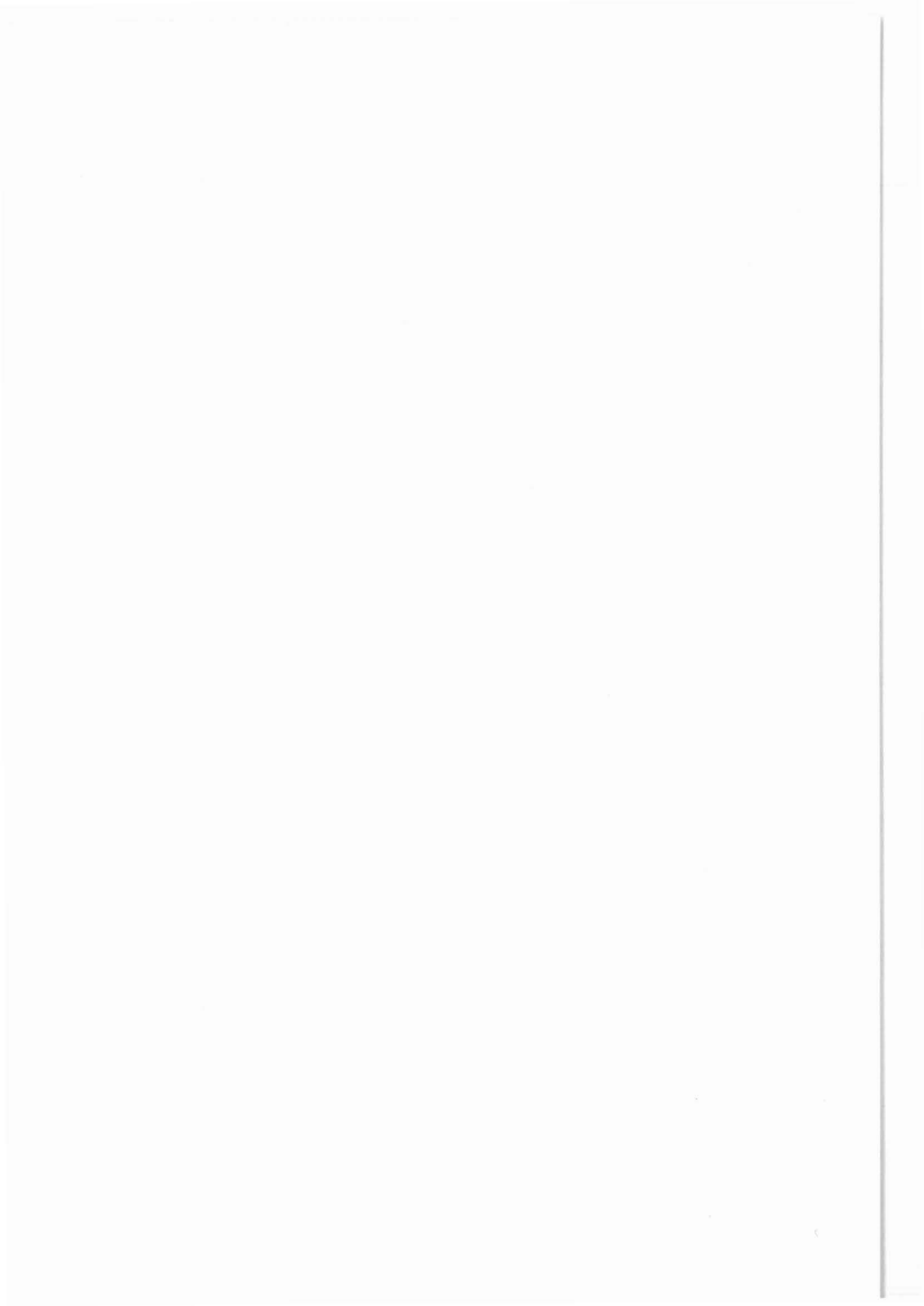
Lfd.Nr.	Bedeutung	gemessene Strecken
HB-0000x	für Bohrung HB1	von 0.0 - 1720.0 m

Lfd.Nr.	Datum	Uhrzeit	Ges.zeit	Messzeit	Tiefe		Ausf.	Messungen	Daten-träger	Maßstab	Bemerkungen	HBT-Nr.	AR	IK
					Top	Basis								
HB-00001	121090	1240	150	077	0.0	72.2	1	BGL-AMS-GR	F/L	1,2		1	T	3
HB-00002	131090	1130	725		37.0	75.0	1	Single-Shot	F		drei Einfahrten (70m)		T	
HB-00003	201090	2230	200	070	0.0	305.0	1	BGL-AMS-GR	F/L	1,2		1	G	7
HB-00004	211090	030	175	095	0.0	305.0	1/20	SP-Redox	F/L	1,2	Uni Frankfurt	1	G	10
HB-00005	271090	2130	200	148	0.0	249.8	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2	1. Run Kombinat.-Sonde	1	G	13
HB-00006	311090	200	450			250.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00007	311090	1315	100			262.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00008	311090	2135	047			269.4	1	Single-Shot	F				T	
HB-00009	011190	1645	050			279.4	1	Single-Shot	F				T	
HB-00010	021190	015	100			285.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00011	021190	900	083			290.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00012	021190	1415	083			292.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00013	031190	230	200	077	0.0	294.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2	aufgebohrt. Bohrl., 28"	1	T	15
HB-00014	061190	2115	075			290.1	1	Single-Shot	F				T	
HB-00015	071190	1020				292.2	1	Single-Shot	F				T	
HB-00016	071190	1730	100			294.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00017	071190	2215	067			295.8	1	Single-Shot	F				T	
HB-00018	081190	930	050			298.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00019	081190	1500	075			300.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00020	091190	015	100			303.3	1	Single-Shot	F				T	
HB-00021	091190	445	125	075	0.0	305.6	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2	Nach Durchbohren Zement.	1	T	18
HB-00022	091190	2200	050			306.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00023	141190	2300	050			314.9	1	Single-Shot	F				T	
HB-00024	151190	730	075			329.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00025	151190	1930	075			344.9	1	Single-Shot	F				T	
HB-00026	161190	100	050			354.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00027	161190	900	083			369.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00028	161190	1925	058			369.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00029	161190	2035	092			382.1	1	Single-Shot	F				T	
HB-00030	171190	330	175			395.5	1	Single-Shot	F		3 Einfahrten/Messungen		T	
HB-00031	171190	1215	200	123	0.0	397.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2	3 BGL-Meßfahrten Aufw.	2	T	4
HB-00032	201190	1800	250			404.0	1	Single-Shot	F		3 Einfahrten/Messungen		T	
HB-00033	211190	900	060			413.5	1	Single-Shot	F				T	
HB-00034	211190	2030	225			424.0	1	Single-Shot	F		3 Einfahrten/Messungen		T	
HB-00035	221190	1125	058			435.8	1	Single Shot	F				T	
HB-00036	231190	615	425			449.3	1	Single-Shot	F		3 Einfahrten/Messungen		T	
HB-00037	231190	1915	200	138	0.0	462.5	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1.2	3 BGL-Meßfahrten Aufw.	3	T	4
HB-00038	241190	1600	850	383	0.0	450.0	1/26	Bohrl.Orient. mit Gyro			Messung Hängen/Aufwärts		T	
HB-00039	251190	2245	142			462.5	1	Single-Shot	F		2 Einfahrten/Messungen		T	
HB-00040	291190	1435	342	157	0.0	563.8	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2	2 Hängen, 2 Aufwärts	4	G	4

Lfd.Nr.	Datum	Uhrzeit	Ges.zeit	Messzeit	Tiefe		Ausf.	Messungen	Daten-träger	Massstab	Bemerkungen	HBT-Nr.	AR	IK
					Top	Basis								
HB-00041	051290	0955	201	103	0.0	633.8	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	stationär über Sohle	5	T	4
HB-00042	071290	0200	200	058	247.0	653.0	1	BGL-AMS-GR	F/L	1,2		6	T	2
HB-00043	071290	1630	175	092	630.0	653.0	1	BGL-AMS-GR	F/L	1,2,S	stationär über Sohle	-	T	
HB-00044	091290	1045	100			661.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00045	091290	2230	150			637.5	1	Single-Shot	F				T	
HB-00046	111290	2030	200			683.6	1	Single-Shot	F				T	
HB-00047	121290	0830	100			701.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00048	121290	0945	100			701.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00049	131290	0145	150			714.0	1	Single-Shot	F				T	
HB-00050	151290	1145	183	048	258.0	735.0	1	BGL-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	stationär über Sohle	7	T	5
HB-00051	171290	1200	125			746.5	1	Single-Shot	F				T	
HB-00052	201290	0300	350	178	260.8	764.9	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	stationär über Sohle	8	G	4
HB-00053	201290	0630	300	128	269.0	762.5	1	SP-AMS-GR	F/L	2,S	Stillstand auf Sohle	9	G	10
HB-00054	201290	0930	475	238	262.0	759.1	1/4	DLL-AMS-GR	F/L	2		12	G	1
HB-00055	201290	1635	633	510	290.0	763.0	1/4	4 FMS-AMS-GR					G	
HB-00056	201290	2315	250	120	259.0	765.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	1 stat. Messung	9	G	15
HB-00057	211290	0145	625	288	284.0	763.0	1/4	SDT-NGS-AMS	F/L	2		12	G	4,
HB-00058	211290	0800	1300	751	290.0	763.0	1/4	FMI (Prototyp)					G	
HB-00059	211290	2100	300	220	258.0	763.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	5 stationäre Messungen	9	G	18
HB-00060	291290	0130	275	132	23.7	854.8	1	BGL-TMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	6 stationäre Messungen	10	T	9
HB-00061	030191	0030	825	668	266.0	896.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	53 stat. Messungen	11	T	2
HB-00062	070191	0930	325	178	249.0	935.4	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	9 stat. Messungen	13	T	2
HB-00063	130191	1000	350	182	261.8	1008.6	1	BGL-AMS-GR	F/L	1,2,S	1 stat. Messung	14	T	2
HB-00064	190191	1300	350	208	0.0	1070.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	6 stat. Messungen	15	T	10
HB-00065	220191	1915	300	233	0.0	1090.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	5 stat. Messungen	16	T	7
HB-00066	260191	0915	825	697	0.0	1131.6	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	4 stat. Messungen	17	G	7
HB-00067	300191	0630	600	413	266.6	1141.7	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	3 stat. Messungen	18	T	5
HB-00068	120291	0615	400	278	258.0	1243.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	4 stat. Messungen	19	T	6
HB-00069	240291	1900	300	068	1150.0	1535.0	1	BGL-AMS-GR	F/L	1,2,S	1 stat. Messung	20	T	2
HB-00070	020391	2200	567	385	0.0	1721.0	1	BGL-TEMP-SP-AMS-GR	F/L	1,2,S	5 stat.M. Neue DEVI/AZIM	21	G	7
HB-00071	030391	0345	375	143	284.0	1716.5	1/4	DLL-AMS-GR (GPIT)	F/L	1,2	Orientierung durch GPIT	22	G	2
HB-00072	030391	0730	1000	504	720.0	1719.5	1/4	FMI (Prototyp)					G	
HB-00073	030391	1730	850	642	720.0	1719.5	1/4	FMS 4					G	
HB-00074	040391	0200	800	575	278.0	1718.0	1/4	SDT-WF-NGT-AMS-GR	F/L	1,2	exzent.	2425	G	1
HB-00075	040391	1000	600	438	0.0	1720.0	1/20	SP-EP-REDOX			Uni Frankfurt	27	G	
HB-00076	040391	1600	850	590	262.0	1719.0	1/19	FML-GR			Uni Braunschweig	26	G	

6. Intervallmessungen

J. K. Draxler



6 INTERVALLMESSUNGEN 0,0 - 1720,0 m

ZEIT: 12.10.1990 - 20.12.1990
29.12.1990 - 24.02.1991

In den genannten Zeitabschnitten wurden mit KTB-eigenen Geräten folgende Messungen durchgeführt:

BGL/AMS/GR	:	7 Einfahrten
BGL/AMS/GR/SP/TEMP	:	16 Einfahrten
Single Shot	:	34 Einfahrten
GYRO (Kreiselkompaß)	:	1 Einfahrt

Diese Messungen wurden auf Anforderung des Referates Technik gefahren. Sie waren zur Kontrolle der Bohrlochneigung und Orientierung sowie der Vertikalität und Bohrlochstabilität erforderlich.

Auf Grund der engen Zusammenarbeit zwischen den Referaten Technik und Bohrlochmessungen konnte der Verlauf der Bohrung optimal kontrolliert und, wenn notwendig, durch Sofortmaßnahmen korrigiert werden. Ohne der an der Bohrung installierten Dauermeßstation und der Verfügbarkeit der KTB-eigenen Meßgeräte, wäre diese Kontrolle nicht so reibungslos und kostengünstig durchzuführen gewesen.

Eine genaue Aufstellung mit den Zeit- und Intervallangaben ist in Abschnitt 5 (Übersicht über bohrlochgeophysikalische Aktivitäten: Tabelle 5.1) gegeben.

Von der Universität Frankfurt wurde vor Einbringung der ersten Verrohrung bei 292,0 m (24 1/2" Casing) eine Testmessung mit der Eigen- und Redox-Potential-Sonde gefahren.

Beispiele der durchgeführten Messungen sind in Abb. 6.1 bis 6.6 gegeben.

BGL/AMS/GRL (Borehole Geometry Log (Vierarm-Kaliber)/Auxiliary Measurements
Sonde/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-001	12.10.1990	0,0 - 72,2 m

Beispiel:

HB-01, Abb. 6.1

Meßziel:

Kontrolle des Zustandes der Bohrung, der Bohrlochrandausbrüche, Auskesselungen, Neigung und Richtung.

Durchführung:

Die Messung wurde im 17 1/2" Bohrloch gefahren. Sie wurde im Aufwärtsfahren registriert.

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

Technische Anmerkungen:

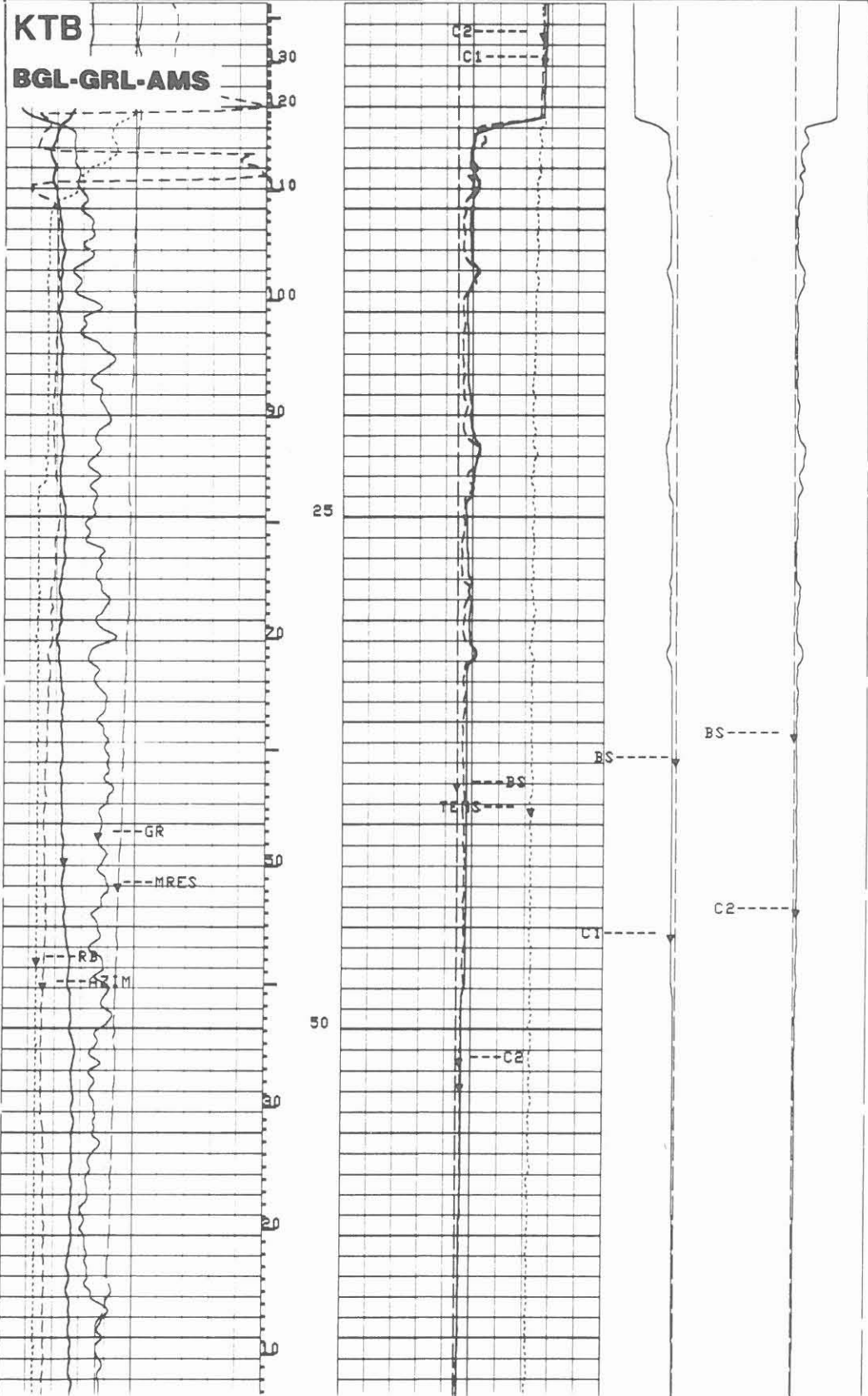
Das Meßsystem wird zentriert eingefahren. Je zwei gegenüberliegende Kaliberarme sind zu einem Meßpaar zusammengefaßt. Außerdem besitzt dieses Meßgerät ein Neigungs- und magnetisches Orientierungssystem. Über ein potentiometer-kontrolliertes Pendel wird die Neigung der Bohrung gemessen. Ein Kompaß ermittelt 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. Die Berechnung des Bohrlochvolumens bei Ovalisierung geht von einer Idealellipse aus. Die Markierungen an der linken Seite der Teufenspur geben das integrierte Bohrlochvolumen in Kubikmeter (langer Markierungsstrich) an.

Datenrate: 15 cm (6").

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
AZIM	Hole Azimuth	(DEG)	Bohrlochazimut	Grad
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
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
MRES	Mud Resistivity	(OHMM)	Spülungswiderstand	Ohm m
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	Pfund

GR(GAPI)		BS(MM)		TENS(LBF)		BS(MM)		BS(MM)	
0.0	180.00	0.0	1000.0	2000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0
DEV(DEG)		C2(MM)		C1(MM)		C1(MM)		C2(MM)	
-1.000	4.0000	0.0	1000.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	1000.0
MRES(OHMM)		C1(MM)		C2(MM)		C1(MM)		C2(MM)	
0.0	10.000	0.0	1000.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	1000.0
RB(DEG)		C1(MM)		C2(MM)		C1(MM)		C2(MM)	
-40.00	360.00	0.0	1000.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	1000.0
AZIM(DEG)		C1(MM)		C2(MM)		C1(MM)		C2(MM)	
-40.00	360.00	0.0	1000.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	1000.0



BGL/AMS/GRL (Borehole Geometry Log (Vierarm-Kaliber)/Auxiliary Measurements
Sonde/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-013	04.11.1990	0,0 - 294,0 m

Beispiel:

HB-013, Abb. 6.2

Meßziel:

Kontrolle des Zustandes der Bohrung, der Bohrlochrandausbrüche, Auskesselungen, Neigung und Richtung. Berechnung des Bohrlochvolumens für die Zementation.

Durchführung:

Nach der Erweiterung des Bohrloches auf 28" wurde die Messung gefahren, um den Zustand der Bohrung für den Einbau der 24 1/2"-Rohrtour zu kontrollieren. Die Messung wurde im Aufwärtsfahren registriert. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 12 m/min.

Technische Anmerkungen:

Das Meßsystem wird zentriert eingefahren. Je zwei gegenüberliegende Kaliberarme 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. Die Berechnung des Bohrlochvolumens bei Ovalisierung geht von einer Idealellipse aus. Die Markierungen an der linken Seite der Teufenspur geben das integrierte Bohrlochvolumen in Kubikmeter (langer Markierungsstrich) an. Datenrate: 15 cm (6").

Abkürzungen:

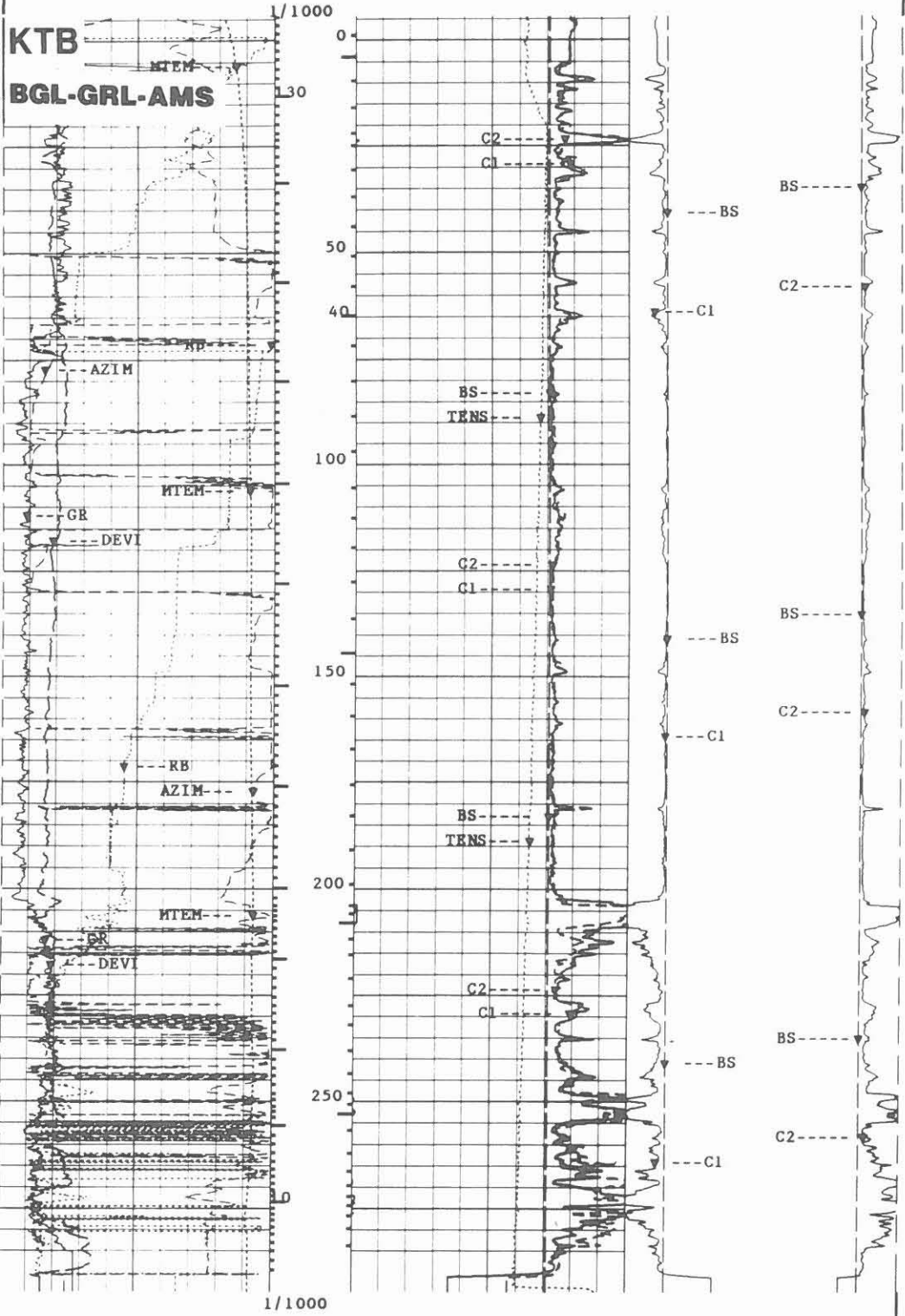
	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
AZIM	Hole Azimuth	(DEG)	Bohrlochazimut	Grad
BS	Bit Size	(MM)	Meißelgröße	mm
C1	Caliper 1	(MM)	Kaliber 1	mm
C2	Caliper 2	(MM)	Kaliber 2	mm
DEVI	Deviation	(DEG)	Neigung	Grad
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
MTEM	Mud Temperature	(DEGC)	Spülungstemperatur	Grad C
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	Pfund

RB(DEG)	360.00	BS(MM)		1000.0	
40.00		TENS(LBF)		2000.0	
AZIM(DEG)	360.00	C2(MM)		BS(MM)	BS(MM)
40.00		C1(MM)		1000.0	1000.0
MTEM(DEGC)	50.000			0.0	0.0
0.0				0.0	1000.0
GR(GAPI)	150.00			0.0	0.0
0.0				0.0	1000.0
DEVI(DEG)	4.0000			0.0	0.0
-1.000				0.0	1000.0

CP 33.243A FILE 46 04-NOV-1990 03:48

INPUT FILE(S)
44

DATA ACQUIRED
04-NOV-1990 03:12



BGL/AMS/GRL/TEMP/SP (Borehole Geometry Log (Vierarm-Kaliber)/Auxiliary Measurements Sonde/Gammastrahlenmessung/Temperatur/Eigenpotential

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-067	30.01.1991	266,6 - 1141,7 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 775,0 - 1140 m, Abb. 6.3

Meßziel:

Kontrolle des Zustandes der Bohrung, der Bohrlochrandausbrüche, Auskesselungen, Neigung und Richtung sowie Vertikalität.

Durchführung:

Die Messungen wurden im Aufwärtsfahren registriert.
Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 9 m/min.

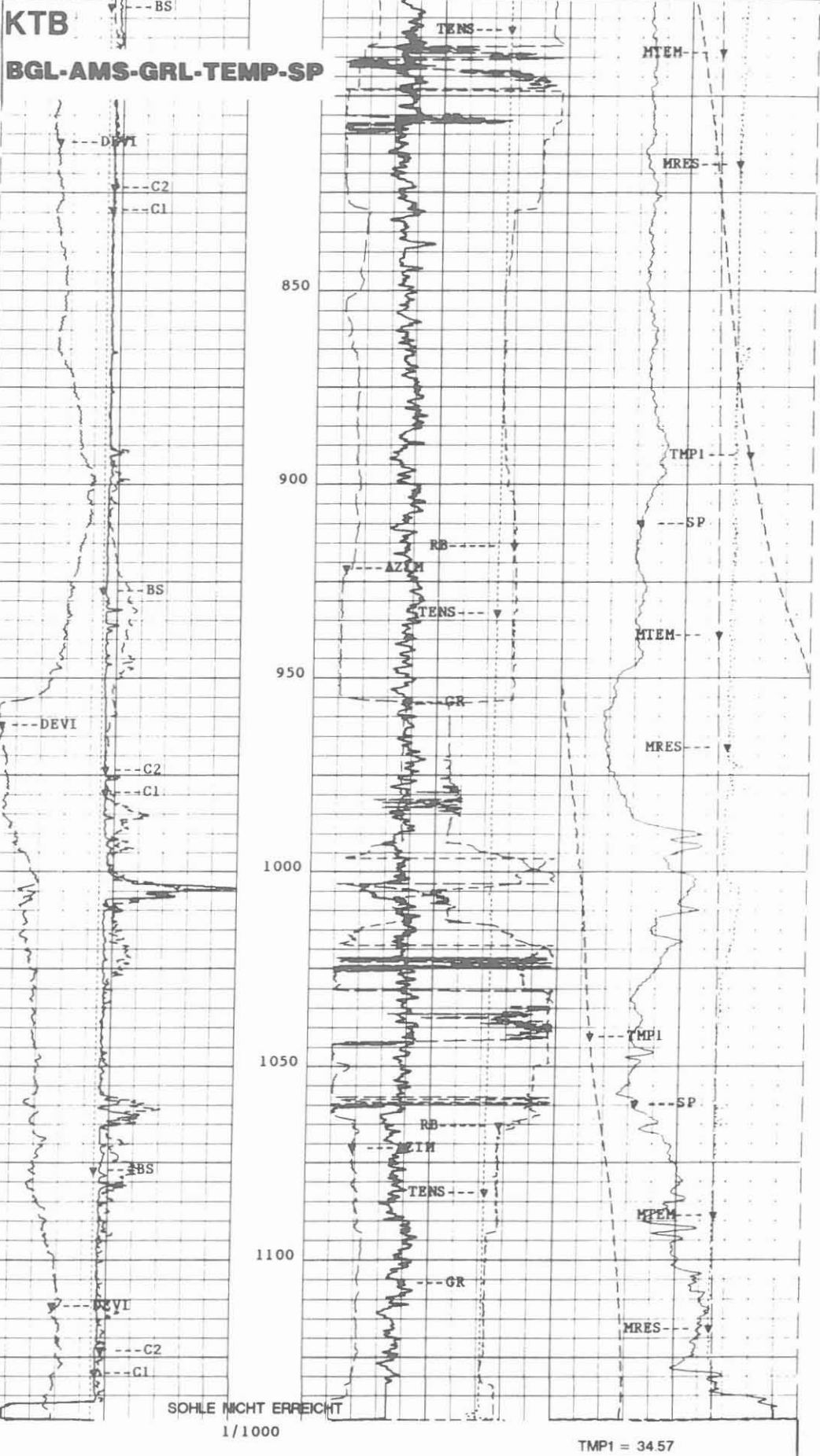
Technische Anmerkungen:

Das Meßsystem wird zentriert eingefahren. Je zwei gegenüberliegende Kaliberarme 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.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
AZIM	Azimuth	(DEG)	Azimut	Grad
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
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
MRES	Mud Resistivity	(OHMM)	Spülungswiderstand	Ohm m
MTEM	Mud Temperature	(DEGC)	Spülungstemperatur	Grad C
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
SP	Self Potential	(MV)	Eigenpotential	mV
TEMP1	Temperature	(DEGC)	Temperatur	Grad C
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	Pfund

BS(MM)	1000.0	RB(DEG)	360.00	40 000	TMP(DEGC)	42 000
DL(VR(DEG)	4 0000	AZIM(DEG)	360.00	0.0	SP(MV)	200.00
C2(MM)	1000.0	TENS(LBF)	5000.0	0.0	MTEM(DEGC)	50 000
C1(MM)	1000.0	GR(GAPI)	0.0	150.00	MRES(OHMM)	2 0000



Single-Shot (Neigungs- und Orientierungsmessung)

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-051	17.12.1990	746,5 m

Beispiel:

Messung bei 746,5 m, Abb. 6.4

Meßziel:

Überprüfung der Neigung und Orientierung der Bohrung.

Durchführung:

Dieses von Eastmann Whipstock GmbH gekaufte Gerät wird durch das Bohrgestänge und den Schwerstangen möglichst nahe mit dem Meßkabel an den Meißel herangefahren. Entsprechend einer vorgegebenen Zeiteinstellung wird, nach Ablauf dieser Zeit, eine stationäre Messung vorgenommen. Da dieses einfache Gerät keine Datenübertragung nach Übertage hat, kann das Ergebnis der Messung erst nach dem Ausbringen des Instrumentes und Entwicklung des untertage belichteten Filmes ausgelesen werden.

Technische Anmerkungen:

Das Gerät wird durch Zentrierfedern zentrisch im Bohrgestänge und in den Schwerstangen geführt. Der Meßvorgang wird durch Ablauf eines mechanischen Uhrwerks gesteuert. Die Zeiteinstellung erfolgt vor der Einfahrt des Gerätes übertage, unter Berücksichtigung der Fahrzeit von Ackersohle bis zum Meßpunkt.

Abkürzungen:

Keine

KTB

Use *Eastman* Survey Instruments

Date 17-12-90

Well KTB-H13

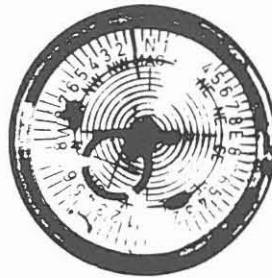
Depth 746.5

Drift 1° 12"

Direction _____

Operator Kuhr

Eastman Whipstock GmbH
Hannover West-Germany



GYRO (Kreiselkompaß)

Ausführender: Scientific Drilling Controls Ltd., Ursem, Holland/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-038	24.11.1990	0,0 - 450,0 m

Beispiel:

Messaufzeichnung von 0,0 - 250,0 m, Abb. 6.5

Meßziel:

Kontrolle der Bohrlochneigung und Orientierung. Feststellung von abrupten Richtungs- oder Neigungsänderungen.

Durchführung:

Das Gerät von Scientific Drilling Controls Ltd. (SDCL) wurde am Kabel der Dauermeßstation gefahren. Es wurde im Hängen und Auffahren stationär alle 5 m bis 260,0 m Teufe und alle 2,0 m bis Endteufe bei 450,0 m eine Messung vorgenommen. Die Messung wurde im Bohrgestänge (5 1/2" DP) ausgeführt. Eine Feldaufzeichnung mit allen Meßwerten wurde nach der Messung vorgelegt. Eine Endauswertung wurde im Rechenzentrum der Firma erarbeitet.

Technische Anmerkungen:

Es wurde ein Gyro vom Type "Finder" eingesetzt. Dieses Gerät hat einen Außendurchmesser von 1,38" und eine Länge von 90" (2,28 m). Es wurde mit Gestängezentrierern gefahren. Bei vertikalen Bohrungen ist es vorteilhaft stationär zu messen, weil dies die Meßgenauigkeit erhöht.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
Depth	Depth	(m)	Teufe	m
TVD	True Vertical Depth	(m)	Seigerteufe	m
VS	Vertical Section	(m)	Vertikalsektion	m
Lat.	Latitude	(Deg)	Latitude	Grad
DEP	Departure	(Deg)	Abweichung	Grad
INC	Inclination	(Deg)	Neigung	Grad
Azimuth	Azimuth	(Deg)	Azimut	Grad

CUSTOMER : N.L.B.
 JOB No. : 015F11903209
 WELL NO. : KTB-OPF-HB
 LOCATION : WINDISCHESCHENBACH
 DATE : 24-11-90
 PROPOSAL DIRECTION: 317.00



SCIENTIFIC
 DRILLING CONTROLS
 LIMITED

KTB

DEPTH	TVD	VS	LAT.	DEP.	INC.	AZIMUTH
0.00	0.00	0.00	0.00 N	0.00 E	0.00	0.00
5.00	5.00	0.00	0.00 N	0.00 W	0.06	329.63
10.00	10.00	0.01	0.01 N	0.01 W	0.06	288.16
15.00	15.00	0.01	0.01 N	0.01 W	0.08	281.89
20.00	20.00	0.02	0.01 N	0.02 W	0.04	286.44
25.00	25.00	0.02	0.01 N	0.02 W	0.08	294.81
30.00	30.00	0.03	0.01 N	0.02 W	0.03	22.37
35.00	35.00	0.03	0.02 N	0.03 W	0.08	333.86
40.00	40.00	0.04	0.02 N	0.03 W	0.05	322.43
45.00	45.00	0.04	0.03 N	0.03 W	0.06	325.33
50.00	50.00	0.04	0.03 N	0.03 W	0.06	344.27
55.00	55.00	0.05	0.04 N	0.03 W	0.07	341.58
60.00	60.00	0.05	0.04 N	0.04 W	0.06	345.92
65.00	65.00	0.06	0.05 N	0.04 W	0.06	319.51
70.00	70.00	0.06	0.05 N	0.04 W	0.04	335.28
75.00	75.00	0.07	0.05 N	0.04 W	0.05	314.22
80.00	80.00	0.07	0.06 N	0.05 W	0.07	333.66
85.00	85.00	0.08	0.06 N	0.05 W	0.06	320.12
90.00	90.00	0.08	0.06 N	0.05 W	0.04	296.47
95.00	95.00	0.09	0.07 N	0.06 W	0.07	304.11
100.00	100.00	0.09	0.07 N	0.06 W	0.05	312.95
105.00	105.00	0.10	0.07 N	0.06 W	0.07	307.22
110.00	110.00	0.10	0.08 N	0.07 W	0.07	344.79
115.00	115.00	0.11	0.08 N	0.07 W	0.03	320.23
120.00	120.00	0.11	0.08 N	0.07 W	0.04	290.17
125.00	125.00	0.11	0.08 N	0.07 W	0.04	268.86
130.00	130.00	0.11	0.08 N	0.08 W	0.01	290.24
135.00	135.00	0.12	0.08 N	0.08 W	0.04	296.39
140.00	140.00	0.12	0.09 N	0.08 W	0.04	335.98
145.00	145.00	0.12	0.09 N	0.08 W	0.06	330.85
150.00	150.00	0.13	0.10 N	0.09 W	0.06	345.20
155.00	155.00	0.13	0.10 N	0.09 W	0.06	2.02
160.00	160.00	0.14	0.11 N	0.09 W	0.06	353.13
165.00	165.00	0.14	0.11 N	0.09 W	0.05	320.62
170.00	170.00	0.15	0.12 N	0.09 W	0.07	333.56
175.00	175.00	0.15	0.12 N	0.09 W	0.09	324.76
180.00	180.00	0.16	0.13 N	0.10 W	0.08	322.91
185.00	185.00	0.17	0.13 N	0.10 W	0.05	322.78
190.00	190.00	0.17	0.14 N	0.10 W	0.07	339.08
195.00	195.00	0.18	0.14 N	0.11 W	0.06	313.72
200.00	200.00	0.18	0.15 N	0.11 W	0.09	309.79
205.00	205.00	0.19	0.15 N	0.12 W	0.08	335.13
210.00	210.00	0.20	0.16 N	0.12 W	0.07	329.04
215.00	215.00	0.20	0.16 N	0.12 W	0.09	338.99
220.00	220.00	0.21	0.17 N	0.13 W	0.09	309.53
225.00	225.00	0.22	0.18 N	0.13 W	0.10	339.46
230.00	230.00	0.23	0.18 N	0.14 W	0.08	308.13
235.00	235.00	0.23	0.19 N	0.14 W	0.07	307.65
240.00	240.00	0.24	0.19 N	0.15 W	0.06	301.65
245.00	245.00	0.25	0.19 N	0.15 W	0.12	296.34
250.00	250.00	0.26	0.20 N	0.16 W	0.14	284.41

SP/EP/Redox (Spontaneous potential/Electrical Potential und Redox Potential)

Ausführender: Universität Frankfurt/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-004	21.10.1990	0,0 - 305,0 m

Beispiel:

HB-004, Abb. 6.6

Meßziel:

Durch die Aufzeichnung des Eigenpotentials, über verschiedene Meßanordnungen gewonnen, sollen Hinweise auf permeable Zonen, mineralisierte Lagen, Vertonungen und Salinität des Formationswassers gewonnen werden.

Durchführung:

Das vom Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Frankfurt entwickelte und gebaute Gerät wurde am Kabel der Dauermeßstation eingefahren. Die Anpassung konnte soweit vollzogen werden, daß auch die Datenausgabe durch die Dauermeßstation erfolgt.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 20 m/min.

Technische Anmerkungen:

Die EP (Electrical Potential)-Messung erfolgt als Messung der Spannungsdifferenz einer Ag-AgCl Elektrode im Bohrloch zu einer Ag-AgCl Elektrode an der Erdoberfläche in mV.

Das SP (Spontaneous Potential) mißt die Spannungsdifferenz zwischen einer Stahl-Elektrode im Bohrloch und einer Blei-Elektrode an der Erdoberfläche in mV.

Das PSP (Platinum Sensor Potential) gibt die Spannungsdifferenz zwischen einer Platin-Elektrode im Bohrloch und einer Ag-AgCl-Elektrode an der Erdoberfläche in mV.

Das Redox-Potential errechnet sich aus der Differenz zwischen PSP und EP.
Datenrate: 15 cm.

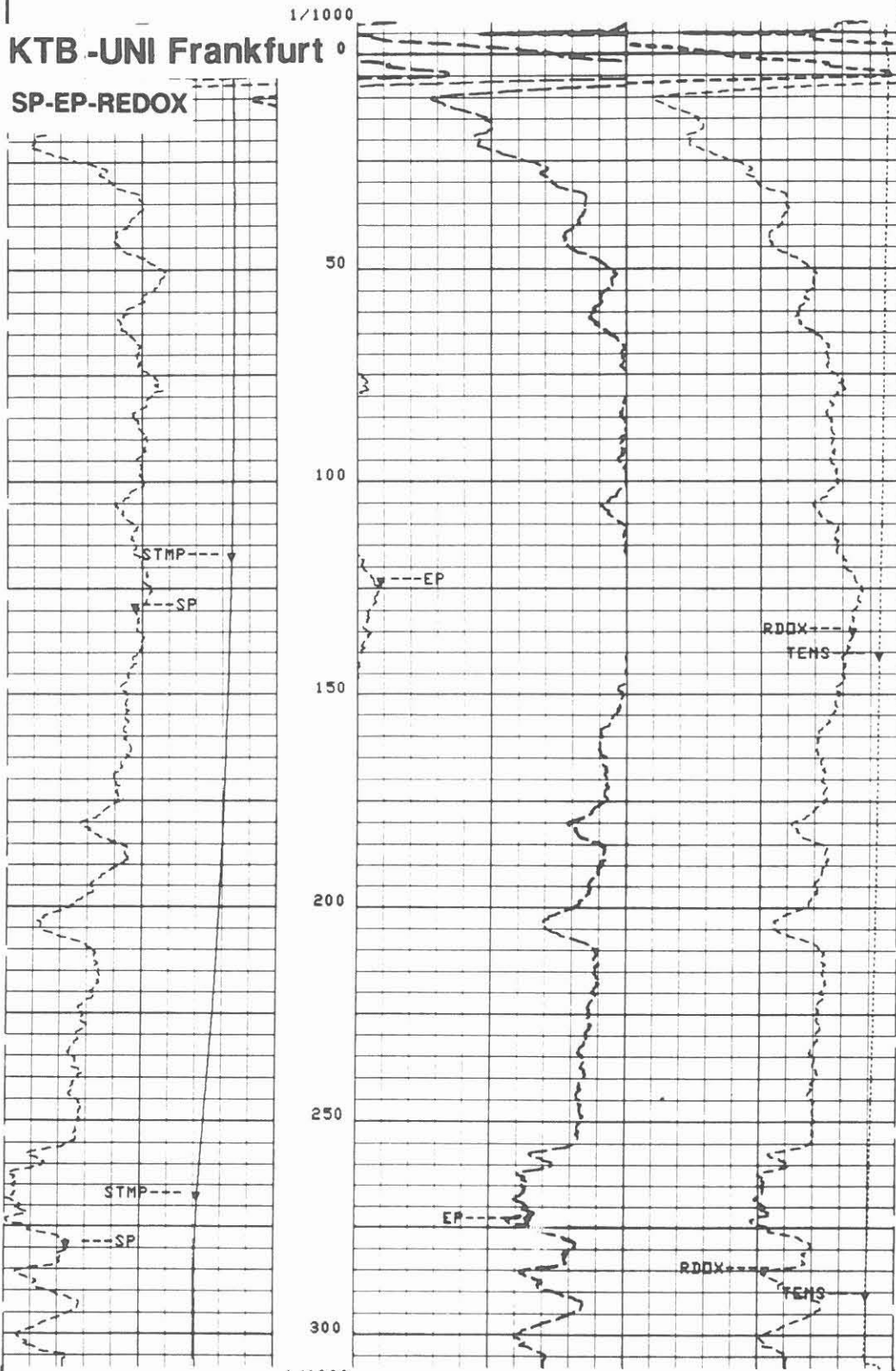
Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
EP	Electrical Potential	(MV)	Elektrisches Potential	mV
Redox	Redox Potential	(MV)	Redox Potential	mV
SP	Spontaneous Potential	(MV)	Eigenpotential	mV
STEMP	Sensor Temperature	(DEGC)	Sondentemperatur	Grad C

STMP(DEGC)	50.000	EP(MV)	200.00	RDOX(MV)	100.00
0.0		0.0	200.00	-100.0	
SP(MV)	200.00	TENS(LBF)	5000.0		0.0
0.0		0.0			

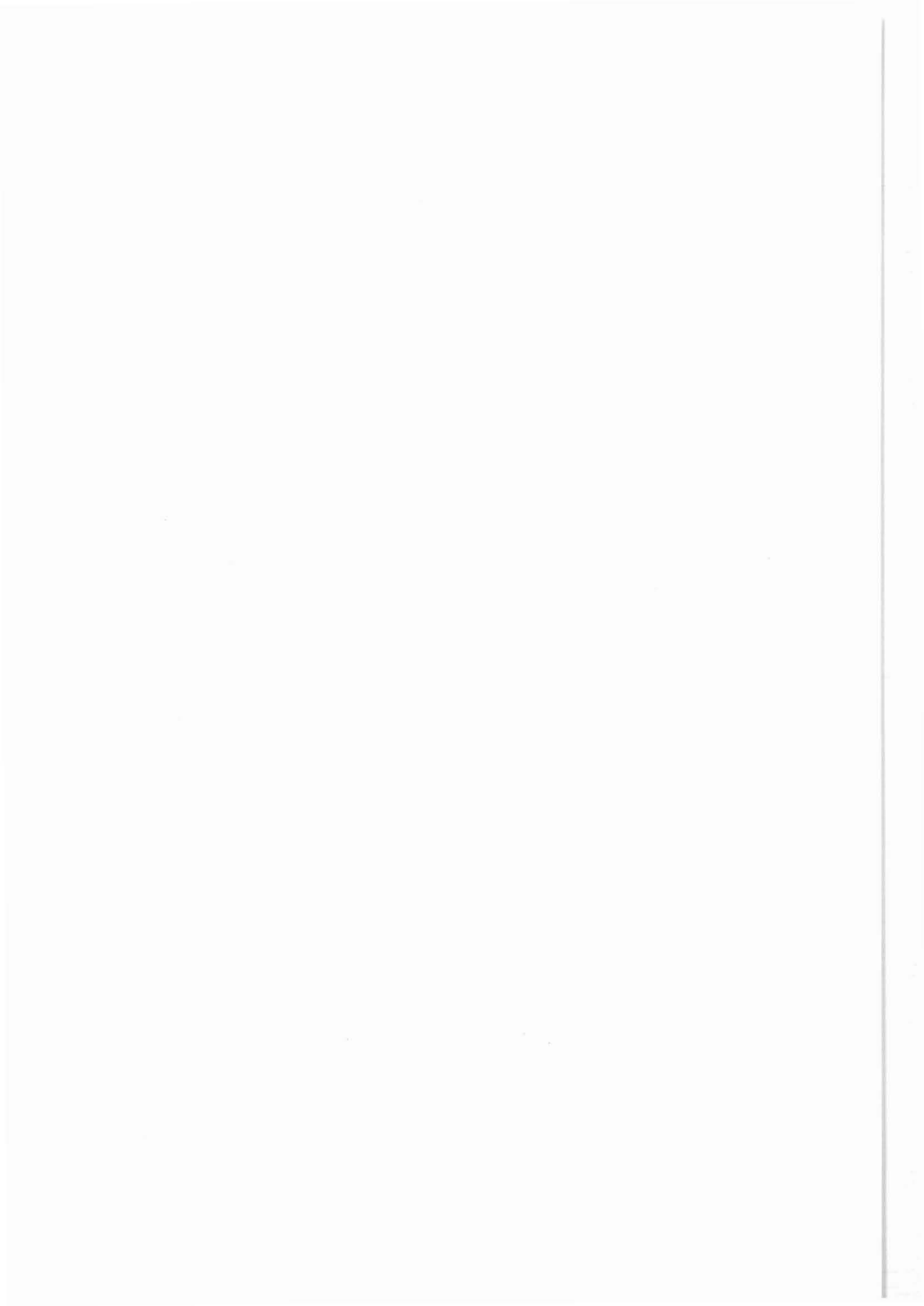
CP 33.243A FILE 3 28-FEB-1991 11:48

INPUT FILE(S) DATA ACQUIRED
31 21-OCT-1990



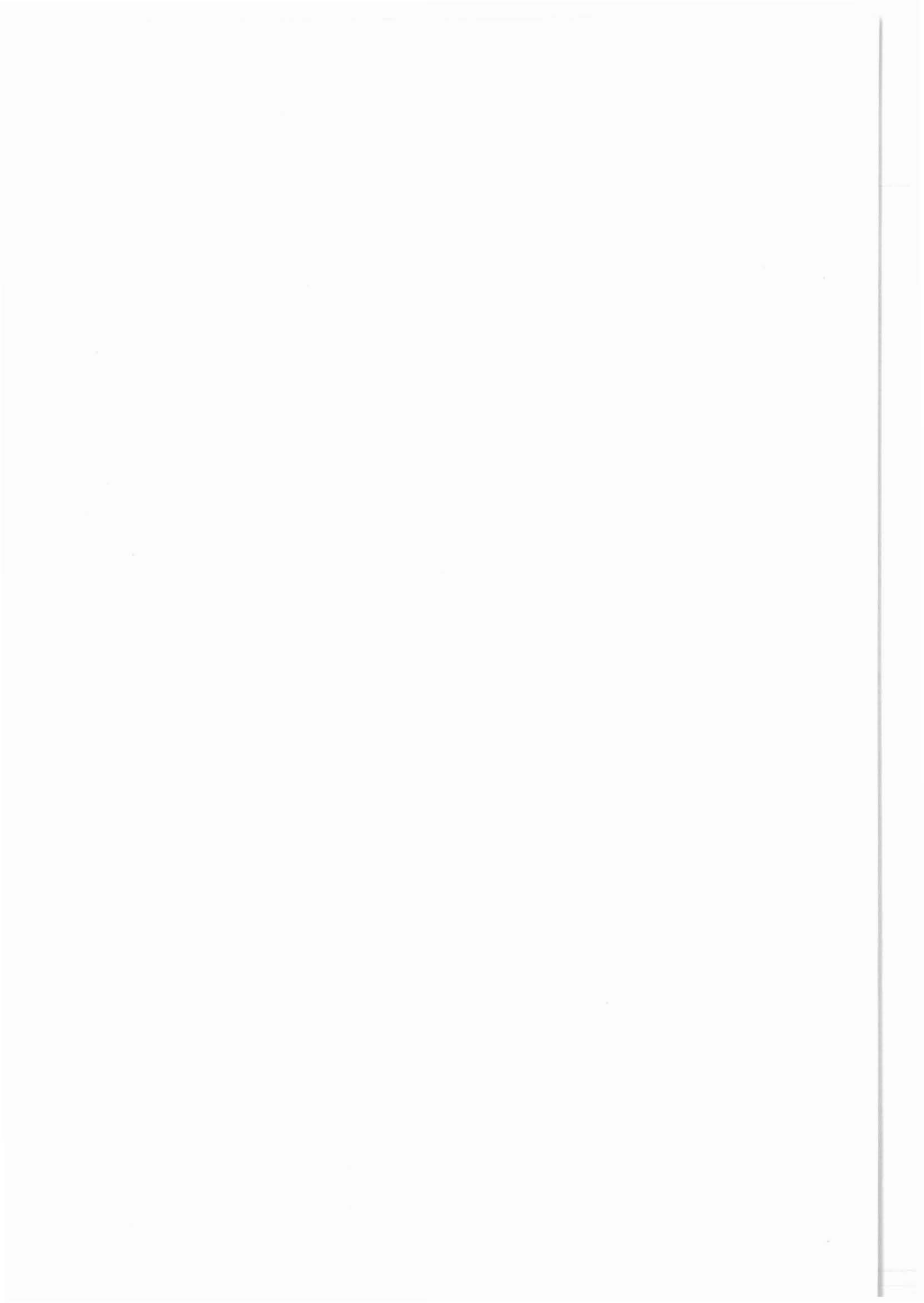
CP 33.243A FILE 3 28-FEB-1991 11:46

INPUT FILE(S) DATA ACQUIRED
31 21-OCT-1990



7. Meßserien bei 762,5 m
und 1720,0 m

J. K. Draxler



7 MESS-SERIEN

7.1 Erste Meßserie bei 762,5 m, 20. - 21.12.1990

Abweichend vom geplanten Meßprogramm wurde in der Teufe von 762,5 m die erste Meßserie angesetzt.

Die Notwendigkeit ergab sich sowohl aus bohrtechnischer als auch aus geologischer Sicht.

Die Kontrolle des Bohrlochverlaufes bezüglich Vertikalität und Azimut sowie der Bohrlochstabilität war erforderlich. Außerdem sollte eine Aussage über die Struktur, Lithologie, Klüftigkeit und mögliche Störungszonen gewonnen werden. Da im 17 1/2" Bohrloch nicht gekernt wird, sind Bohrlochmessungen, neben dem Bohrklein, die wichtigsten Datenträger.

Ursprünglich war die erste Meßserie bei Teufe 1500 m geplant (siehe Abb. 2.1). Es sollte BGT/GRL/AMS, TEMP/GRL/AMS, SP/GRL, DLL/NGT/AMS und SDT/GRL/WF gemessen werden. Dieses Programm wurde für die Serie bei 762,5 m übernommen und auf Wunsch der Geologie um den Formation MicroScanner (FMS) erweitert.

Da mit dem Formation MicroScanner im 17 1/2" Bohrloch nur ein relativ kleiner Bereich (17 %) des Bohrlochumfangs erfaßt werden kann, wurde das neue Gerät der Fa. Schlumberger, der Formation MicroImager (FMI) (Prototyp), eingesetzt. Mit diesem Gerät werden 36 % des Umfangs gemessen. Dadurch wird die Datengewinnung und die Aussagekraft wesentlich verbessert.

Abb. 7.1 gibt die Daten für die Verhältnisse in der Bohrung bei Meßbeginn wieder.



Schlumberger

KTB-HB *BGL-GR-AMS-TEMP-SP*20/12/90



<p>COMPANY: NIEDERSAECHSISCHES LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG</p> <p>WELL: KTB-OPF-HB</p> <p>FIELD: OBERPFALZ</p> <p>KREIS : NEUSTADT/ WN</p> <p>LAND: BAYERN</p> <p>NATION: BRD</p> <p>LOCATION: NAABDEMENREUTH WINDISCHESCHENBACH</p> <p>LATITUDE: H 55 19 864,35</p> <p>LONGITUDE: R 45 08 775,24</p> <p>PERMANENT DATUM: ACKERSOHLE ELEVATIONS-</p> <p>ELEV. OF PERM. DATUM: 513.8 M KB:</p> <p>LOG MEASURED FROM: ACKERSOHLE DF: 11.8 M</p> <p>0.0 M ABOVE PERM. DATUM GL: 513.8 M</p> <p>DRLG. MEASURED FROM: ACKERSOHLE</p> <p>DATE: 20 DEC 90</p> <p>RUN NO: HB052</p>		<p>OTHER SERVICES-</p> <p>SP-GR</p> <p>DLL-GR</p> <p>SDT-MGS</p> <p>4 PMS</p> <p>FMI</p> <p>PROGRAM</p> <p>TAPE NO:</p> <p>33.243A</p> <p>SERVICE</p> <p>ORDER NO:</p> <p>HB052</p>
<p>DEPTH-DRILLER: 762.5 M</p> <p>DEPTH-LOGGER: 762.5 M</p> <p>BTM. LOG INTERVAL: 762.5 M</p> <p>TOP LOG INTERVAL: 260.0 M</p> <p>CASING-DRILLER: 5.7 M 290.0 M</p> <p>CASING-LOGGER: 5.5 M 290.0 M</p> <p>CASING: 32 24-1/2" K55</p> <p>BIT SIZE: 28"</p>		
<p>TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL</p> <p>DENSITY: 1.03 G/C3</p> <p>VISCOSITY: 5155 S</p> <p>PH: 10.1</p> <p>FLUID LOSS: 27.0 C3</p> <p>SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF</p> <p>RM: 3.080 OHMM AT 22.0 DEGC</p> <p>RMF: 3.280 OHMM AT 22.0 DEGC</p> <p>RMC: * OHMM AT</p> <p>SOURCE RMF/ RMC: PRESSE/ PRESSE</p> <p>RM AT BIT: 2.438 OHMM AT 33.5 DEGC</p> <p>RMF AT BIT: 2.596 OHMM AT 33.5 DEGC</p> <p>RMC AT BIT: AT 33.5 DEGC</p> <p>TIME CIRC. STOPPED: 22:00 19/12</p> <p>TIME LOGGER ON BTM.: 05:00 20/12</p> <p>MAX. REC. TEMP: 33.5 DEGC</p> <p>LOGGING UNIT NO: 701</p> <p>LOGGING UNIT LOC: KTB</p> <p>RECORDED BY: KUEHR</p> <p>WITNESSED BY: DRAXLER</p>		
<p>REMARKS:</p> <p>IN KOMBINATION GEFAHREN: BGL-GR-AMS-SP-TEMP</p> <p>GEOHRT BIS 03:00 19/12</p> <p>TEMP EICHUNG :18/12/90</p> <p>BGT-SONDE IST SP ELEKTRODE</p> <p>GROSSE BOHRLOCH AUSKESSELUNGEN BEEINFLUSSEN DIE MESSUNG.</p>		
<p>EQUIPMENT NUMBERS-</p> <p>TCM-AB 449 TCC-B 190 SGC-SA 1247 AME-1720</p> <p>BGC-BX 810 BGS-AB 827 HDM-J 760 TIC-AA 1</p>		

BGL/AMS/GRL (Borehole Geometry Log (Vierarm-Kaliber)/Auxiliary Measurements Sonde/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-052	20.12.1991	260,0 - 762,5 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 390,0 - 757,0 m, Abb. 7.2

Meßziel:

Kontrolle des Zustandes der Bohrung, der Bohrlochrandausbrüche, Auskesselungen, Neigung und Richtung.

Durchführung:

Vor dem Einsatz der anderen Meßgeräte wurde aus Sicherheitsgründen jeweils eine Kalibermessung gefahren, um Zonen zu ermitteln, die ausgebrochen sind. Die Messungen wurden im Aufwärtsfahren registriert.

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

Technische Anmerkungen:

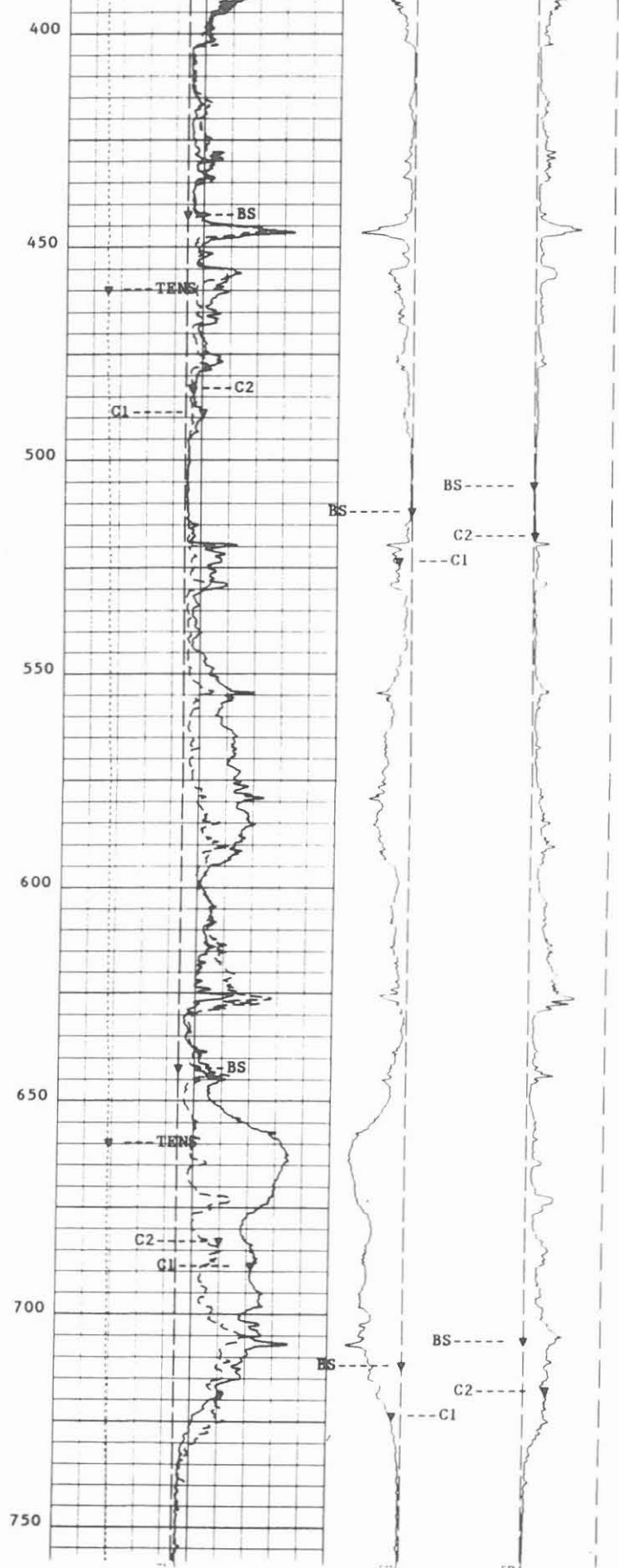
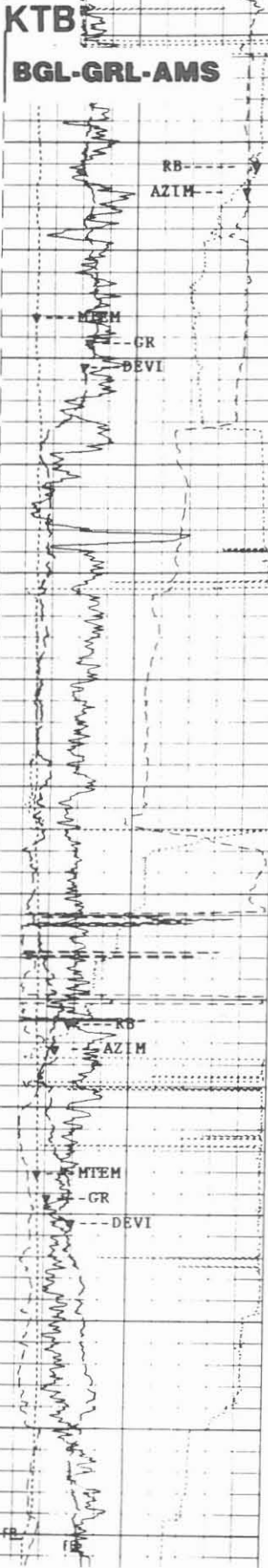
Das Meßsystem wird zentriert eingefahren. Je zwei gegenüberliegende Kaliberarme sind zu einem Meßpaar zusammengefaßt. Außerdem besitzt dieses Meßgerät ein Neigungs- und magnetisches Orientierungssystem. Über ein potentiometer-kontrolliertes Pendel wird die Neigung der Bohrung gemessen. Ein Kompaß ermittelt 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.

Datenrate: 15 cm (6").

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
AZIM	Azimuth	(DEG)	Azimet	Grad
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
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
MTEM	Mud Temperature	(DEGC)	Spülungstemperatur	Grad C
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	Pfund

RB(DEG)	360.00	BS(MM)	1000.0		
AZIM(DEG)	360.00	TENS(LBF)	5000.0		
MTEM(DEG)	75.000	C2(MM)	1000.0	BS(MM)	BS(MM)
GR(GAPI)	150.00	C1(MM)	1000.0	0.0	0.0
DEVI(DEG)	4.0000			C1(MM)	C2(MM)
				0.0	0.0



SP/GRL/AMS (Eigenpotential/Gammastrahlenmessung/Auxiliary Measurements
Sonde)

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-053	20.12.1990	290,0 - 762,5 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 395,0 - 760,0 m, Abb. 7.3

Meßziel:

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

Durchführung:

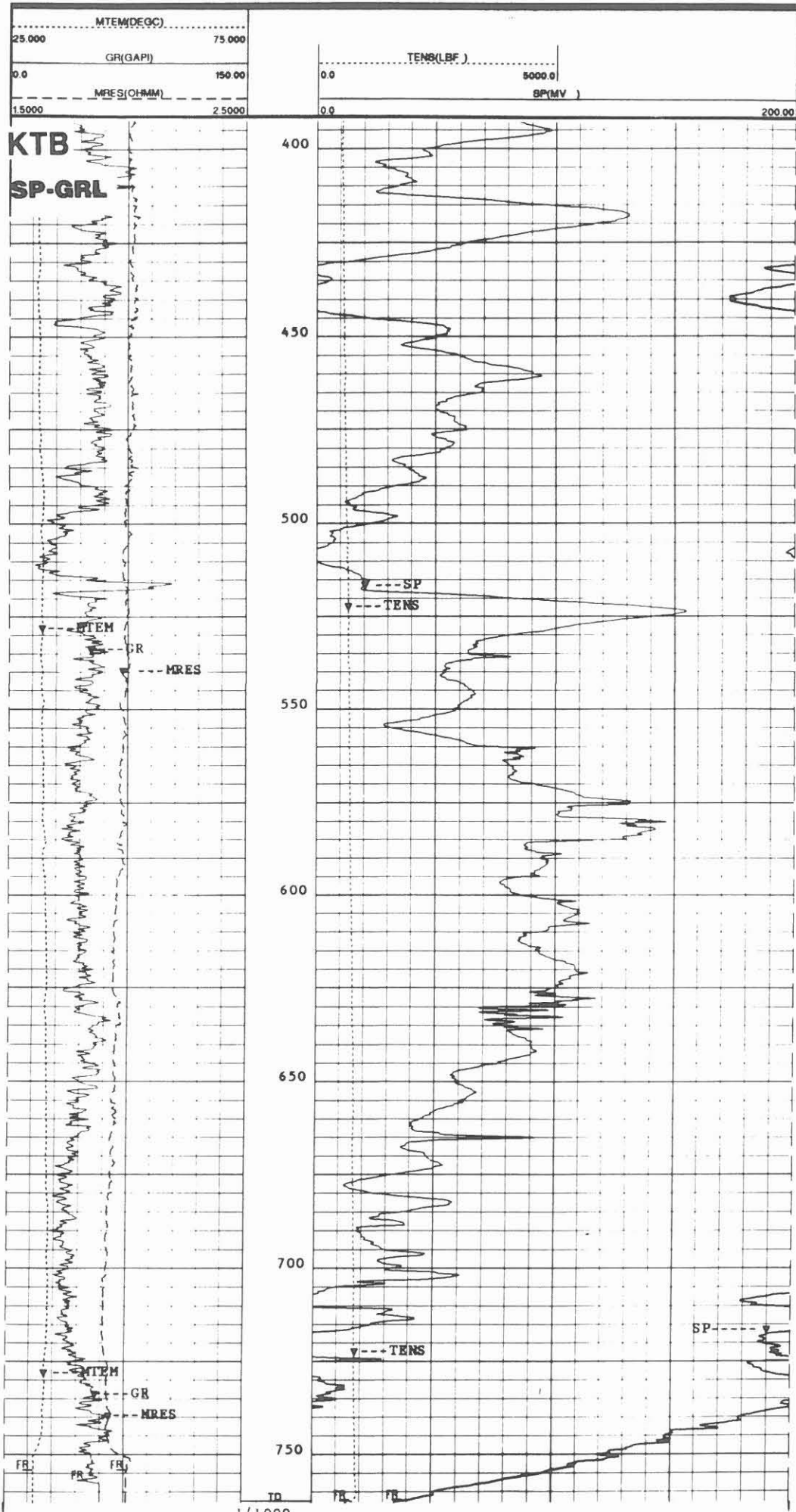
Eine für KTB besonders zusammengesetzte Sonde kam zum Einsatz. Sie wurde allein und stromlos gefahren, um störende Einflüsse zu vermeiden. Nur ein GR und ein isoliertes Gewicht unterstützten das Einfahren. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 9 m/min.

Technische Anmerkungen:

Oberflächenelektrode 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</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
GR	Gamma Ray	(API)	Gammastrahlung	API-Einheiten
MTEM	Mud Temperature	(DEGC)	Spülungstemperatur	Grad C
MRES	Mud Resistivity	(OHMM)	Spülungswiderstand	Ohm m
SP	Self Potential	(MV)	Eigenpotential	MV
TENS	Tension	(LBF)	Gewicht am Kabel	Pfund



DLL/GRL/SP (Dual Laterolog/Gammastrahlenmessung/Eigenpotential)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-054	20.12.1990	290,0 - 759,1 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 571,0 - 651,0 m, Abb. 7.4

Meßziel:

Diese Widerstandsmessung wurde 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 GRL und SP gefahren. 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 mit großen Auskesselungen) und der Schulterzonenbeeinflussung korrigiert werden. Dies ist im Rechenzentrum bei KTB oder der Service-Firma möglich.

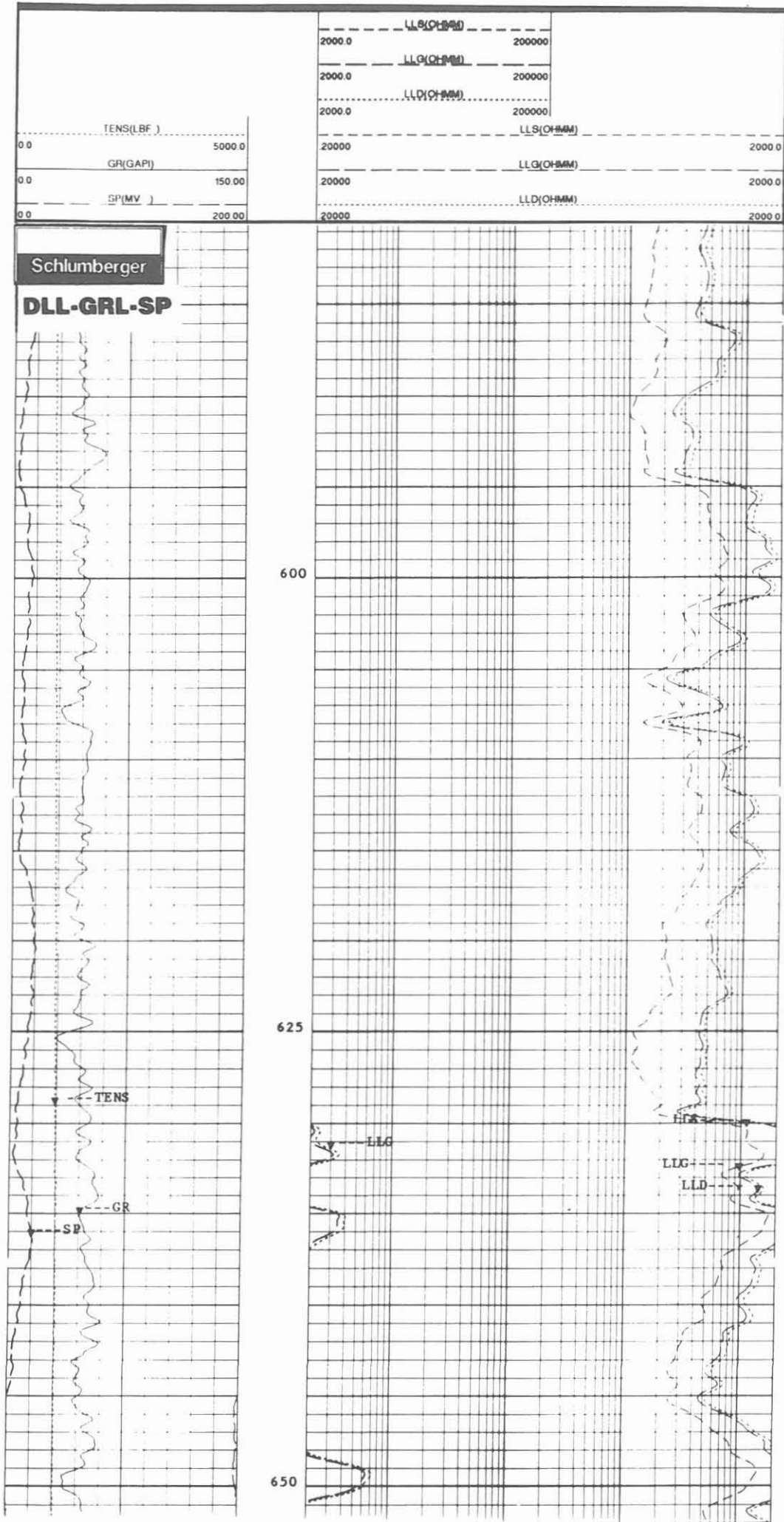
Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000 in Echtzeit; die Meßgeschwindigkeit richtet sich nach dem GR und betrug 9 m/min.

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.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
SP	Self Potential	(MV)	Eigenpotential	MV
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
LLD	Laterolog "deep"	(OHMM)	tiefes Laterolog	Ohm m
LLG	Laterolog "Groningen"	(OHMM)	Groningen-Effekt	
		(OHMM)	kompensiertes Laterolog	Ohm m
LLS	Laterolog "shallow"	(OHMM)	seichtes Laterolog	Ohm m



FMST/GRL/CAL (4-Pad Formation MicroScanner/Gammastrahlen-/Kalibermessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-055	27.10.1990	290,0 - 763,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 548,0 - 601,0 m, Abb. 7.5

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 vorgesehen, damit eine Nachorientierung der Bohrkerne durchzuführen, wenn in der Hauptbohrung in tieferen Bereichen gekernt wird.

Durchführung:

Angaben zur 4-Pad-Aufzeichnung finden sich im Abschn. 8.1 des KTB-Reports 88-4. Um im 17 1/2" Bohrloch eine größere Überdeckung zu erlangen, wurde die gesamte Meßstrecke zweimal registriert. Beide Aufnahmen werden bei der Auswertung zusammengespielt.

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

Technische Anmerkungen:

Es wurde das 4-Pad-FMST-Gerät eingesetzt. 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.

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

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
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
EI	Emex Intensity	(AMPS)	Meßstrom	amps
EV	Emex Voltage	(V)	Meßspannung	Volt
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
HAZI	Hole Azimuth	(DEG)	Azimet des Bohrlochs	Grad
PLAZ	Pad 1 Azimuth	(DEG)	Elektroden-träger 1	
			Azimet	Grad
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
RB 1-8	Resistivity Buttom	1-8	Widerstandselektroden	1-8

OP System Version: 380-134

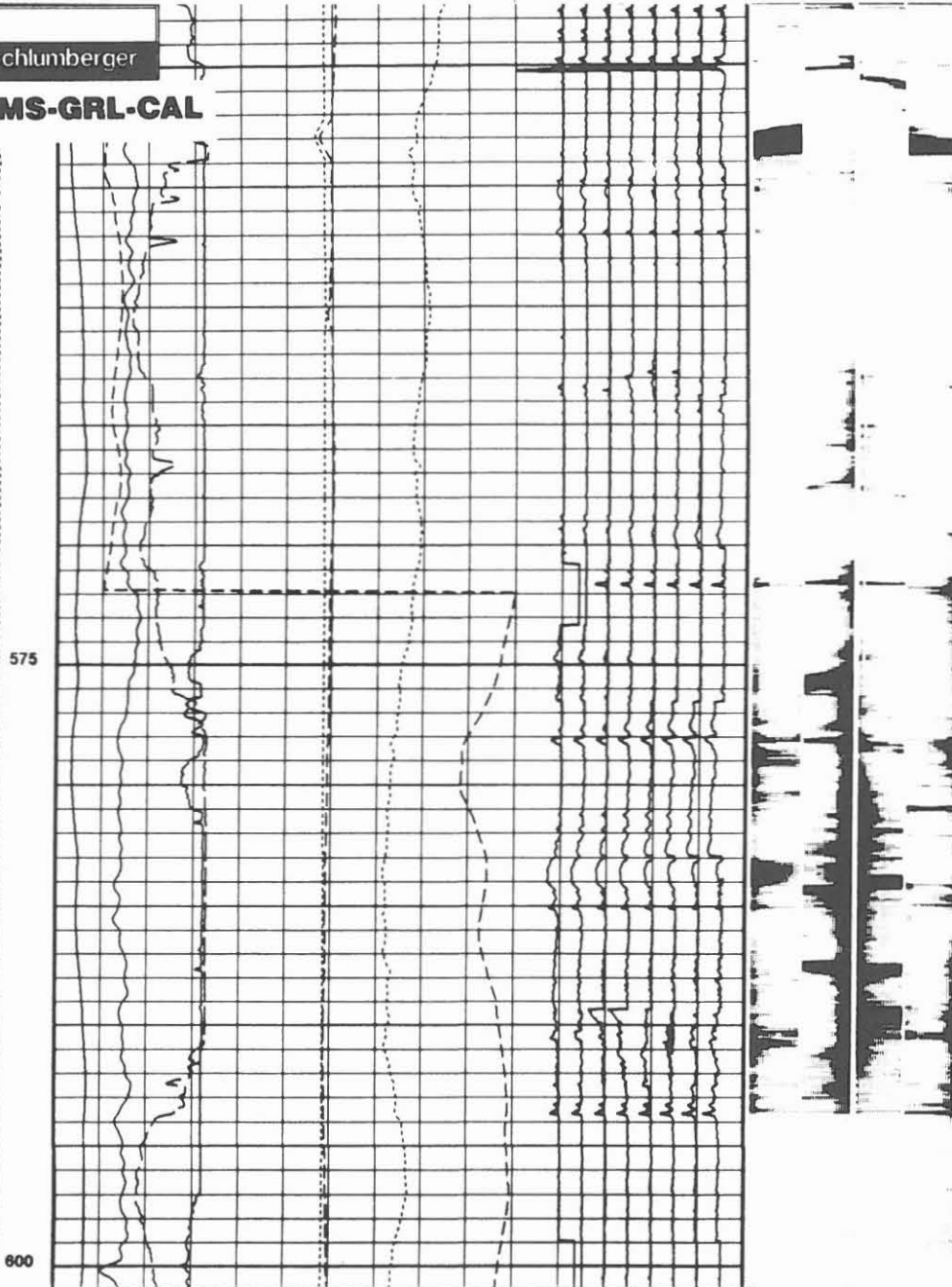
Input LIS Files

DEFAULT MEST .006 FIELD 20-DEC-1990 20:31 763.2 M 285.8 M

Tension (TENS) (LBF)	Caliper 1 (C1) (IN)	EMEX VOLTAGE (EV) (V)	DATA BUTTON 1 (MEST/RB1)
15.0	25.0 0.0	50.0	90.0 (----) -10.0
2500.0 0.0			
Caliper 2 (C2) (IN)	EMEX INTENSITY (EI) (AMPS)	DATA BUTTON 2 (MEST/RB2)	
15.0	25.0 0.0	10.0	80.0 (----) -20.0
Deviation (DEVI) (DEG)	DATA BUTTON 3 (MEST/RB3)		
0.0	10.0	70.0 (----) -30.0	
Hole Azimuth (HAZI) (DEG)	DATA BUTTON 4 (MEST/RB4)		
-40.0	360.0	60.0 (----) -40.0	
Pad One Azimuth (PIAZ) (DEG)	DATA BUTTON 5 (MEST/RB5)		
-40.0	360.0	50.0 (----) -50.0	
Gamma Ray (GR) (GAPI)	DATA BUTTON 6 (MEST/RB6)		
0.0	150.0	40.0 (----) -60.0	
		DATA BUTTON 7 (MEST/RB7)	
		30.0 (----) -70.0	
		DATA BUTTON 8 (MEST/RB8)	
		20.0 (----) -80.0	

Schlumberger

FMS-GRL-CAL



SDT/GRL (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-057	21.12.1990	284,0 - 761,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 684,0 - 761,0 m, Abb. 7.6

Meßziel:

Aussagen über Lithologie, Porosität, Gesteinsverfestigung, Klüfte und Kluftsysteme, zur Kalibrierung der seismischen Aufnahmen und zur Berechnung der Kompressions-, Scher- und Stoneleywellen-Laufzeiten.

Durchführung:

Die Messung erfolgte im sog. DDBHC-Mode. Bei der DT-Messung werden insgesamt 8 Laufzeiten aufgezeichnet. Dies sind:

TT1 = UT R 9 = 9'	LTT1 = UT R 4 = 10'
TT2 = UT R 10 = 3'	LTT2 = UT R 8 = 8'
TT3 = LT R 9 = 7'	LTT3 = LT R 4 = 12'
TT4 = LT R 10 = 5'	LLT4 = LT R 8 = 10'

Aus den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten für ein 2'-Intervall werden nun 8 DTs abgeleitet:

DTL1 = (LTT1 - LTT2)/2	DTS1 = (TT1 - TT2)/2
DTL2 = (LTT4 - LTT2)/2	DTS2 = (TT4 - TT2)/2
DTL3 = (LTT3 - LTT4)/2	DTS3 = (TT3 - TT4)/2
DTL4 = (LTT3 - LTT1)/2	DTS4 = (TT3 - TT1)/2

Schließlich werden aus diesen Größen die DTs berechnet, die auf den Logs dargestellt werden:

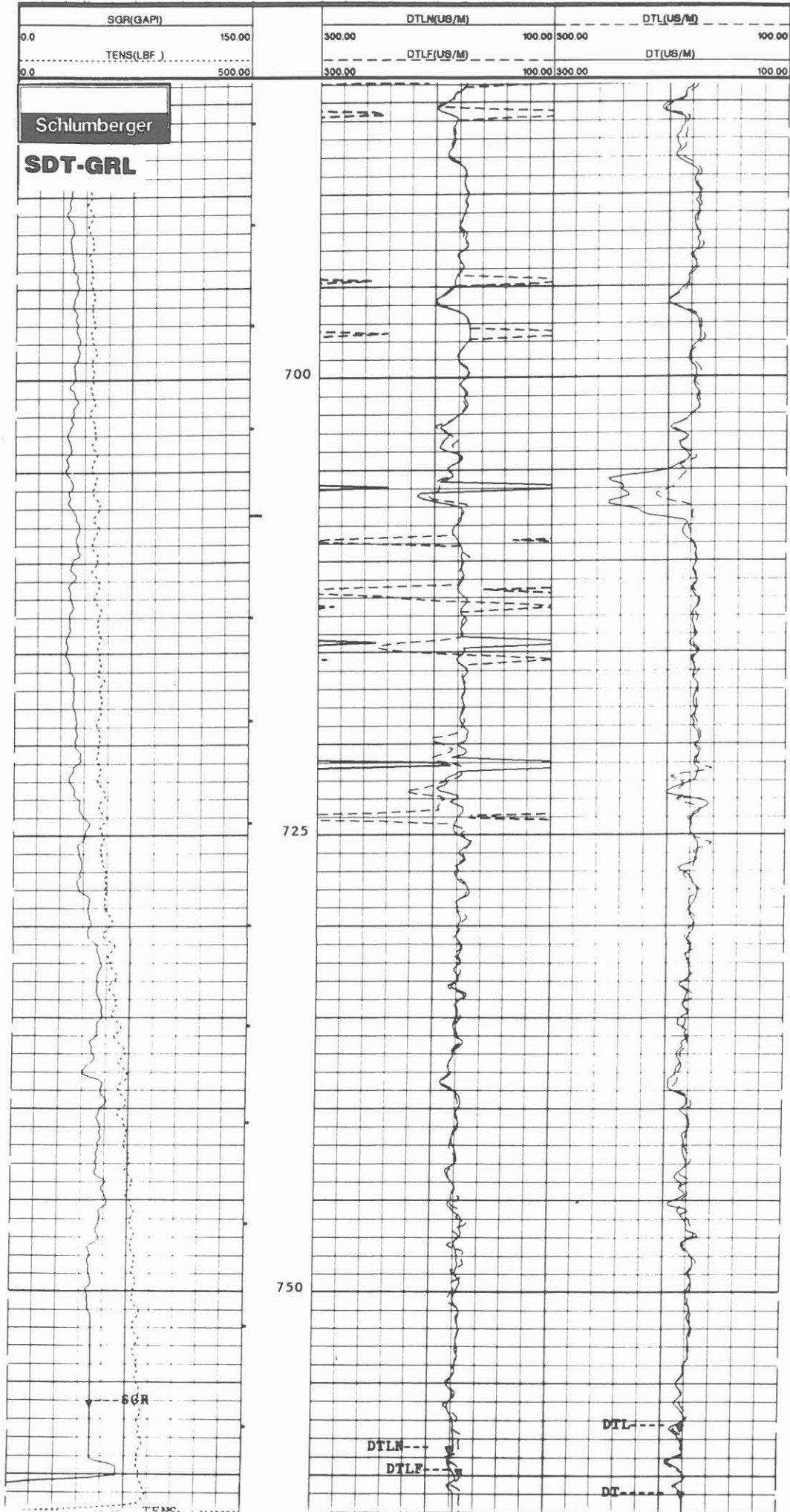
DT = (DTS1 + DTS2)/2	= DT
DTL = (DTS3 + DTS4)/2	= DT Long spacing
DTLN = (DTL1 + DTL2)/2	= DT Long spacing near
DTLF = (DTL3 + DTL4)/2	= DT Long spacing far.

In Spur 2 ist am rechten Rand die integrierte Laufzeit von DTL dargestellt. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 3 m/min.

Technische Anmerkungen:

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: siehe oben.



SDT/GRL/WF (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung/Wave Form Log)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-057	21.12.1990	284,0 - 761,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 527,0 - 601,0 m, Abb. 7.7

Meßziel:

Aufnahme des kompletten Wellenzuges über eine möglichst lange Zeit, 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:

Dargestellt ist die Aufnahme des Wellenzuges über eine Gesamtzeit von 3000 μ s. Außerdem ist die Laufzeit über die Distanz DT und DTL wiedergegeben; siehe SDT/GRL-Beschreibung.

Teufenmaßstab 1 : 200; Meßgeschwindigkeit bei 10,24 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 Stoneleywelle 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 10 μ s aus. Die Aufzeichnung erfolgt in: (2 X 512 words) x 10 μ s = 10,24 ms Länge. Das Gerät wurde durch 5 Zentrierfedern zentrisch geführt.

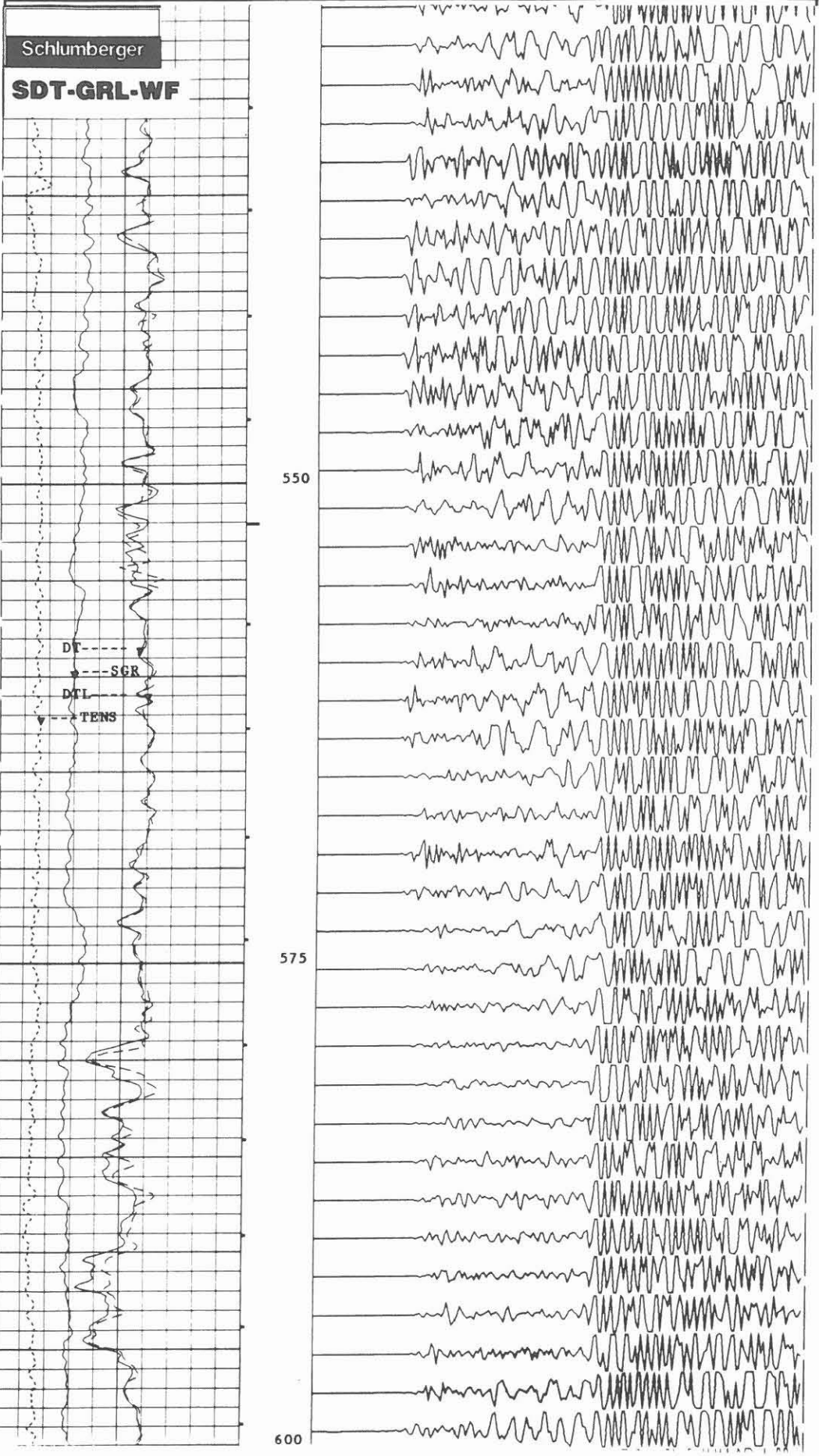
Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
DT	Delta T	(US/M)	Laufzeit kurzer Meßabstand	μ s/m
DTL	Delta T, long	(US/M)	Laufzeit lang-kurzer Meßabstand	μ s/m
WF	Wave Form	(US/M)	Wellenzug-Aufzeichnung	μ s

DT(US/M)	300.00	100.00
SGR(GAPI)	0.0	150.00
DTL(US/M)	300.00	100.00
TENS(LBF.)	0.0	500.00
		WF(US)
		300.00
		3300.0

Schlumberger
SDT-GRL-WF



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-057	21.12.1990	284,0 - 761,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 527,0 - 601,0 m, Abb. 7.8

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:

Es ist die Aufnahme des Wellenzuges über eine Gesamtzeit von 10,24 ms. Die auf dem Film wiedergegebene Aufnahme ist eine Registrierung über 4,34 ms. Es gilt folgende Spurenbelegung: Spur 1: Gammastrahlung, Laufzeit, Laufzeit langer Meßabstand, Gewicht am Kabel Spur 3 und 4: Variable Density Aufzeichnung des Wellenzuges über 3000 μ s.

Teufenmaßstab 1 : 200; Meßgeschwindigkeit bei 3000 μ s: 3,2 m/min.

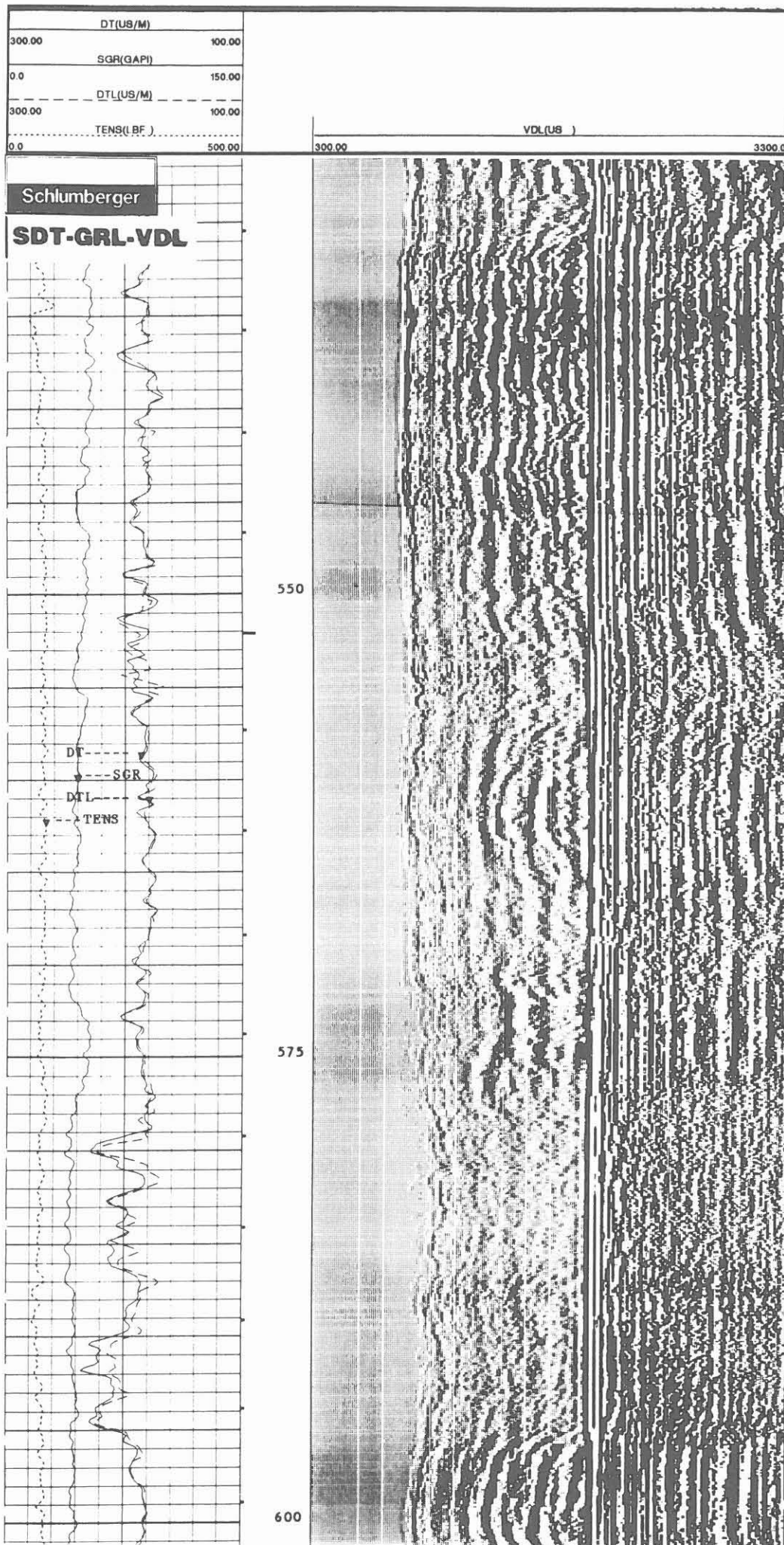
Technische Anmerkungen:

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 Stoneleywelle noch voll aufgezeichnet werden kann. Das Gerät wurde durch 5 Zentrierfedern zentrisch geführt.

Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
DT	Travel Time	(μ s/M)	Laufzeit	μ s/m
DTL	Travel Time		Laufzeit, langer	
	long spacing	(μ s/M)	Meßabstand	μ s/m
SGR	Sum Gamma Ray	(API)	Gesamte Gammastrahlung	API Einheiten
TENS	Tension	(LBF)	Gewicht am Kabel	Pfund
VDL	Variable Density Log (US)		Variables Dichtelog	μ s



NGS-SPEC (Natural Gamma Spectrometer - Spezialaufzeichnung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-057	21.12.1990	284,0 - 753,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 518,0 - 601,0 m, Abb. 7.9

Meßziel:

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

Durchführung:

Die Messung wurde in Kombination mit dem Sonic Digital Tool (SDT) gefahren. Da das NGS vor der optischen Darstellung bearbeitet werden muß, wurde es nicht in Echtzeit auf Film 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 3 m/min.

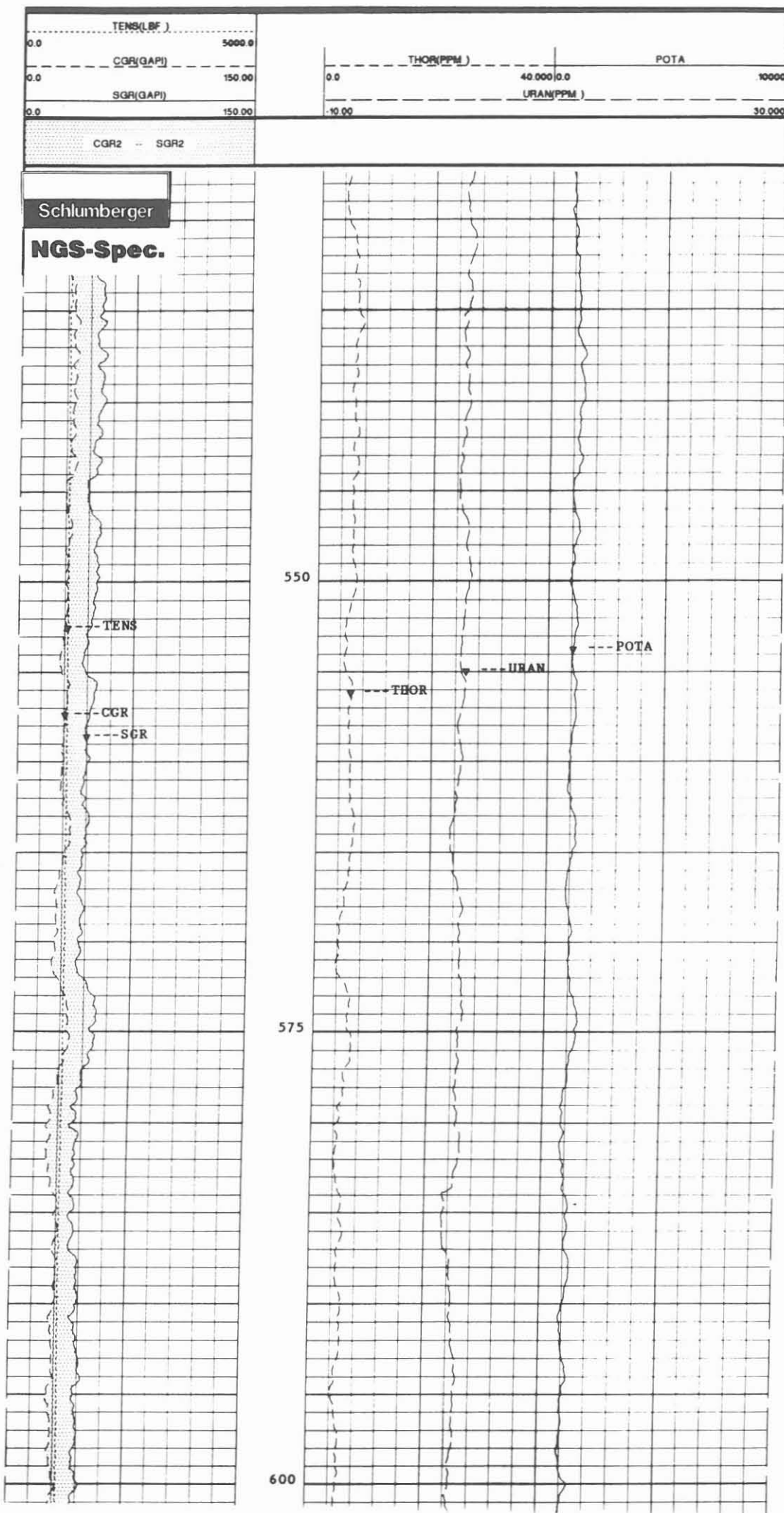
Technische Anmerkungen:

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 Gammastrahlungsmessung ist eine "statistische" Messung. Sie soll deshalb langsam (unter 9 m/min.) gefahren werden.

Die Messung wurde zentrisch gefahren. Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
CGR	Computed GR	(GAPI)	Berechnetes GR (Uraniumkorrigiertes GR)	API-Einheiten
POTA	Potassium	(%)	Kalium	%
SGR	Sum GR	(GAPI)	Summen-Gesamt GR	API-Einheiten
URAN	Uranium	(PPM)	Uranium	g/t
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	Pfund
THOR	Thorium	(PPM)	Thorium	g/t



NGS-RATIO (Natural Gamma Spectrometer - Ratio Präsentation)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-057	21.12.1990	284,0 - 753,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 524,0 - 602,0 m, Abb. 7.10

Meßziel:

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

Durchführung:

Die Messung wurde in Kombination mit der Sonic Digital Messung (SDT) 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 -, 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 Hauptstrahlungskomponenten hervorzuheben. Die Zählraten der Einzelstrahlungen werden durch einen Kalman-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 zentrisch gefahren.

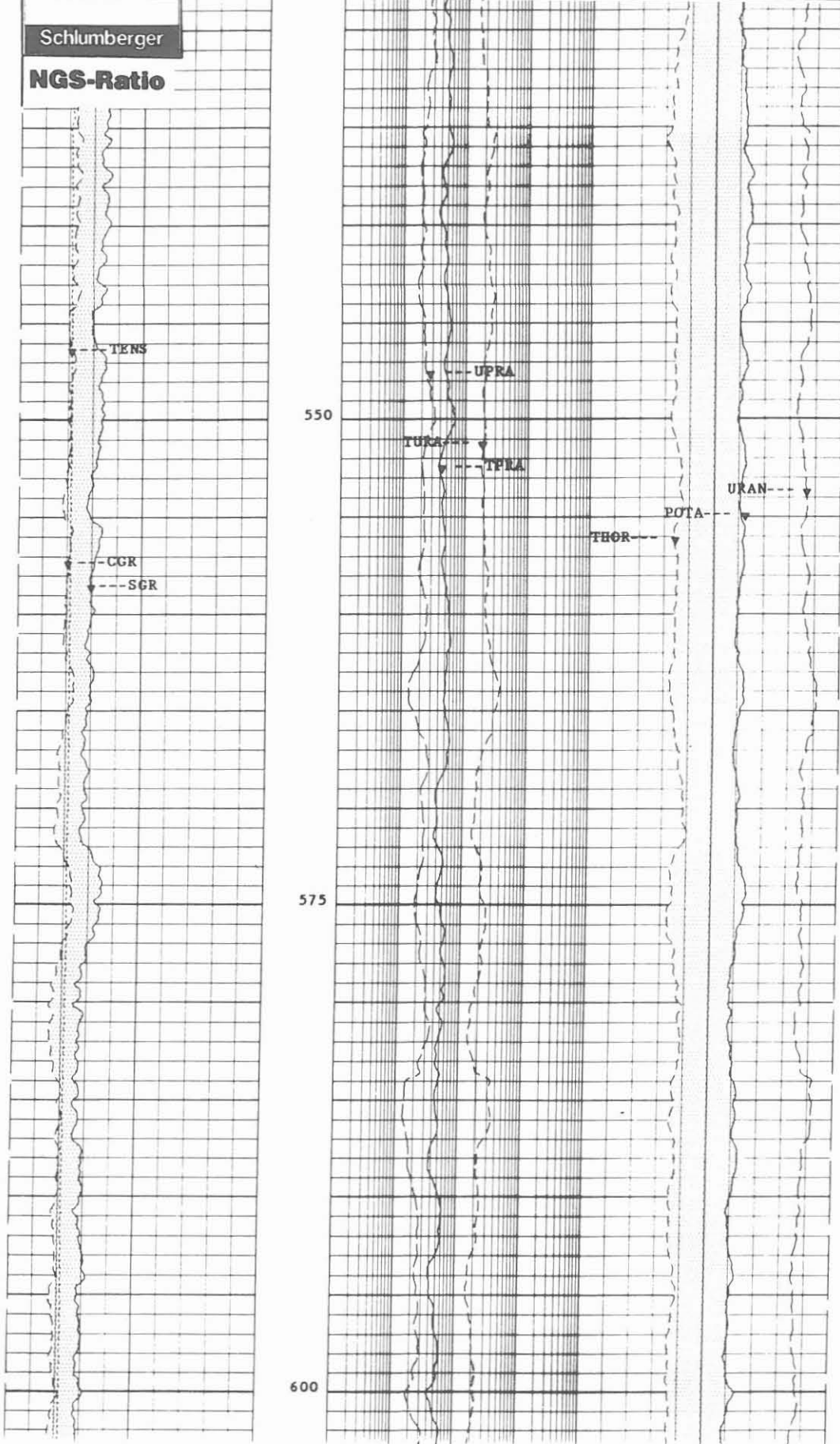
Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
CGR	Computed GR	(GAPI)	Berechnetes GR (Uraniumkorrigiertes GR)	API-Einheiten
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	

TENS(LBF)		UPRA		URAN(PPM)	
0.0	5000.0	10000	1000.0	10.000	0.0
CGR(GAPI)		TURA		POTA	
0.0	150.00	01000	100.00	10.000	0.0
SGR(GAPI)		TPRA		THOR(PPM)	
0.0	150.00	10000	1000.0	20.000	0.0
CGR2 .. SGR2				THO2 .. POT2	

Schlumberger
NGS-Ratio



FMI/GRL/CAL (Formation MicroImager/Gammastrahlen-/Kalibermessung), Prototyp

Ausführender: Schlumberger Paris/Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-058	21.12.1990	290,0 - 763,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 537,0 - 602,0 m, Abb. 7.11

Meßziel:

Nachweis von Klüften, Kluftsystemen, Störungen und Scherflächen. Außerdem soll Information über Schichtung, Textur und Struktur des Gebirges gewonnen werden.

Durchführung:

Dieses neue Gerät von Schlumberger (siehe auch Abschnitt 9: Neue Geräte) mißt über 192 Widerstandselektroden Änderungen des Widerstandes an der Bohrlochwand. Durch die Neugestaltung der Elektroden-träger wird in einem 17 1/2" Bohrloch 36 % des Umfanges erfaßt. Dadurch wird die Gewinnung von aussagefähigen Daten wesentlich verbessert. Für die Registrierung ist die neue Übertage-Ausrüstung MAXIS 500 (siehe auch Abschnitt 9: Neue Geräte) von Schlumberger notwendig.

Technische Anmerkungen:

Das neue FMI-Gerät (Prototyp) ist eine Weiterentwicklung des FMST (Formation MicroScanner Tool). Die Elektroden-träger (pads) sind durch seitlich ausklappbare Verbreiterungen (flaps) in der Lage, 48 Elektroden pro Kaliberarm aufzunehmen. Dadurch ergibt sich eine verbesserte Abdeckung der Bohrlochwand.

Die gewonnene Datenmenge ist so groß, daß sie von einer normalen CSU (Cyber Service Unit) nicht verarbeitet werden kann. Eine MAXIS 500 ist notwendig. Die Datenrate für die Widerstände (fast channels) beträgt 2,5 mm und für GR, CAL, Neigung und Orientierung (slow channels) 15 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
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
EI	Emex Intensity	(AMPS)	Meßstrom	amps
EV	Emex Voltage	(V)	Meßspannung	V
GR	Gamma Ray	(API)	Gammastrahlung	API-Einheiten
HAZI	Hole Azimuth	(DEG)	Bohrlochazimut	Grad
PLAZ	Pad 1 Azimuth	(DEG)	Azimut Elektroden-träger 1	Grad
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
RB 1-12	Resistivity Bottom 1-12		Widerstandselektroden 1-12	

OP System Version: 3B0-134

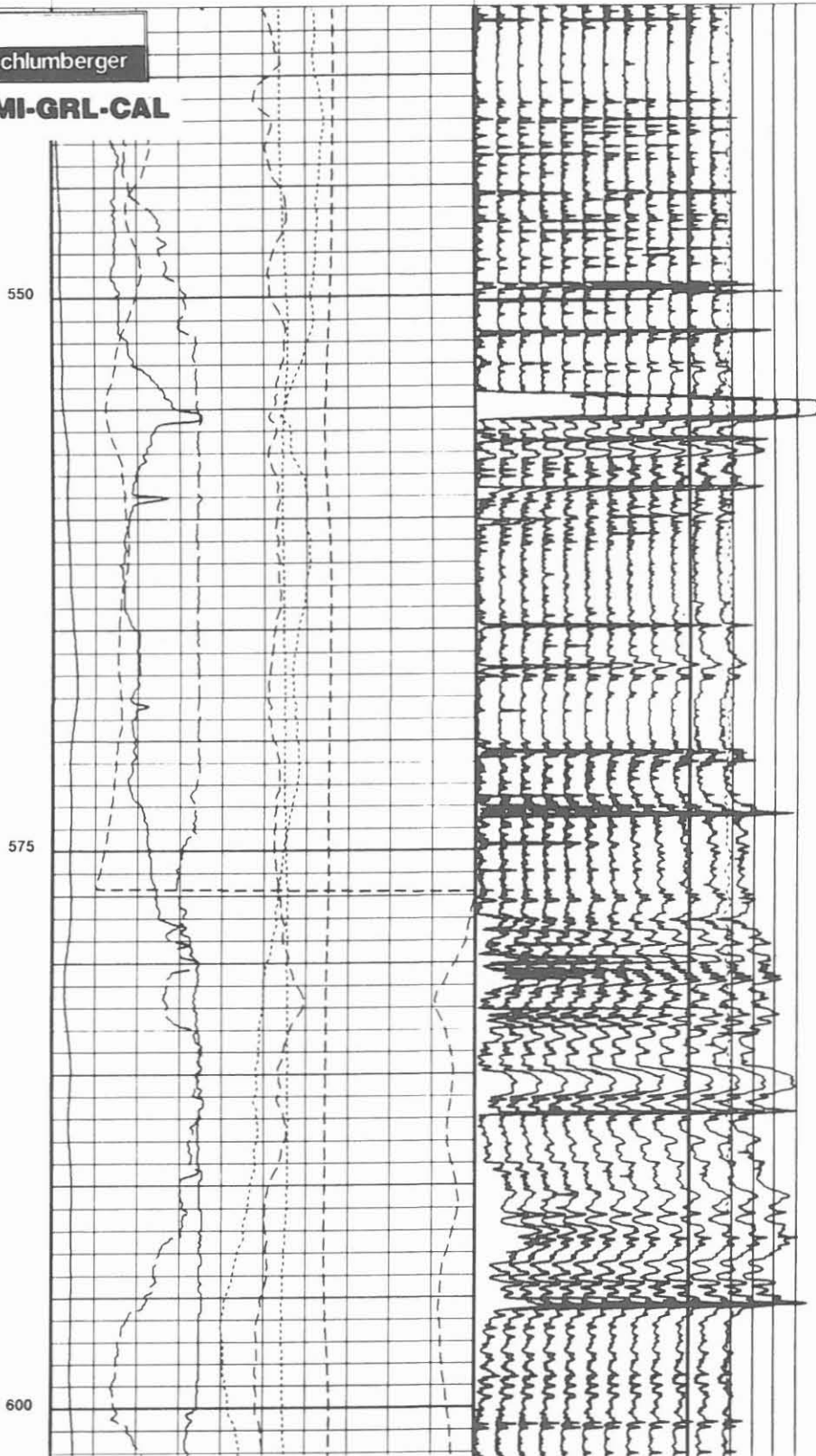
Output LIS Files

FLO FBST .004 FIELD 21-DEC-1990 12:15 764.0 M

Caliper 1 (C1)		EMEX VOLTAGE (EV)		FBST resistivity button #1 (RB1)	
15.0	(IN)	25.0	0.0	50.0	0.0
Caliper 2 (C2)		EMEX INTENSITY (EI)		Tension (TENS)	
15.0	(IN)	25.0	0.0	10.0	2500.0
		(AMPS)		(LBF)	
Deviation (DEVI)				MAIN LOG PASS 2 - DO=-1.2m.	
0.0	(DEG)			EMEX CONTROL = Auto, Gain = 44dB	
		Hole Azimuth (HAZI)			
-40.0	(DEG)	360.0			
		Pad One Azimuth (PIAZ)			
-40.0	(DEG)	360.0			
		Relative Bearing (RB)			
-40.0	(DEG)	360.0			

Schlumberger

FMI-GRL-CAL



7.2 Zweite Meßserie bei 1720,0 m, 02. - 04.03.1991

In der Planung für das Bohrlochmeßprogramm war die erste Meßserie bei Teufe 1500,0 m angesetzt.

Durch die Zwischenschaltung einer ersten Serie in Teufe 762,5 m konnte die Teufe für die folgende, nunmehr zweite Serie, tiefer auf 1720,0 m verlegt werden.

Wie in der bei 762,5 m durchgeführten Meßserie, wurde das Programm auch in dieser Teufe erweitert. Die Notwendigkeit der Gewinnung von strukturellen Informationen erforderte den Einsatz des Formation MicroScanners. Da auch der Formation MicroImager (Prototyp) wieder zur Verfügung stand, wurde er ebenfalls eingesetzt.

Außerdem wurden Messungen der Universität Frankfurt (Redox- und Eigenpotential) und Braunschweig (Magnetometer) in das Programm aufgenommen. Damit wurde der Anforderung durch die ARGE 3 (früher ARGE 4) stattgegeben.

Das bisher durchgeführte Meßprogramm ist in Abschnitt 2, Abb. 2.2 detailliert aufgezeichnet.

Der Zustand der Bedingungen und Verhältnisse in der Bohrung bei Meßbeginn der zweiten Serie ist der Abb. 7.12 zu entnehmen.

HB77*BGL-GR-AMS-TEMP-SP° 5/3/91



COMPANY: NIEDERSAECHSISCHES LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG
 WELL: KTB-OPF-HB
 FIELD: OBERPFALZ
 KREIS: NEUSTADT/HM
 LANDE: BAYERN
 NATION: BRD
 LOCATION: NAABDEHENREUTH
 WINDISCHESCHENBACH
 LATITUDE: H 55 19 864,35
 LONGITUDE: R 45 08 775,24
 PERMANENT DATUM: ACKERSONHLE ELEVATIONS-
 ELEV. OF PERM. DATUM: 513.8 M KB: 11.8 M
 LOG MEASURED FROM: ACKERSONHLE DF: 11.8 M
 0.0 M ABOVE PERM. DATUM GL: 513.8 M
 DRLG. MEASURED FROM: ACKERSONHLE
 DATE: 5 MAR 91
 RUN NO: HB077

OTHER SERVICES-
 DLL, FMI,
 4FMS, SBT-NGS
 SP/REDBX,
 FHL (DRAUMSC

PROGRAM
 TAPE NO:
 38.243A
 SERVICE
 ORDER NO:
 HB077

DEPTH-DRILLER: 1720.0 M
 DEPTH-LOGGER: 1719.5 M
 BTH. LOG INTERVAL: 1719.5 M
 TOP LOG INTERVAL: 290.0 M
 CASING-DRILLER: 5.7 M 290.0 M
 CASING-LOGGER: 5.5 M 290.0 M
 CASING: 32 24-1/2"K55
 BIT SIZE: 28"

TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL
 DENSITY: 1.04 G/C3
 VISCOSITY: 6880 S
 PH: 10.9
 FLUID LOSS: 30.0 C3
 SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF
 RH: 2.000 DHMM AT 19.5 DEGC
 RHF: 2.110 DHMM AT 20.0 DEGC
 RHC: 1.970 DHMM AT 19.5 DEGC
 SOURCE RHF/RHC: PRESSE/PRESSE
 RH AT BHT: 1.112 DHMM AT 52.4 DEGC
 RHF AT BHT: 1.187 DHMM AT 52.4 DEGC
 RHC AT BHT: 1.095 DHMM AT 52.4 DEGC
 TIME CIRC. STOPPED: 10:30 2/3
 TIME LOGGER ON BTH.: 02:56 5/3/91
 MAX. REC. TEMP: 52.4 DEGC
 LOGGING UNIT NO: 701
 LOGGING UNIT LOC: KTB
 RECORDED BY: DEGREFTE
 WITNESSED BY: GATTO

REMARKS:
 IN KOMBINATION GEFAHREN: BGL-GR-AMS-SP-TEMP
 GEBOHRT BIS 06:00 2/3/91
 TEMP.FEUEHLER KAEFIG IST SP ELEKTRODE I
 ZUSAETZLICHE INCLINOMETER IN HDM-LB 846 EINGESETZT.
 INCLINOMETER DATEN:
 LC03=NEIGUNG ; LC10=REL.BEARING ; LC13=AZIMUTH
 IM HAENGEN: SP-ELEKTRODE=KUPFER/KUPFERSULFAT
 AUFWAERTS: SP-ELEKTRODE=BLEI MIT SPUELUNG
 STILLSTANDSMESSUNGEN : (INCLINOMETERDATEN)
 TUEFE NEIGUNG AZIMUTH
 1719.5 0.7 (1.0) 44 (50)
 1715 0.5 (1.0) 37 (54)
 1710 -- (1.0) 59 (65)
 1705 0.7 (1.0) 63 (75)
 1700 0.7 (0.9) 74 (79)

BGL/AMS/GRL/TEMP/SP (Borehole Geometry Log (Vierarm-Kaliber)/Auxiliary Measurements Sonde/Gammastrahlenmessung/Temperatur/Eigenpotential)

Ausführender: KTB

Lfd. Nr.	Datum	Intervall
HB-070	02.03.1991	0,0 - 1720,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 1365,0 - 1720,0 m, Abb. 7.13

Meßziel:

Kontrolle des Zustandes der Bohrung, der Bohrlochrandausbrüche, Auskesselungen, Neigung und Richtung, Temperatur und Zuflußzonen.

Durchführung:

Vor dem Einsatz der anderen Meßgeräte wurde aus Sicherheitsgründen jeweils eine Kalibermessung gefahren, um Zonen zu ermitteln, die ausgebrochen sind. Die Messungen wurden im Aufwärtsfahren registriert.

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

Technische Anmerkungen:

Das Meßsystem wird zentriert eingefahren. Je zwei gegenüberliegende Kaliberarme 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. Außerdem wurde bei dieser Einfahrt Neigung und Orientierung durch ein zweites System (GEOCOM) registriert. Temperatur und Eigenpotential werden ebenfalls aufgezeichnet.

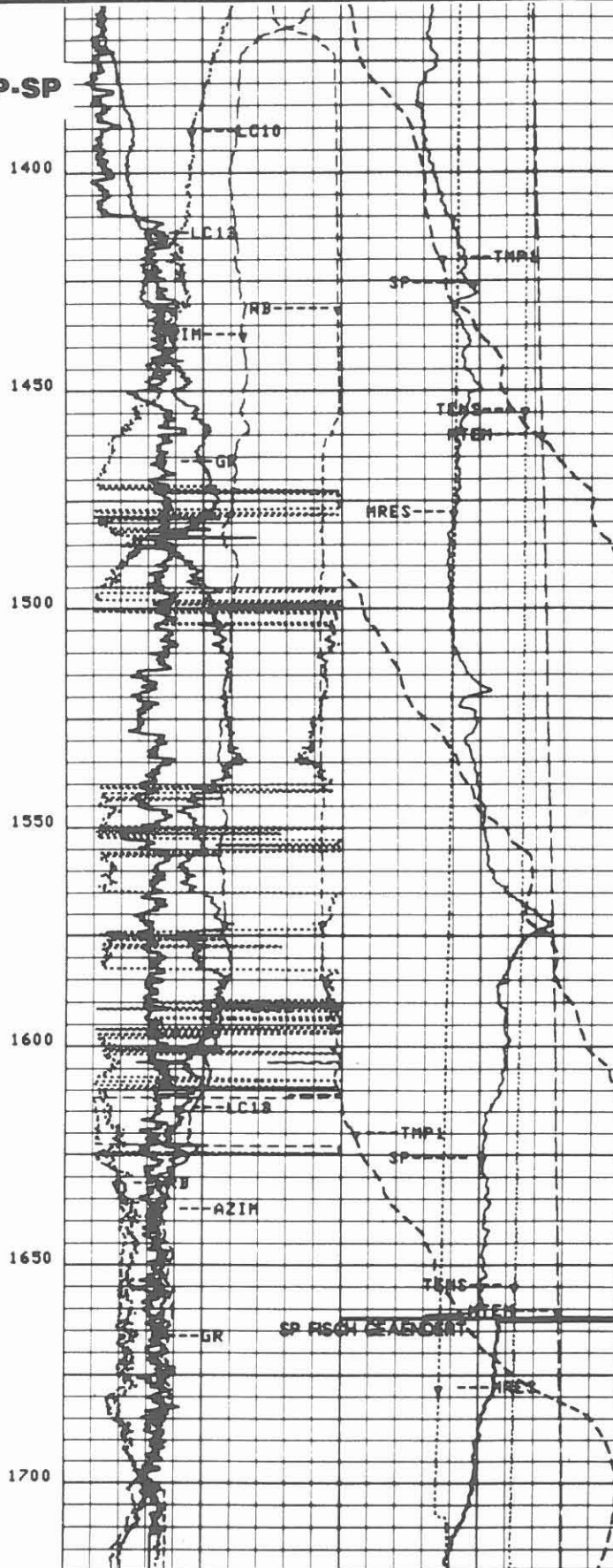
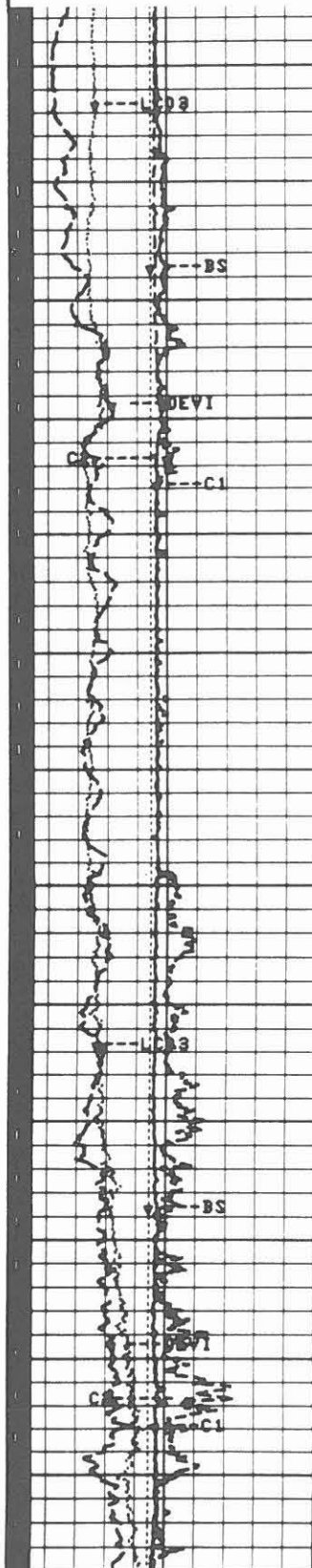
Datenrate: 15 cm (6").

Abkürzungen:

	englisch	Einheit	deutsch	Einheit
AZIM	Azimuth	(DEG)	Azimut	Grad
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
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
LC03	Deviation (GEOCOM)	(DEG)	Neigung (GEOCOM)	Grad
LC10	Azimuth (GEOCOM)	(DEG)	Azimuth (GEOCOM)	Grad
LC13	Relative Bearing (GEOCOM)	(DEG)	Referenz (GEOCOM)	Grad
MRES	Mud Resistivity	(OHMM)	Spülungswiderstand	(Ohm m)
MTEM	Mud Temperature	(DEGC)	Spülungstemperatur	Grad C
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
SP	Self Potential	(MV)	Eigenpotential	(mV)
TEMP1	Temperature	(DEGC)	Temperatur	Grad C
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	Pfund

LC09		LC10		TEMP(DEC)	
-1.000	4.0000	-40.00	300.00	50.000	82.000
BS(MM)		LC13		SP(MV)	
0.0	1000.0	-40.00	300.00	0.0	200.00
DEVI(DEC)		RM(DEC)		TENS(LBF)	
-1.000	4.0000	-40.00	300.00	5000.0	0.0
C2(MM)		AZ(MDEC)		MTEM(DEC)	
0.0	1000.0	-40.00	300.00	10.000	60.000
C1(MM)		GR(QAPI)		MRES(OHMM)	
0.0	1000.0	0.0	150.00	50000	15000

KTB
BGL-AMS-GRL-TEMP-SP



DLL/GRL/SP (Dual Laterolog/Gammastrahlen-/Eigenpotentialmessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-071	03.03.1991	284,0 - 1716,5 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 1380,0 - 1450,0, Abb. 7.14

Meßziel:

Diese Widerstandsmessung wurde 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 GR, und SP gefahren. Die Widerstandsskala wird 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 mit großen Auskesselungen) und der Schulterzonenbeeinflussung korrigiert werden. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000 in Echtzeit; die Meßgeschwindigkeit richtet sich nach dem GR und betrug 9 m/min.

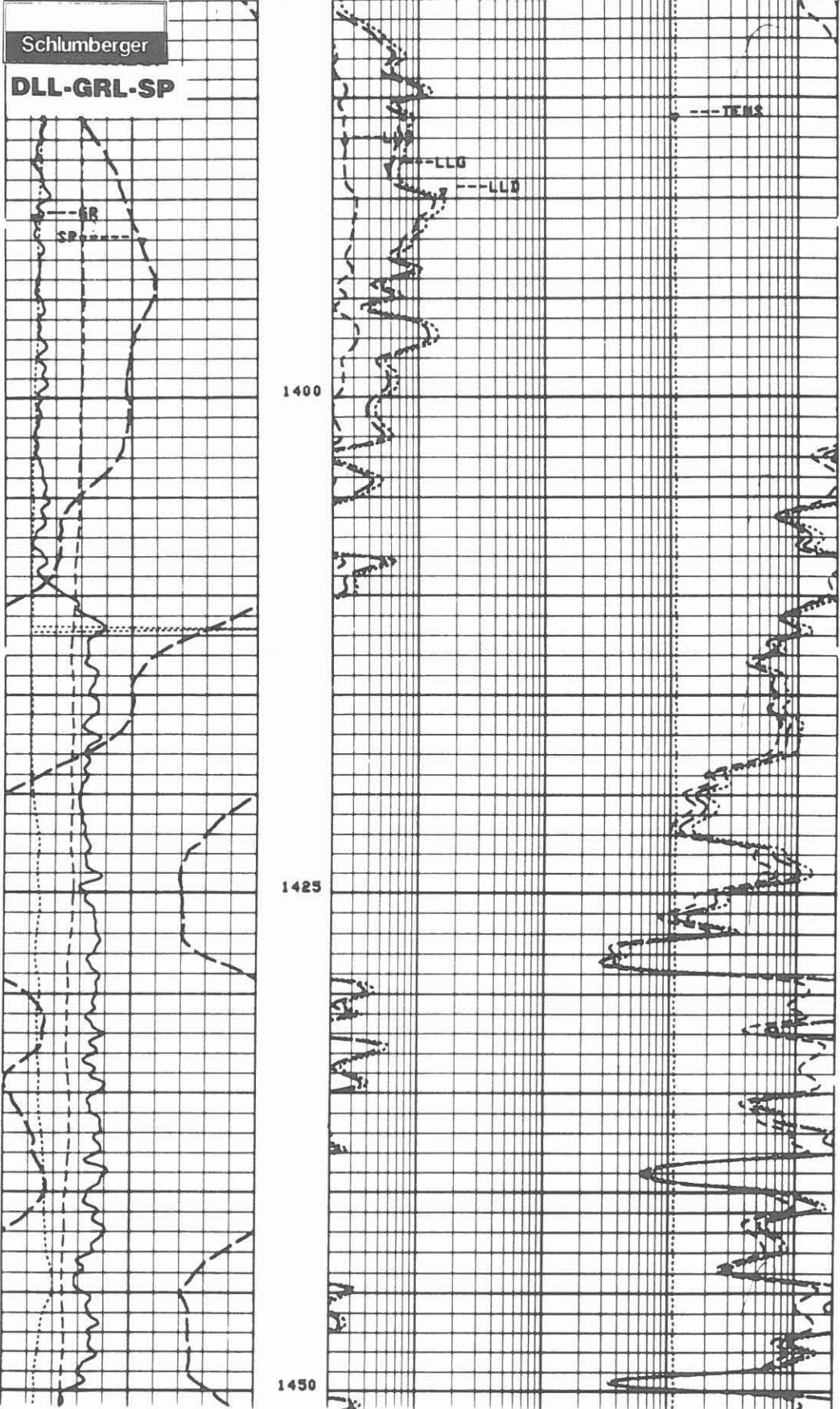
Technische Anmerkungen:

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. Datenrate Dual Laterolog: 15 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheit
LLD	Laterolog "deep"		tiefes Laterolog	Ohm m
LLG	Laterolog "Groningen"		Groningen-Effekt	
			kompensiertes Laterolog	Ohm m
LLS	Laterolog "shallow"		seichtes Laterolog	Ohm m
SP	Self Potential (MV)		Eigenpotential	mV

	LL(DIP) ()	2000.0	200000	
	LL(DIP) ()	2000.0	200000	
DEVIDEG)	LL(DIP) ()	2000.0	200000	TEMS ()
1.000	LL(DIP) ()	2000.0	200000	8000.0
AZIMIDEG)	LL(DIP) ()	2000.0	200000	2000.0
40.00	LL(DIP) ()	2000.0	200000	2000.0
GRID ()	LL(DIP) ()	2000.0	200000	2000.0
0.0	LL(DIP) ()	2000.0	200000	2000.0
SP ()	LL(DIP) ()	2000.0	200000	2000.0
0.0	LL(DIP) ()	2000.0	200000	2000.0



FMI/GRL/CAL (Formation MicroImager/Gammastrahlen-/Kalibermessung), Prototyp

Ausführender: Schlumberger Paris/Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-072	03.03.1991	720,0 - 1719,5 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 1571,0 - 1632,0, Abb. 7.15

Meßziel:

Nachweis von Klüften, Kluftsystemen, Störungen und Scherflächen. Außerdem soll Information über Schichtung, Textur und Struktur des Gebirges gewonnen werden.

Durchführung:

Dieses neue Gerät von Schlumberger (siehe auch Abschnitt 9: Neue Geräte) mißt über 192 Widerstandselektroden Änderungen des Widerstandes an der Bohrlochwand. Durch die Neugestaltung der Elektrodenträger wird in einem 17 1/2" Bohrloch 36 % des Umfanges erfaßt. Dadurch wird die Gewinnung von aussagefähigen Daten wesentlich verbessert. Für die Registrierung ist die neue Übertage Ausrüstung MAXIS 500 (siehe auch Abschnitt 9: Neue Geräte) von Schlumberger notwendig.

Technische Anmerkungen:

Das neue FMI-Gerät (Prototyp) ist eine Weiterentwicklung des FMST (Formation MicroScanner Tool). Die Elektrodenträger (pad) sind durch seitlich ausklappbare Verbreiterungen (flaps) in der Lage, 48 Elektroden pro Kaliberarm aufzunehmen. Dadurch ergibt sich eine verbesserte Abdeckung der Bohrlochwand.

Die gewonnene Datenmenge ist so groß, daß sie von einer normalen CSU (Cyber Service Unit) nicht verarbeitet werden kann. Eine MAXIS 500 ist notwendig. Die Datenrate für die Widerstände (fast channels) beträgt 2,5 mm und für GR, CAL, Neigung und Orientierung (show channel) 15 cm.

Abkürzungen:

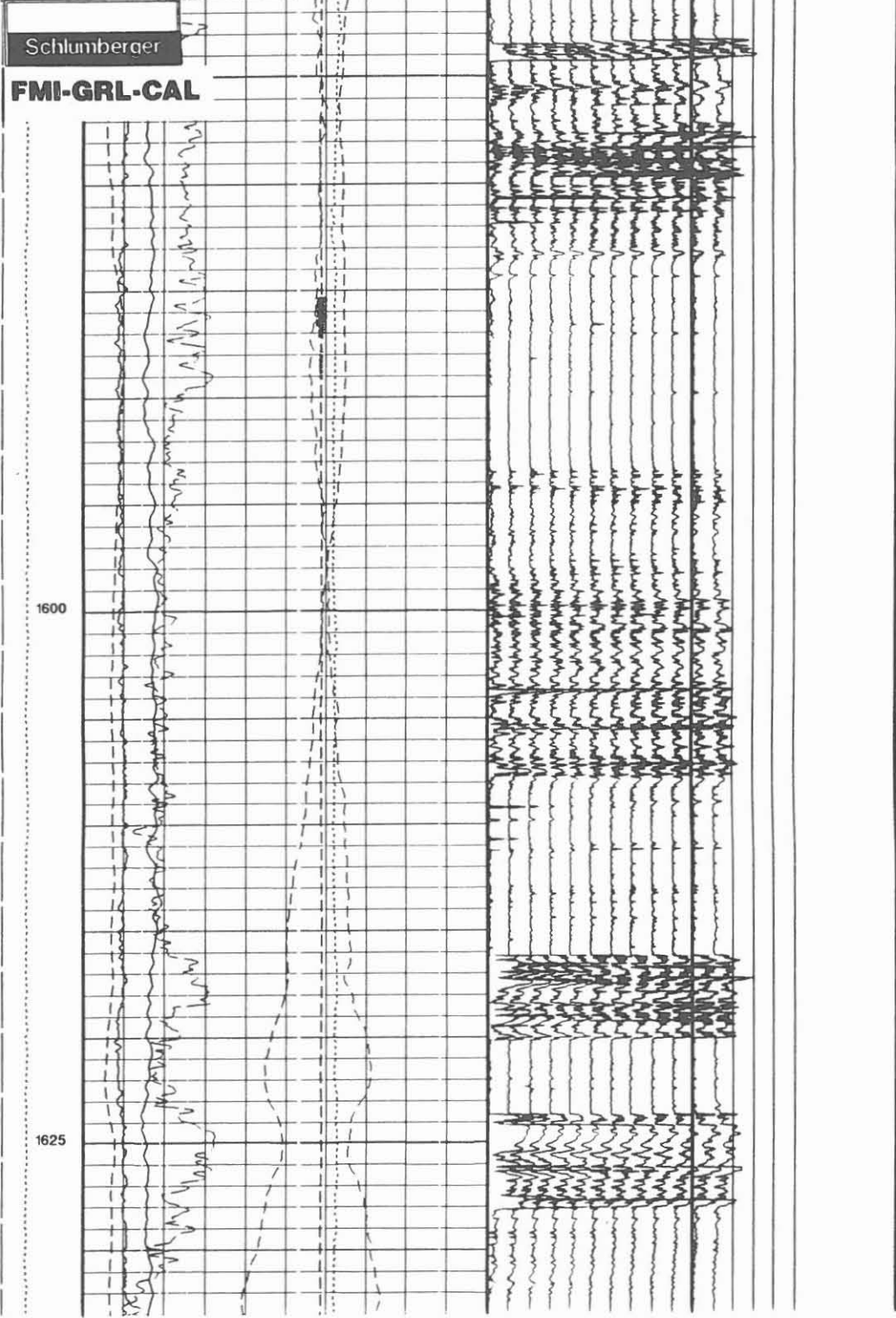
	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
C1	Caliper 1-3	(IN)	Kaliber 1-3	Zoll
C2	Caliper 2-3	(IN)	Kaliber 2-4	Zoll
DEVI	Deviation	(DEG)	Neigung	Grad
EI	Emex Intensity	(AMSS)	Meßstrom	amps
EV	Emex Voltage	(V)	Meßspannung	V
GR	Gamma Ray	(API)	Gammastrahlung	API-Einheiten
HAZI	Hole Azimuth	(DEG)	Bohrlochazimut	Grad
PLAZ	Pad 1 Azimuth	(DEG)	Azimuth Elektrodenträger 1	Grad
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
RB 1-12	Resistivity Button 1-12		Widerstandselektroden 1-12	

OP System Version: 380-134

Output LIS Files

FLIC FBST .008 FIELD 3-MAR-1991 14:03 1141.3 M
 FLO FBST .008 FIELD 3-MAR-1991 14:03 1141.3 M

Tension (TENS) (LBF) 3000.0 0.0	Caliper 1 (C1)		EMEX VOLTAGE (EV)		FBST resistivity button #1 (RB1)	
	16.0 (IN)	26.0 0 0	(V)	50.0 0.0	(----	10000.0
	Caliper 2 (C2)		EMEX INTENSITY (EI)			
	16.0 (IN)	26.0 0 0	(AMPS)	10.0		
	Deviation (DEVI)				5.0	
	0.0 (DEG)					
	Hole Azimuth (HAZI)				360.0	
	-40.0 (DEG)					
	Relative Bearing (RB)				360.0	
	-40.0 (DEG)					
	Gamma Ray (GR)					
	0.0 (GAPI)	150.0				



FMST/GRL/CAL (4-Pad Formation MicroScanner/Gammastrahlen-/Kalibermessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-073	03.03.1991	720,0 - 1719,5 m

Beispiel:

Meßausschnitt 1574,0 - 1628,0 m, Abb. 7.16

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 vorgesehen, damit eine Nachorientierung der Bohrkerne durchzuführen, wenn in der Hauptbohrung in tieferen Bereichen gekernt wird.

Durchführung:

Angaben zur 4-Pad-Aufzeichnung finden sich im Abschn. 8.1 des KTB-Reports 88-4. Um im 17 1/2" Bohrloch eine größere Überdeckung zu erlangen, wurde die gesamte Meßstrecke zweimal registriert. Beide Aufnahmen werden bei der Auswertung zusammengespült.

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

Technische Anmerkungen:

Es wurde das 4-Pad-FMST-Gerät eingesetzt. 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.

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

Abkürzungen:

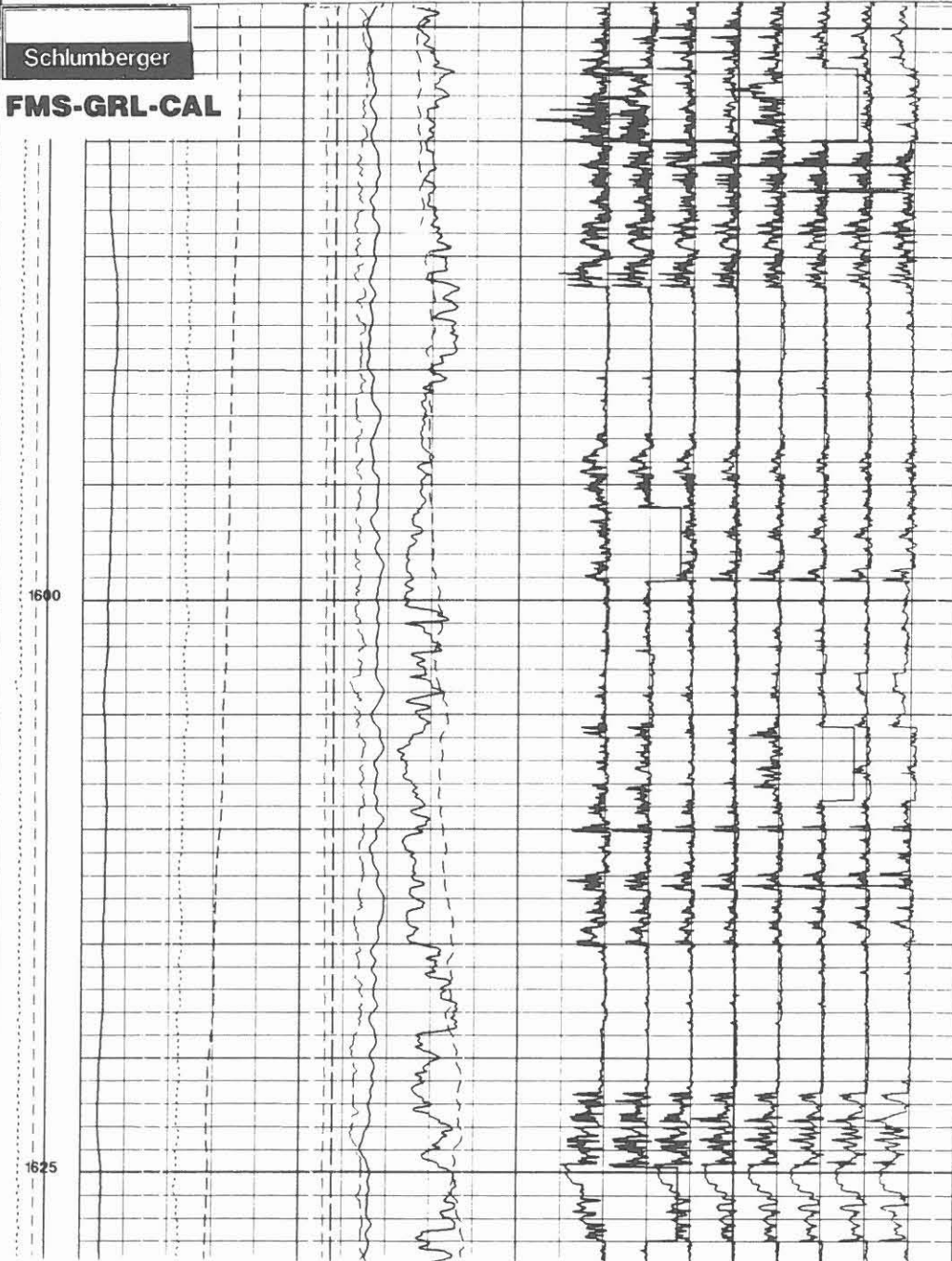
	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
C 1	Caliper 1-3	(IN)	Kaliber 1-3	Zoll
C 2	Caliper 2-4	(IN)	Kaliber 2-4	Zoll
DEVI	Deviation	(DEG)	Neigung	Grad
EI	Emex Intensity	(AMPS)	Meßstrom	amps
EV	Emex Voltage	(V)	Meßspannung	Volt
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
HAZI	Hole Azimuth	(DEG)	Azimet des Bohrlochs	Grad
PLAZ	Pad 1 Azimuth	(DEG)	Elektroenträger 1	
			Azimet	Grad
RB	Relative Bearing	(DEG)	Referenz	Grad
RB 1-8	Resistivity Button 1-8		Widerstandselektroden 1-8	

OP System Version: 380-134

Output LIS Files

FLIC MEST .004 FIELD 3-MAR-1991 22:11 1720.9 M
 FLO MEST .004 FIELD 3-MAR-1991 22:11 1720.9 M

Tension (TENS) (LBF)	Deviation (DEVI) (DEG)	EMEX VOLTAGE (EV) (V)	DATA BUTTON 1 (MEST/RB1) (----)
0.0 3000.0 0.0	5.0 0.0	50.0 90.0	-10.0
ANOR (ANOR) (M/S2)	Hole Azimuth (HAZI) (DEG)	EMEX INTENSITY (EI) (AMPS)	DATA BUTTON 2 (MEST/RB2) (----)
9.0 11.0	-40.0 360.0 0.0	10.0 80.0	-20.0
FNOR (FNOR) (OER)	Pad One Azimuth (PIAZ) (DEG)	Caliper 1 (C1) (IN)	DATA BUTTON 3 (MEST/RB3) (----)
0.2 0.7	-40.0 360.0 16.0	26.0 70.0	-30.0
	Relative Bearing (RB) (DEG)		DATA BUTTON 4 (MEST/RB4) (----)
	-40.0 360.0 60.0		-40.0
		Caliper 2 (C2) (IN)	DATA BUTTON 5 (MEST/RB5) (----)
		16.0 26.0 50.0	-50.0
		Gamma Ray (GR) (GAPI)	DATA BUTTON 6 (MEST/RB6) (---)
		0.0 150.0 40.0	-60.0
		BS (BS) (IN)	DATA BUTTON 7 (MEST/RB7) (----)
		11.0 26.0 30.0	-70.0
			DATA BUTTON 8 (MEST/RB8) (---)
			20.0 -80.0



SDT/GRL (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-074	04.03.1991	278,0 -1718,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 1398,0 - 1474,0 m, Abb. 7.17

Meßziel:

Aussagen über Lithologie, Porosität, Gesteinsverfestigung, Klüfte und Kluftsysteme, zur Kalibrierung der seismischen Aufnahmen und zur Berechnung der Kompressions-, Scher- und Stoneleywellen-Laufzeiten.

Durchführung:

Die Messung erfolgte im sog. DDBHC-Mode. Bei der DT-Messung werden insgesamt 8 Laufzeiten aufgezeichnet. Dies sind:

TT1 = UT R 9 = 9'	LTT1 = UT R 4 = 10'
TT2 = UT R 10 = 3'	LTT2 = UT R 8 = 8'
TT3 = LT R 9 = 7'	LTT3 = LT R 4 = 12'
TT4 = LT R 10 = 5'	LTT4 = LT R 8 = 10'

Aus den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten für ein 2'-Intervall werden nun 8 DTs abgeleitet:

DTL1 = (LTT1 - LTT2)/2	DTS1 = (TT1 - TT2)/2
DTL2 = (LTT4 - LTT2)/2	DTS2 = (TT4 - TT2)/2
DTL3 = (LTT3 - LTT4)/2	DTS3 = (TT3 - TT4)/2
DTL4 = (LTT3 - LTT1)/2	DTS4 = (TT3 - TT1)/2

Schließlich werden aus diesen Größen die DTs berechnet, die auf den Logs dargestellt werden:

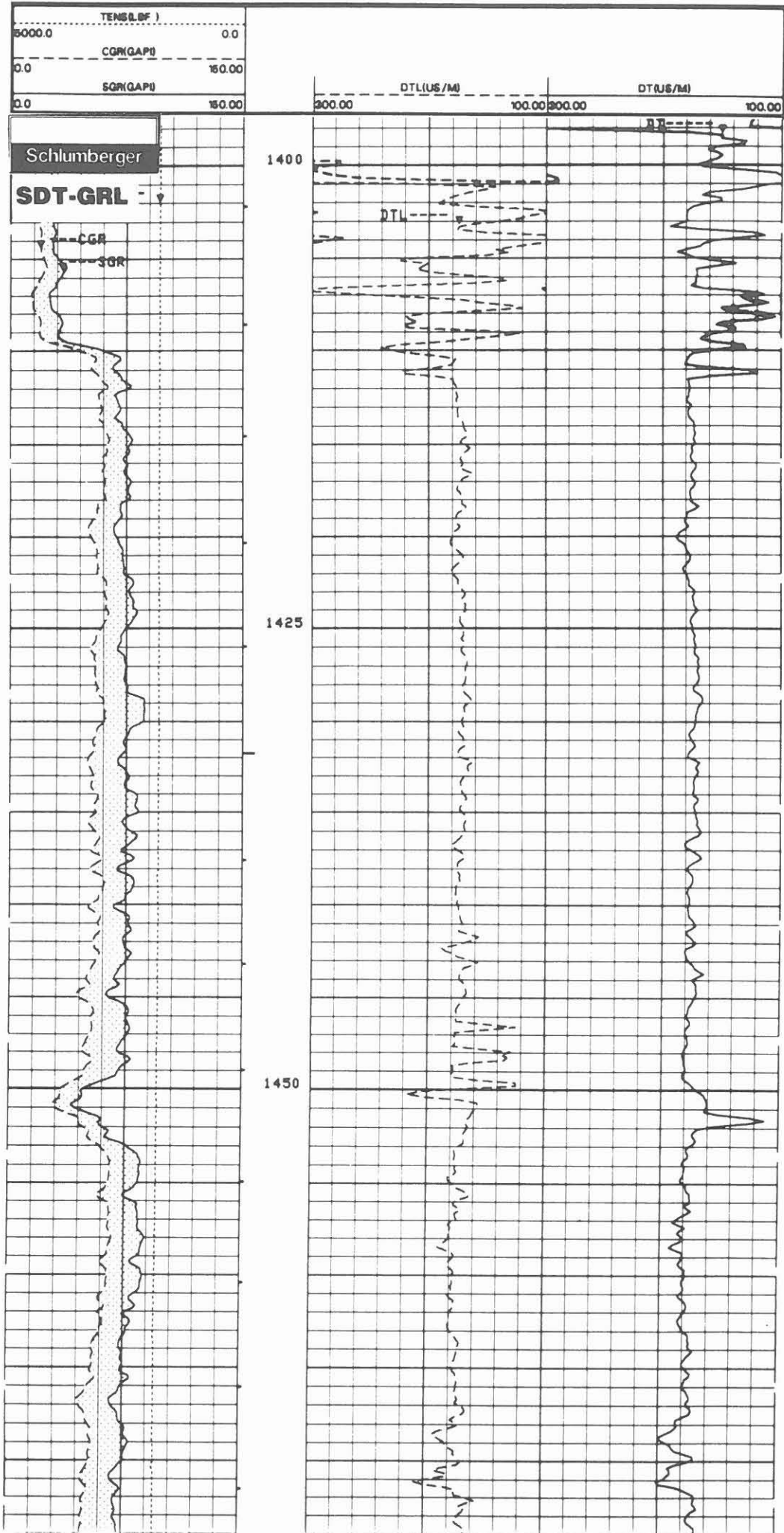
DT = (DTS1 + DTS2)/2	= DT
DTL = (DTS3 + DTS4)/2	= DT Long spacing
DTLN = (DTL1 + DTL2)/2	= DT Long spacing near
DTLF = (DTL3 + DTL4)/2	= DT Long spacing far.

In Spur 2 ist am rechten Rand die integrierte Laufzeit von DTL dargestellt. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 5 m/min.

Technische Anmerkungen:

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. Das Gerät wurde exzentrisch gefahren. Datenrate: 15 cm

Abkürzungen: siehe oben.



SDT/GRL/WF (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung/Wave Form Log)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-074	04.03.1991	278,0 - 1718,0 m

Beispiel:

Messausschnitt von 1400,0 - 1476,0 m, Abb. 7.18

Meßziel:

Aufnahme des kompletten Wellenzuges über eine möglichst lange Zeit, 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:

Dargestellt ist die Aufnahme des Wellenzuges über eine Gesamtzeit von 3000 μ s. Außerdem ist die Laufzeit über die Distanz DT und DTL wiedergegeben; siehe SDT/GRL-Beschreibung.

Teufenmaßstab 1 : 200; Meßgeschwindigkeit bei 10,24 ms: 1,2 m/min;
bei 4,34 ms: 2,0 m/min.

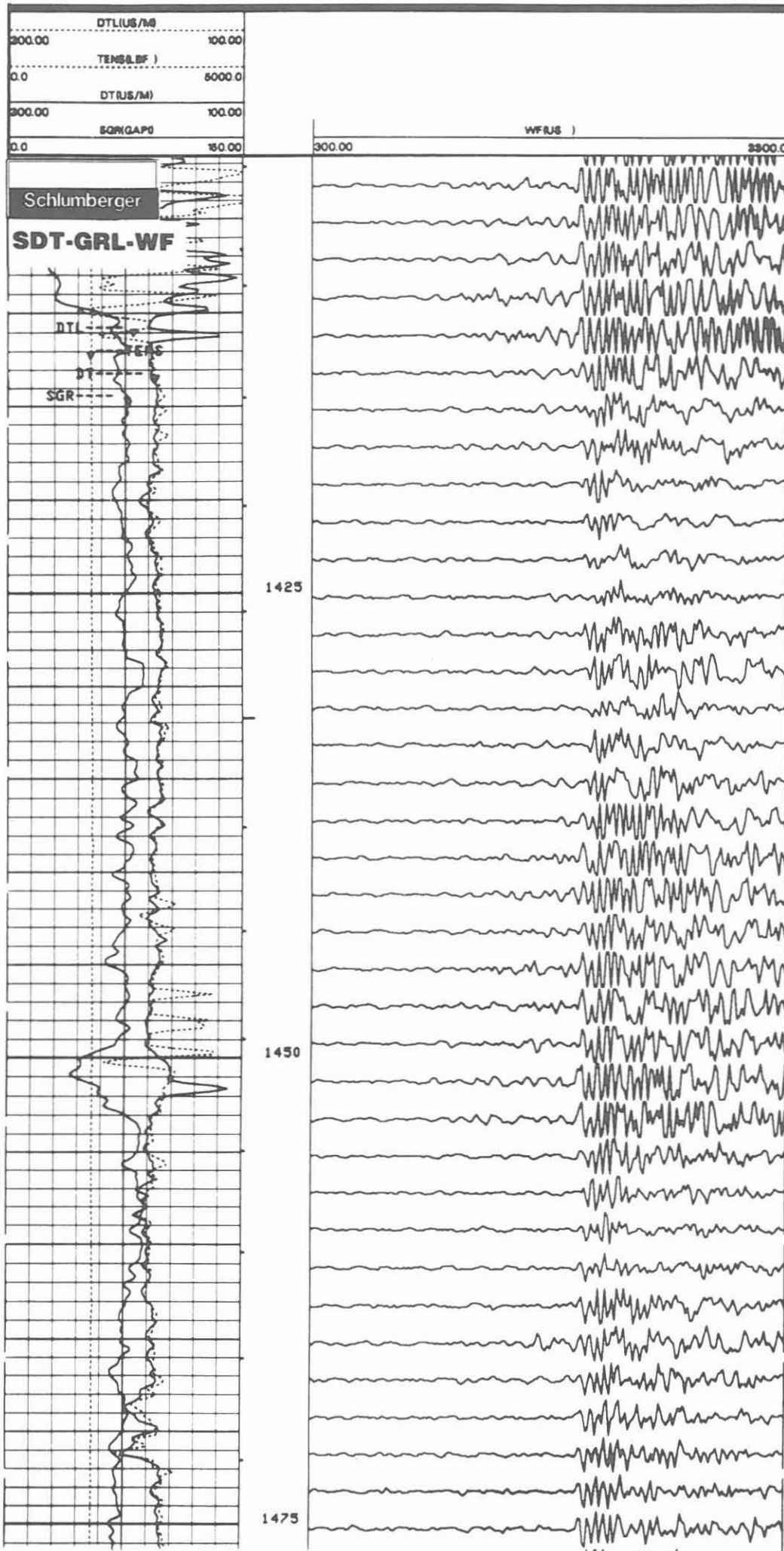
Technische Anmerkungen:

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 Stoneleywelle 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 10 μ s aus. Die Aufzeichnung erfolgt in: (2 X 512 words) x 10 μ s = 10,24 ms Länge. Das Gerät wurde exzentrisch geführt.

Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
DT	Delta T	(US/M)	Laufzeit kurzer Meßabstand	μ s/m
DTL	Delta T, long	(US/M)	Laufzeit lang-kurzer Meßabstand	μ s/m
WF	Wave Form	(US/M)	Wellenzug-Aufzeichnung	μ s



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-074	04.03.1991	278,0 -1718,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 1646,0 - 1718,0 m, Abb. 7.19

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:

Es ist die Aufnahme des Wellenzuges über eine Gesamtzeit von 10.24 ms. Es gilt folgende Spurenbelegung: Spur 1: Gammastrahlung, Laufzeit (DT) und Laufzeit langer Meßabstand (DTL), Spur 3 und 4: Variable Density Aufzeichnung des Wellenzuges über 3000 μ s.

Teufenmaßstab 1 : 200; Meßgeschwindigkeit bei 3000 μ s: 6,2 m/min.

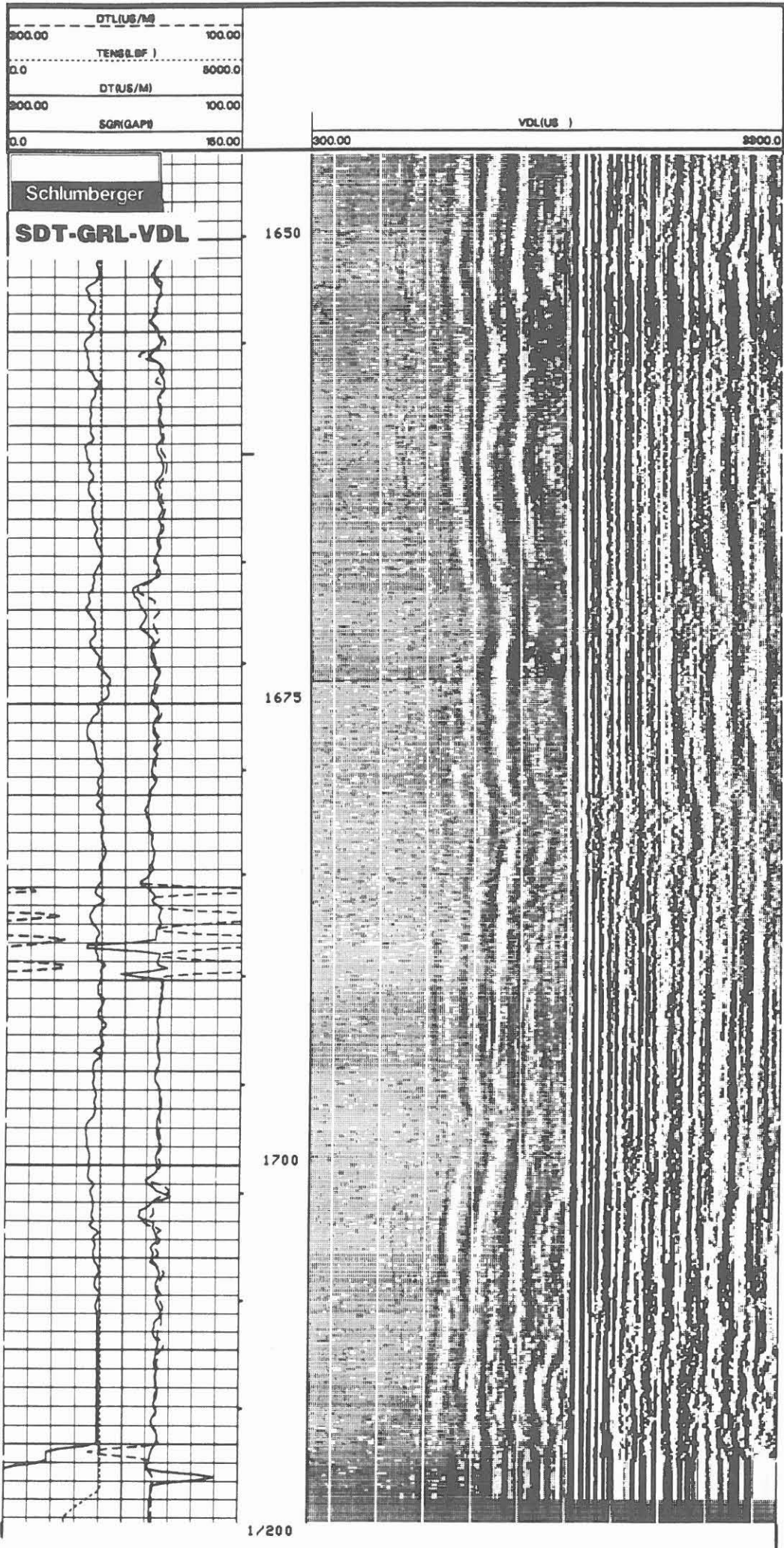
Technische Anmerkungen:

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 Stoneleywelle noch voll aufgezeichnet werden kann. Das Gerät wurde exzentrisch geführt.

Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
VDL	Variable Density Log	(US)	Variablen Dichtelog	μ s



NGS-SPEC (Natural Gamma Spectrometer - Spezialaufzeichnung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-074	04.03.1991	278,0 - 1718,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 1377,0 - 1451,0 m, Abb. 7.20

Meßziel:

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

Durchführung:

Die Messung wurde in Kombination mit der Sonic Digital-Messung (SDT) 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.

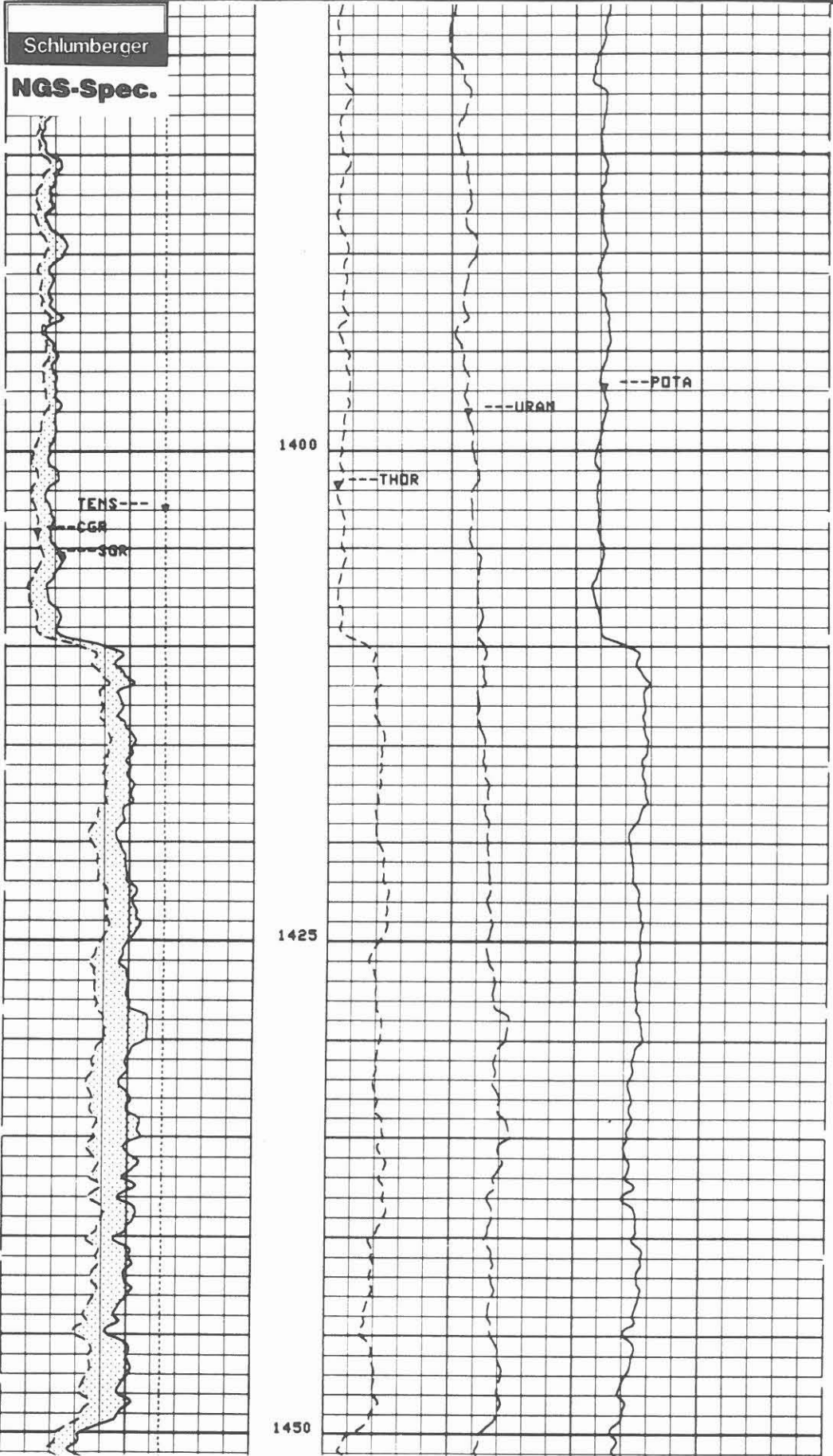
Technische Anmerkungen:

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:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
BS	Bit Size	(MM)	Meißeldurchmesser	mm
CALI	Caliper	(MM)	Kaliber	mm
CGR	Computed GR	(GAPI)	Berechnetes GR (Uraniumkorrigiertes GR)	API-Einheiten
POTA	Potassium	(%)	Kalium	%
SGR	Sum GR	(GAPI)	Summen-Gesamt GR	API-Einheiten
URAN	Uranium	(PPM)	Uranium	g/t
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	Pfund
THOR	Thorium	(PPM)	Thorium	g/t

TENS(BF)		THOR(PPM)		POTA	
0000.0	0.0	0.0	40.000	0.0	.10000
COR(GAP)		URAN(PPM)			
0.0	150.00	-10.00			30.000
SGR(GAP)					
0.0	150.00				
CGR2 - SGR2					



NGS-RATIO (Natural Gamma Spectrometer - Ratio Präsentation)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-074	04.03.1991	278,0 -1718,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 1380,0 - 1452,0 m, Abb. 7.21

Meßziel:

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

Durchführung:

Die Messung wurde in Kombination mit der Sonic Digital-Messung (SDT) 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 -, 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.

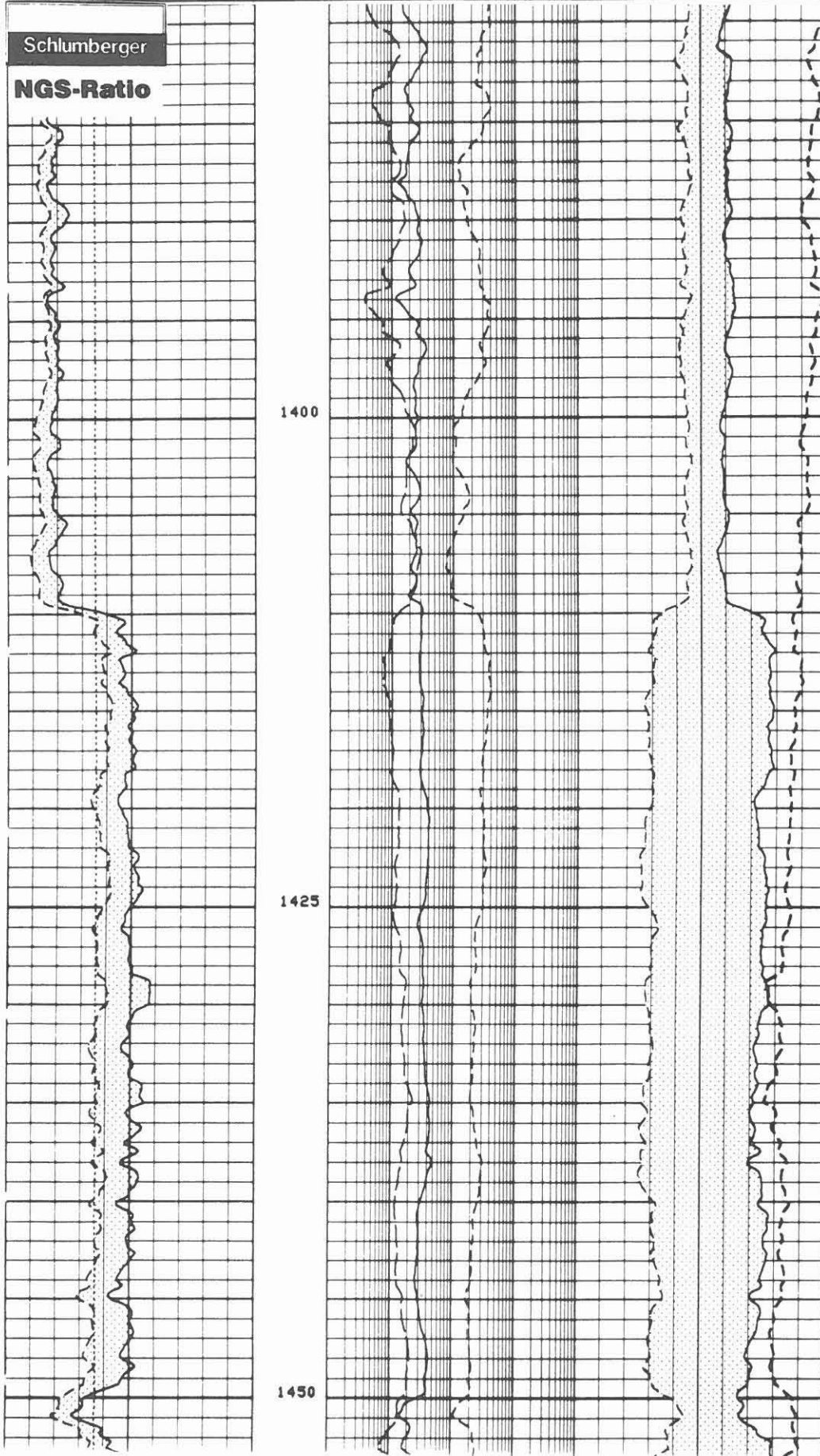
Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

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

TENS(BF)		UPRA		URAN(PPM)	
0.0	8000.0	10000	1000.0	10.000	0.0
CGR(GAP)		TURA		POTA	
0.0	150.00	01000	100.00	0.0	0.0
SQR(GAP)		RA		THOR(PPM)	
0.0	150.00	10000	1000.0	20.000	0.0

CGR2 - SQR2		THO2 - POT2			
-------------	--	-------------	--	--	--



SP/EP/Redox (Spontaneous Potential/Electrical Potential und Redox Potential)

Ausführender: Universität Frankfurt/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Intervall</u>
HB-075	04.03.1991	0,0 - 1720,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 1345,0 - 1720,0 m, Abb. 7.22

Meßziel:

Durch die Aufzeichnung des Eigenpotentials, über verschiedene Meßanordnungen gewonnen, sollen Hinweise auf permeable Zonen, mineralisierte Lagen, Vertonungen und Salinität des Formationswassers gewonnen werden.

Durchführung:

Das vom Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Frankfurt entwickelte und gebaute Gerät wurde am Kabel der Dauermeßstation eingefahren. Die Anpassung konnte soweit vollzogen werden, daß auch die Datenausgabe durch die Dauermeßstation erfolgt.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 20 m/min.

Technische Anmerkungen:

Die EP (Electrical Potential)-Messung erfolgt als Messung der Spannungsdifferenz einer Ag-AgCl Elektrode im Bohrloch zu einer Ag-AgCl Elektrode an der Erdoberfläche in mV.

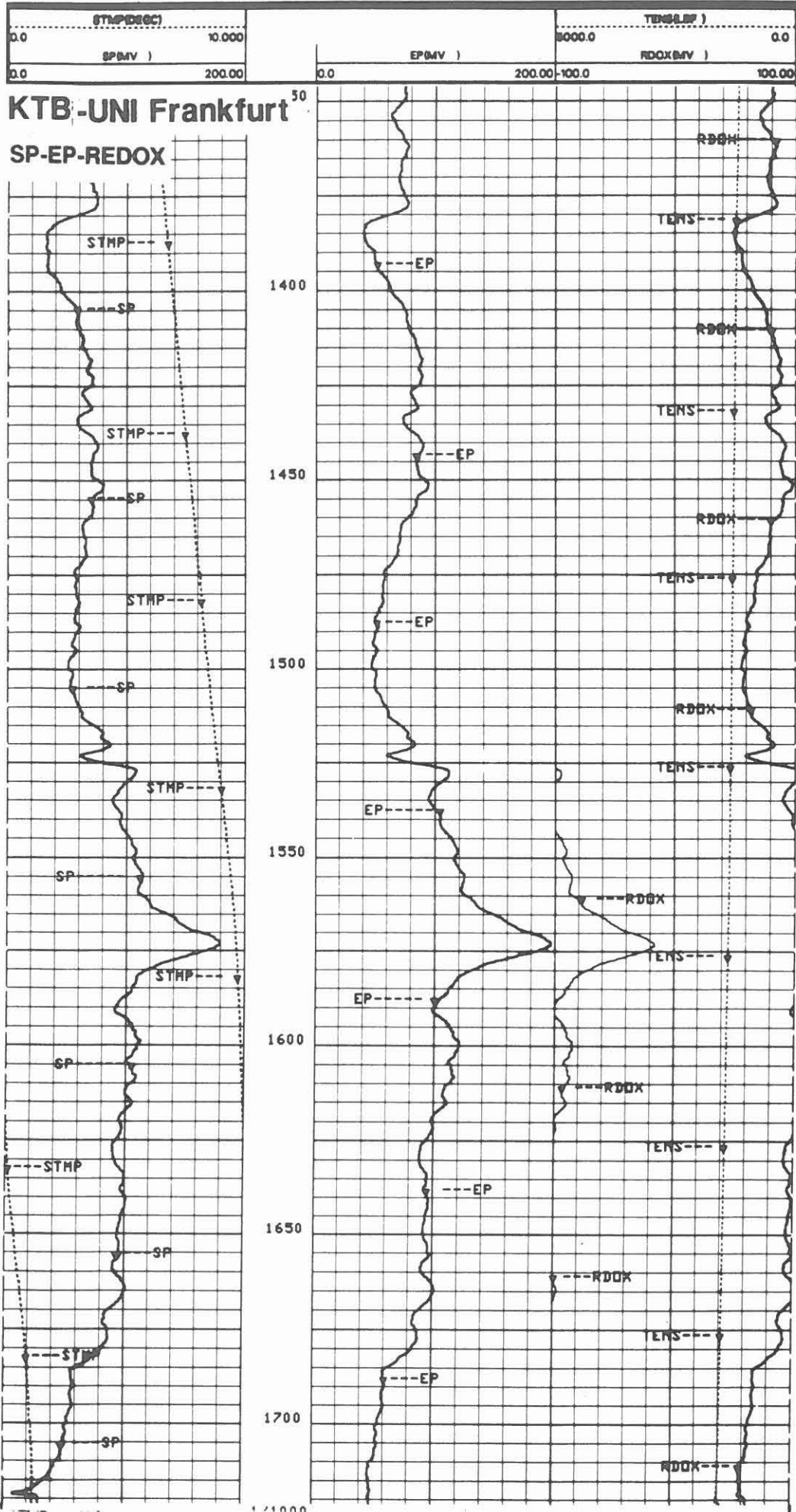
Das SP (Spontaneous Potential) mißt die Spannungsdifferenz zwischen einer Stahl-Elektrode im Bohrloch und einer Blei-Elektrode an der Erdoberfläche in mV.

Das PSP (Platinum Sensor Potential) gibt die Spannungsdifferenz zwischen einer Platin-Elektrode im Bohrloch und einer Ag-AgCl-Elektrode an der Erdoberfläche in mV.

Das Redox-Potential errechnet sich aus der Differenz zwischen PSP und EP.
Datenrate: 15 cm.

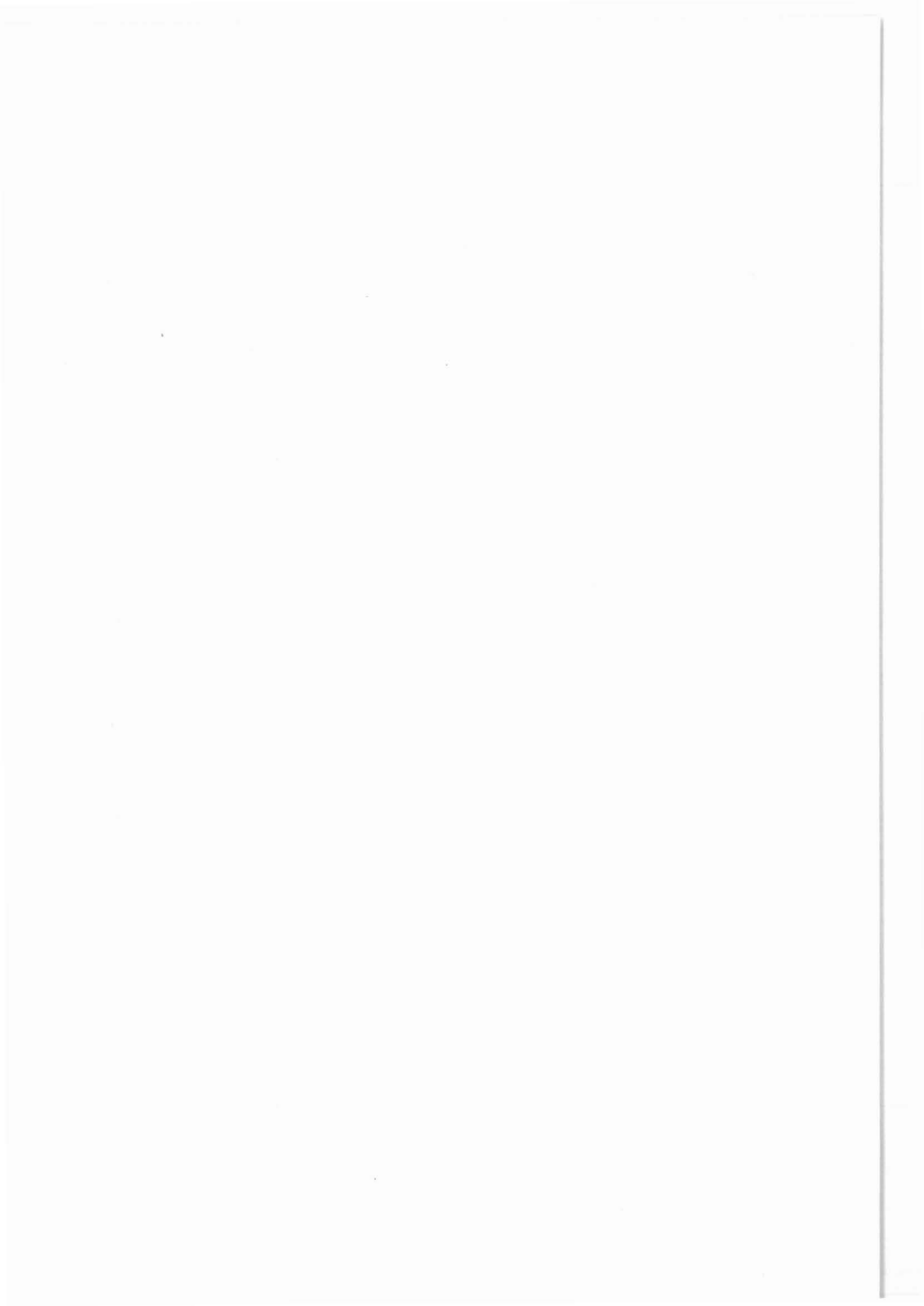
Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
EP	Electrical Potential	(MV)	Elektrisches Potential	mV
Redox	Redox Potential	(MV)	Redox Potential	mV
SP	Spontaneous Potential	(MV)	Eigenpotential	mV
STEMP	Sensor Temperature	(DEGC)	Sondentemperatur	Grad C



8. Auswertungen und Berichte

J. K. Draxler
mit Beiträgen von
Scientific Drilling Controls Ltd.
H. Gatto und J. Kück
H. Gatto



8 AUSWERTUNGEN UND BERICHTE

Die in den beiden Meßserien aufgezeichneten Messungen und die technischen Intervallmessungen sind ausgewertet worden.

Hier hatten die Messungen Vorrang, die eine Aussage über den Verlauf der Bohrung, Neigung und Azimut sowie der Struktur des durchteuften Gebirges geben konnten.

Neben den durchgeführten Vierarm-Kalibermessungen (BGL) wurde in Teufe 450,0 m ein Kreiselkompaß (GYRO) gefahren. Die Ergebnisse sind in einer Datenliste und in Diagrammen zusammengefaßt (Abb. 8.4 - 8.7).

Bei den Meßserien von 763,0 und 1720,0 m wurden der Formation MicroScanner (FMS) und das neue Gerät, der Formation MicroImager (FMI) gefahren. Da der Formation MicroScanner nur eine sehr geringe Überdeckung des Bohrlochumfangs bei einem Durchmesser von 17 1/2" (444,5 mm) gibt, wurde die gesamte Meßstrecke zweimal aufgezeichnet. Bei der Auswertung wurden beide Datensätze zusammengespielt. Über weite Bereiche konnte, durch eine günstige Drehung des Gerätes, zusätzliche Information gewonnen werden.

Der Formation MicroImager (Prototyp) ist in großen Bohrlöchern besonders gut geeignet, um Strukturbilder zu liefern, weil mit diesem Gerät eine gleichbleibende Überdeckung von 36 % des Umfangs bei 17 1/2" Durchmesser gemessen wird. Die Auswertungen zeigen die Verbesserung der Datenqualität.

Neben dem "Image-processing" wurde an der Bohrung von den Formation MicroScanner Daten eine Dipmeterauswertung mit dem "Mean Square Dip"- und "Side by Side-Program" durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Auswertungen sind nicht überzeugend. Dies ist sowohl auf die einfache Software der Feldauswertung, aber auch auf die schwierigen geologischen, wie technischen Bedingungen in der Hauptbohrung zurückzuführen.

Die beigelegte Tabelle 8.1 gibt eine Auflistung der bisher durchgeführten Auswertungen.

In dieser Liste sind die sogenannten "Quick-Look"-Auswertungen, die vom Referat Bohrlochmessungen für die Bohrtechnik und das Feldlabor an der Lokation erstellt werden, nicht aufgeführt. Dies sind in der Hauptsache Diagramme zur Neigungs- und Orientierungskontrolle der Bohrung, Lithologieprofil mit Referenz Gammastrahlenmessung und Einsatzteufenprofil der Bohrwerkzeuge. Ein "Null-Kaliber-Diagramm" wird ebenfalls fortgeführt, das heißt, jede neue Kalibermessung wird für den neu gebohrten Bereich diesem Diagramm angefügt. Durch Wiederholungsmessungen kann die Veränderung des Bohrlochs festge-

halten werden. Zonen, die zu Randausbrüchen neigen, werden dadurch eingegrenzt. Diese Diagramme sind eine wesentliche Entscheidungshilfe für den Bohrbetrieb, da sie Auskunft über die kaliberbedingten Einsatzmöglichkeiten der Vertikalbohrsysteme geben. Die Installation der notwendigen Hardware (24" Versatec Plotter) und SEL-Software an der Lokation sowie die Verfügbarkeit eines kompetenten Mitarbeiters des Referates ermöglichen diese reibungslose Kooperation.

Lfd.Nr.	Datum	Lfd.Nr. (Mess.)	Teufe		Ausf.	Auswertung	Daten- träger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
			Top	Basis						
HB-A0001	211290	HB-00055	290.0	763.0	4/1	FMST, Image Processing	F/P/L	4/B	H30326RL, SW+Farbe	1
HB-A0002	211290	HB-00055	290.0	763.0	4/1	MSD/CSB Processing	F/P/L	4	H30326RL	1
HB-A0003	211290	HB-00058	290.0	763.0	4/1	FMI (experimental)	P	4/B	H30330RL, Farbe	1
HB-A0004	301190	HB-00038	0.0	450.0	26/1	GYROSCOPE	L/P	1	Scientific Drilling Co.	1
HB-A0005	030391	HB-00073	713.0	1718.0	4/1	FMST, Image Processing	P	B	H303046, Farbe	2
HB-A0006	030391	HB-00073	713.0	1718.0	4/1	MSD Processing	F/P/L	2	Feldauswertung	2
HB-A0007	030391	HB-00072	720.0	1718.0	4/1	FMI (experimental)	P	4/B	H 30343RL, Farbe	2

In der Spalte 'Lfd.Nr. (Mess.)' bedeutet : NL = NLfB , Zahlenkombinationen wie 8604/xx sind KTB RG-Nummern.

FMST (orient.) (4-Pad Formation MicroScanner Tool - orientiert aufgezeichnet)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A001	21.12.1990	HB-055	290,0 - 763,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 736,8 - 740,5 m, Abb. 8.1

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. Die Darstellung erfolgt in der Form, daß alle vier um 90 Grad versetzten "Images" entsprechend ihrer Orientierung im Bohrloch gegen die Tiefe aufgezeichnet werden. Bei dieser Messung wurde das gesamte Intervall zweimal registriert. Beide Datensätze wurden für die Auswertung zusammengespielt. Damit kann in einem Bohrloch mit großem Durchmesser (17 1/2") eine bessere Aussage erreicht werden, wenn das Meßgerät nicht in einer deckungsgleichen Spur fährt. Bei einfacher Fahrt wird in einem 17 1/2" Bohrloch 17 % des Umfanges erfaßt. Da die Kaliberarme nur bis zu einem Durchmesser von 21" öffnen, verlieren die Elektroden in größeren Auskesselungen den Kontakt zur Bohrlochwand. Die Auswertung zeigt in diesen Bereichen keine eindeutigen Resultate.

Teufenmaßstab 1 : 40, für Detailauswertung 1 : 10.

Horizontaler Maßstab 1 : 10.

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.

Abkürzungen:

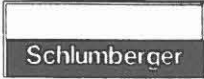
keine

ORIENTATION NORTH

0 60 120 180 240 300 360

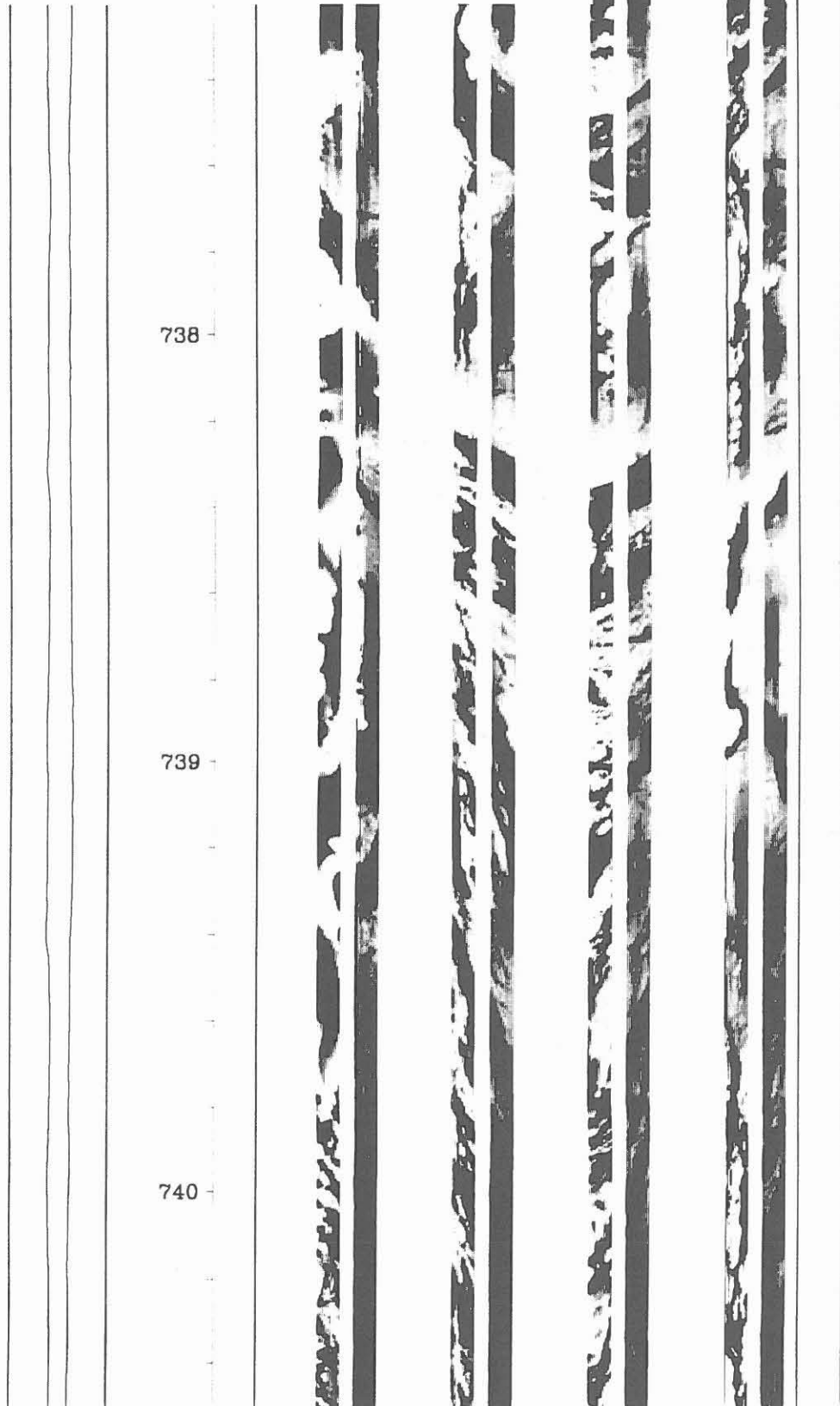
Cali

1-3 2-4
22 17 22



FMS Bearbeitung

Zusammenspiel von zwei Einfahrten



MSD/CSB Felddauswertung (Mean Square Dip/Continuous Side by Side)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A002	21.12.90	HB-055	290,0 - 763,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 324,0 - 348,0 m, Abb. 8.2

Ziel der Auswertung:

Sofortaussage über Einfallen und Streichen der durchbohrten Formation sowie Neigung und Richtung der Bohrung.

Durchführung:

Diese Auswertung wird an der Bohrung erstellt. Es ist jedoch eine MAXIS 500 Ausrüstung notwendig (siehe Abschnitt 9, Neue Geräte). Bei dieser Auswertung wurde das MSD- und CSB-Programm gefahren und die Resultate zusammengespielt. Es wurde jedoch nur ein Datensatz von einer Meßfahrt mit dem Formation MicroScanner (FMS) ausgewertet.

Programmhinweise:

Das MSD-Programm wurde mit einer Suchdistanz von 0,5 m x 0,3 m und einem Suchwinkel von 85 Grad gefahren.

Für das CSB-Programm war die Eingabe 0,25 m x 0,15 m und 85 Grad.

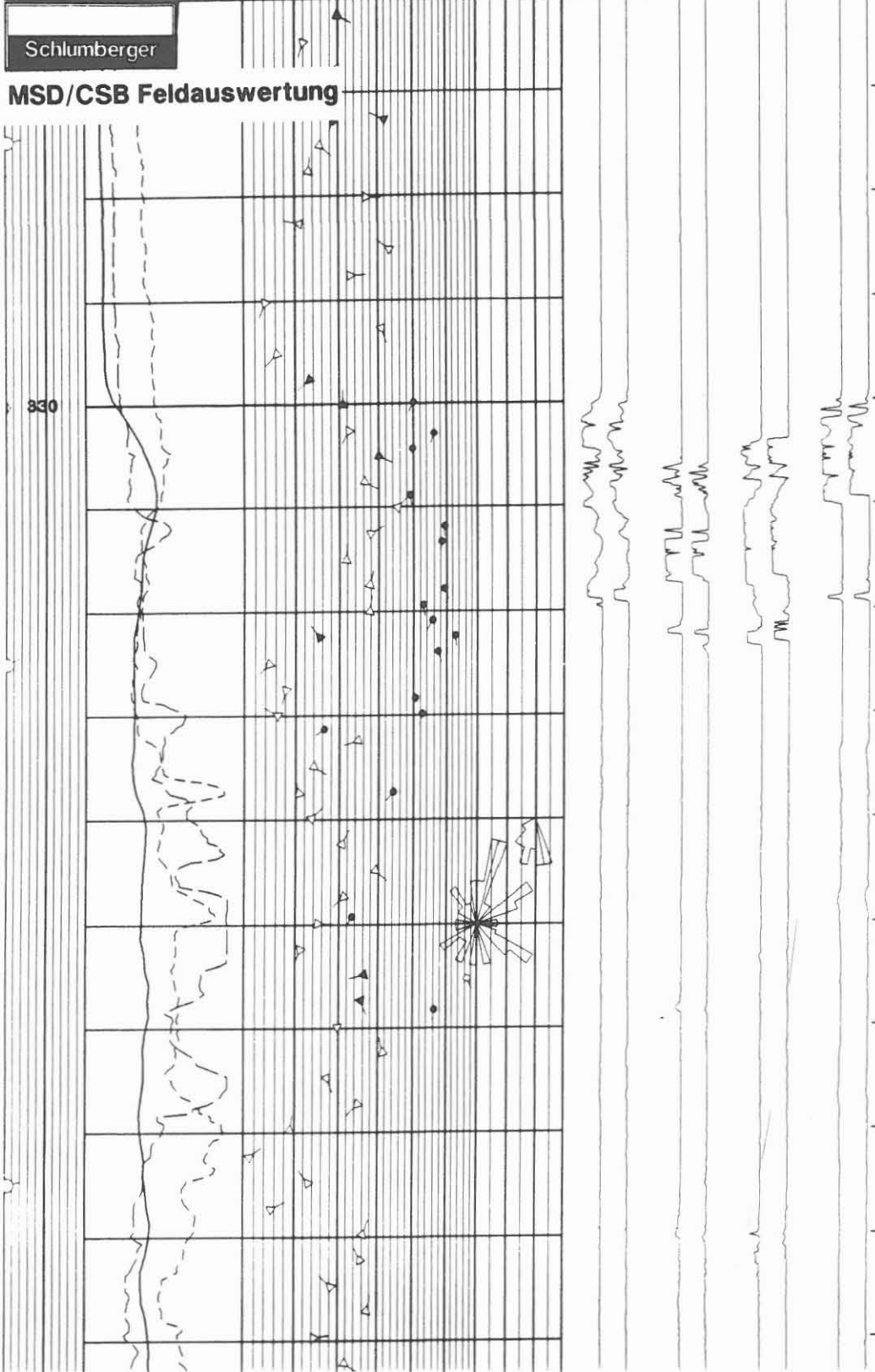
Die Neigung und Orientierung der Bohrung, beide Kaliber, die Gammastrahlungsmessung, acht Widerstandskurven und die Dipresultate werden aufgezeichnet. Häufigkeitsrosetten ergänzen die Ergebnisse.

Teufenmaßstab 1 : 40

Abkürzungen:

	<u>englisch</u>	<u>Einheit</u>	<u>deutsch</u>	<u>Einheit</u>
AZ	Azimuth	(DEG)	Azimut	Grad
C1	Caliper 1	(IN)	Kaliber	Zoll
C2	Caliper 2	(IN)	Kaliber	Zoll
DB1 (A)-				
DB4 (A)	Dip Button		Dipmeter Widerstand	
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten

1/40 M	GR		0.	90.	DECIMATION FACTOR = 4	
Hole Az	(GAPI) 150.		(DEG)		EMEX CORRECTION APPLIED	
Pad 1 Az	C2		CSB		DB1	
DEVI	(IN) 22.		(DEG)		DB2	
0. (DEG) ¹⁰	C1		CSB		DB3A	
	(IN) 22.		(DEG)		DB4	
	17.		0.		DB4A	



FMI Prototyp (Formation MicroImager, orientiert aufgezeichnet)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum, Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A003	21.12.1990	HB-0058	290,0 - 763,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 753,5 - 756,7 m, Abb. 8.3

Ziel der Auswertung:

Ermittlung des strukturellen Einfallens und Streichens der durchbohrten Formation, Klüfte, Kluftsysteme und Störungsbereiche.

Durchführung:

Die mit dem Prototyp-Gerät durchgeführte Messung wurde mit neu erstellter Software vom Rechenzentrum der Fa. Schlumberger in Hannover ausgewertet. Im Vergleich zur Auswertung des Formation MicroScanner ist eine Verbesserung der Resultate sichtbar. Die erweiterte Überdeckung des Umfanges, die bessere Fokussierung des Meßsystems und eine einfachere Teufenkorrelation sind hierfür verantwortlich. Die vier um 90° versetzten "Images" werden entsprechend der Orientierung im Bohrloch gegen Teufe aufgezeichnet. Die gemeinsam registrierten Widerstände der Elektroden der "pads" und "flaps" sind in der Auswertung durch Trennlinien separiert. Teufenmaßstab 1 : 10, Farbdarstellung.

Programminweise:

Die Widerstandskontrastverstärkung arbeitet nach einer Fenstertechnik. Das Fenster hat eine Länge von 0,5 m. Von den gemessenen Widerständen wird ein Histogramm erstellt und entsprechend diesem die Maxima und Minima unter Berücksichtigung der "Standard Deviation" festgelegt.

Die Software ist noch nicht voll ausgetestet. Die teilweise schlechte Kontrastverstärkung ist darauf zurückzuführen. Die Auswertung muß deshalb als "Test" gewertet werden.

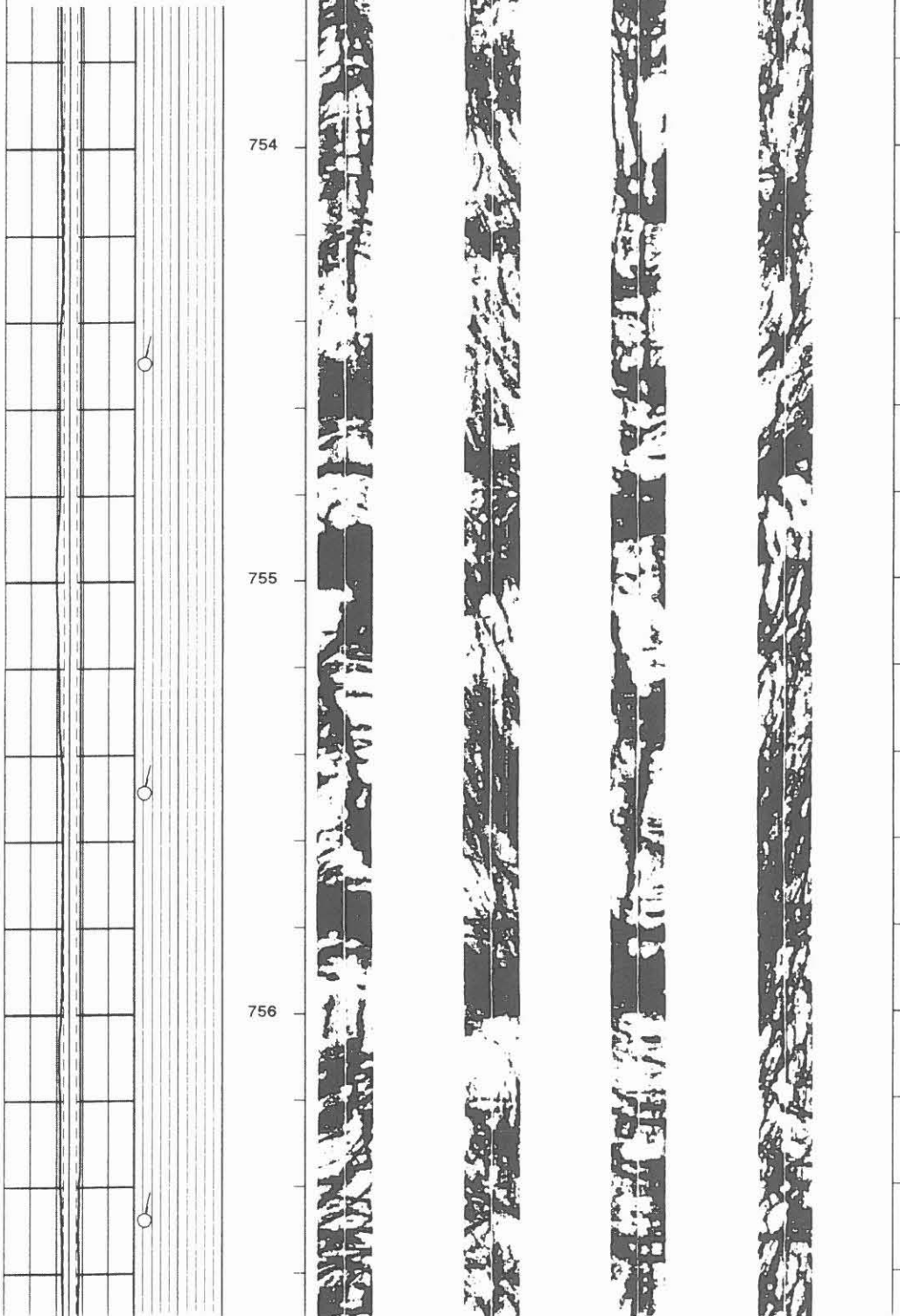
Abkürzungen:

keine

		Hole Az Pad 1 Az		FBST IMAGES (PAD and FLAP)							
				IMAGE ORIENTATION							
		LOW RESISTIVITY IS BLACK - HIGH RESISTIVITY IS WHITE									
		HORIZONTAL SCALE 1/10				BIT SIZE = 17.5 in					
		FBST images									
		Conductivity classes									
22 17	17 22										
C1 (IN)	C2 (IN)										
DEVI (DEG)											
0.											
		0. 60. 120. 180. 240. 300. 360.									
		1:10 M									

Schlumberger

FMI (Prototyp)



GYRO (Kreiselkompaß) Datenliste

Ausführender: Scientific Drilling Controls Ltd., Ursem, Holland

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A004	30.11.1990	HB-0038	0,0 - 450,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 356,0 - 420,0 m, Abb. 8.4

Meßziel:

Kontrolle der Neigung und Orientierung der Bohrung. Feststellung von abrupten Richtungs- oder Neigungsänderungen.

Durchführung:

Diese Auswertung wurde im Rechenzentrum der Firma in Ursem, Holland erstellt. Es wurde sowohl die Messung während der Ein- als auch der Ausfahrt ausgewertet. Ein Vergleich der Datensätze wurde ebenfalls gegeben.

Bis zu einer Teufe von 264 m wurde die Neigung und Richtung alle 5,0 m und von 264,0 m bis Endteufe bei 450,0 alle 2,0 m ausgewertet.

Programmhinweise:

Da die Messung im Bohrgestänge gefahren wurde, ist für die Auswertung ein "offset" angewandt worden. Die Berechnungsgrundlage ist: "minimum curvature".

Abkürzungen:

keine



Scientific Drilling International

Job Number: 015F11903209

24-11-90

Outrun Survey
by
The Minimum Curvature Method

Meas'rd Depth	Vert. Depth	Vert. Sect'n	Inc D M	Azimuth D M	Coordinates		D-leg / 2M
					Latitude	Depart'r	
356.0	356.00	0.6	0-21	316-10	0.4 N	0.5 W	0.01
358.0	358.00	0.6	0-22	313-24	0.4 N	0.5 W	0.02
360.0	360.00	0.6	0-23	317-13	0.4 N	0.5 W	0.03
362.0	362.00	0.6	0-24	319-01	0.4 N	0.5 W	0.01
364.0	364.00	0.6	0-24	321-33	0.4 N	0.5 W	0.02
366.0	366.00	0.7	0-23	318-48	0.4 N	0.5 W	0.02
368.0	368.00	0.7	0-25	317-55	0.4 N	0.5 W	0.02
370.0	370.00	0.7	0-25	314-51	0.4 N	0.5 W	0.02
372.0	372.00	0.7	0-24	314-38	0.4 N	0.6 W	0.01
374.0	374.00	0.7	0-23	314-01	0.5 N	0.6 W	0.02
376.0	376.00	0.7	0-24	312-40	0.5 N	0.6 W	0.01
378.0	378.00	0.7	0-25	315-23	0.5 N	0.6 W	0.02
380.0	380.00	0.8	0-28	316-20	0.5 N	0.6 W	0.06
382.0	382.00	0.8	0-30	317-35	0.5 N	0.6 W	0.04
384.0	384.00	0.8	0-32	317-29	0.5 N	0.6 W	0.03
386.0	386.00	0.8	0-32	321-24	0.5 N	0.6 W	0.04
388.0	388.00	0.8	0-32	321-01	0.5 N	0.6 W	0.00
390.0	390.00	0.9	0-31	317-51	0.6 N	0.7 W	0.03
392.0	392.00	0.9	0-32	316-14	0.6 N	0.7 W	0.02
394.0	394.00	0.9	0-34	315-09	0.6 N	0.7 W	0.03
396.0	396.00	0.9	0-36	316-27	0.6 N	0.7 W	0.03
398.0	398.00	0.9	0-39	316-01	0.6 N	0.7 W	0.05
400.0	400.00	1.0	0-41	314-27	0.6 N	0.7 W	0.04
402.0	402.00	1.0	0-42	313-51	0.6 N	0.7 W	0.01
404.0	404.00	1.0	0-41	315-45	0.7 N	0.8 W	0.03
406.0	406.00	1.0	0-41	318-04	0.7 N	0.8 W	0.03
408.0	408.00	1.1	0-39	319-44	0.7 N	0.8 W	0.03
410.0	410.00	1.1	0-40	319-58	0.7 N	0.8 W	0.02
412.0	412.00	1.1	0-42	322-52	0.7 N	0.8 W	0.04
414.0	414.00	1.1	0-42	322-34	0.8 N	0.8 W	0.01
416.0	416.00	1.1	0-43	322-36	0.8 N	0.9 W	0.01
418.0	418.00	1.2	0-42	325-39	0.8 N	0.9 W	0.04
420.0	420.00	1.2	0-43	325-52	0.8 N	0.9 W	0.01

GYRO (Kreiselkompaß) Neigungs- und Orientierungsdiagramm

Ausführender: Scientific Drilling Controls Ltd., Ursem, Holland

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A004	30.11.1990	HB-0038	0,0 - 450,0 m

Beispiel:

Auswertung von 0,0 - 420,0 m, Abb. 8.5

Meßziel:

Kontrolle der Neigung und Orientierung der Bohrung. Feststellung von abrupten Neigungs- und Richtungsänderungen.

Durchführung:

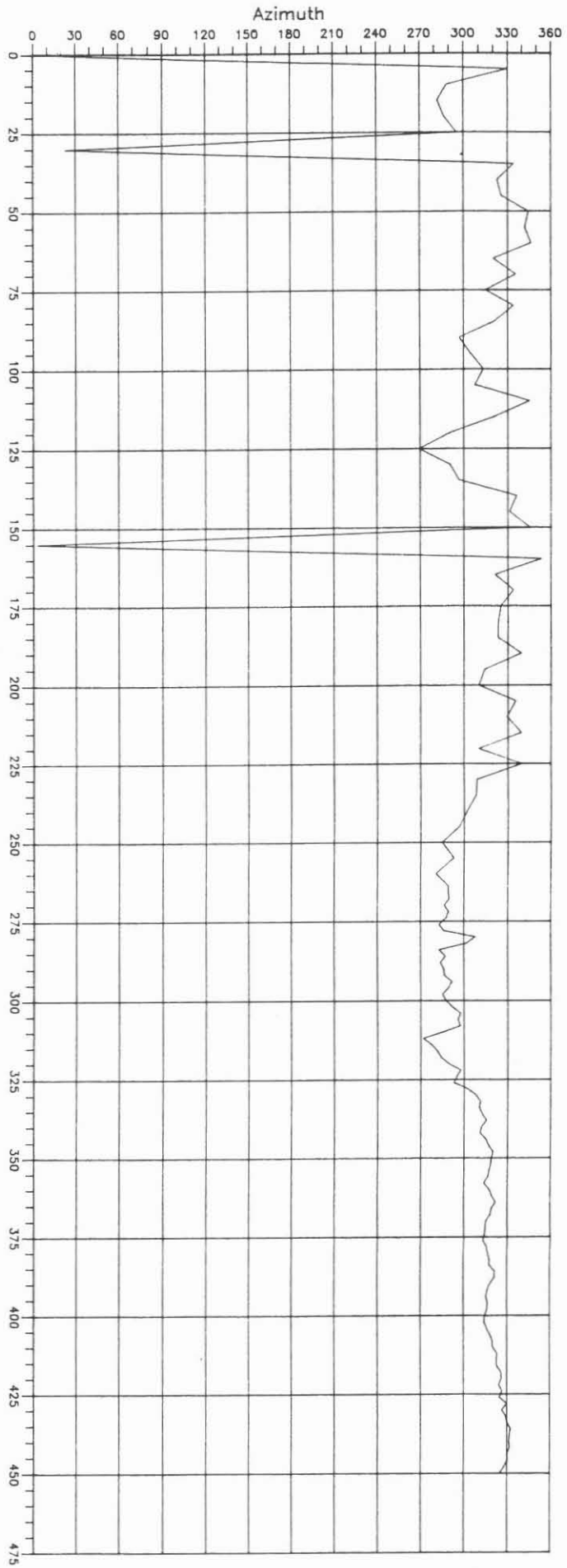
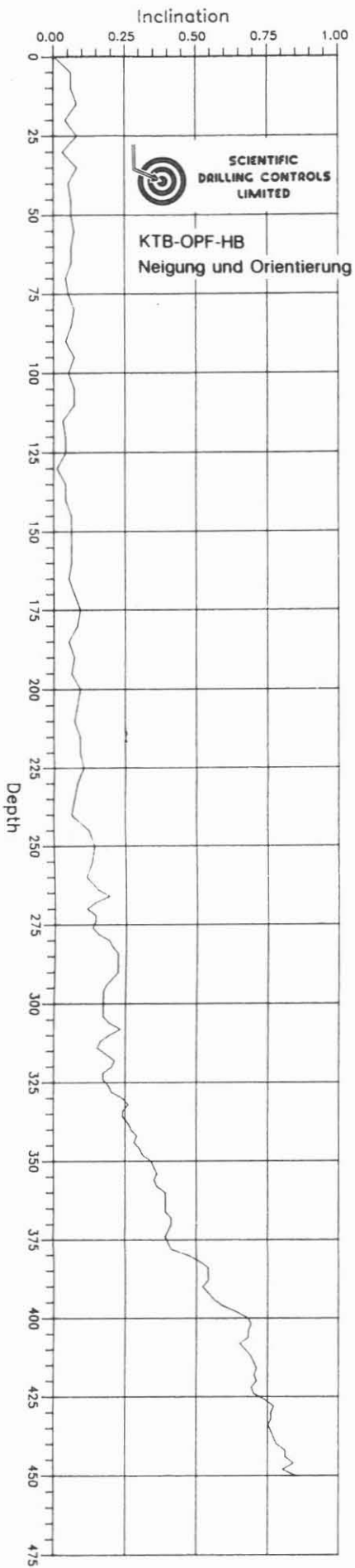
Die ausgewerteten Neigungs- und Azimutwerte wurden gegen Teufe aufgetragen. Dieses Übersichtsdiagramm zeigt einen vertikalen Bohrlochverlauf bis zu einer Teufe von 250,0 m mit einem nachfolgenden kontinuierlichen Neigungsaufbau bis 0,8 Grad bei 450,0 m. Der Azimut schwankt zwischen 280 und 330°. Bei 160,0 m erreicht er 360° (0°).

Programmhinweise:

Teufenmaßstab 1 : 1300; Neigungsskala 0 - 1,0°; Azimut 0 - 360°, Auswerterate: 0,0 - 264,0 m alle 5,0 m, 264,0 - 450,0 m alle 2,0 m ein Datensatz.

Abkürzungen:

keine



GYRO (Kreiselkompaß) Horizontale Projektion

Ausführender: Scientific Drilling Controls Ltd., Ursem, Holland

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A004	30.11.1990	HB-0038	0,0 - 450,0 m

Beispiel:

Horizontale Projektion von 0,0 - 450,0 m, Abb. 8.6

Meßziel:

Kontrolle der Neigung und Orientierung der Bohrung. Feststellung von abrupten Richtungs- und Neigungsänderungen.

Durchführung:

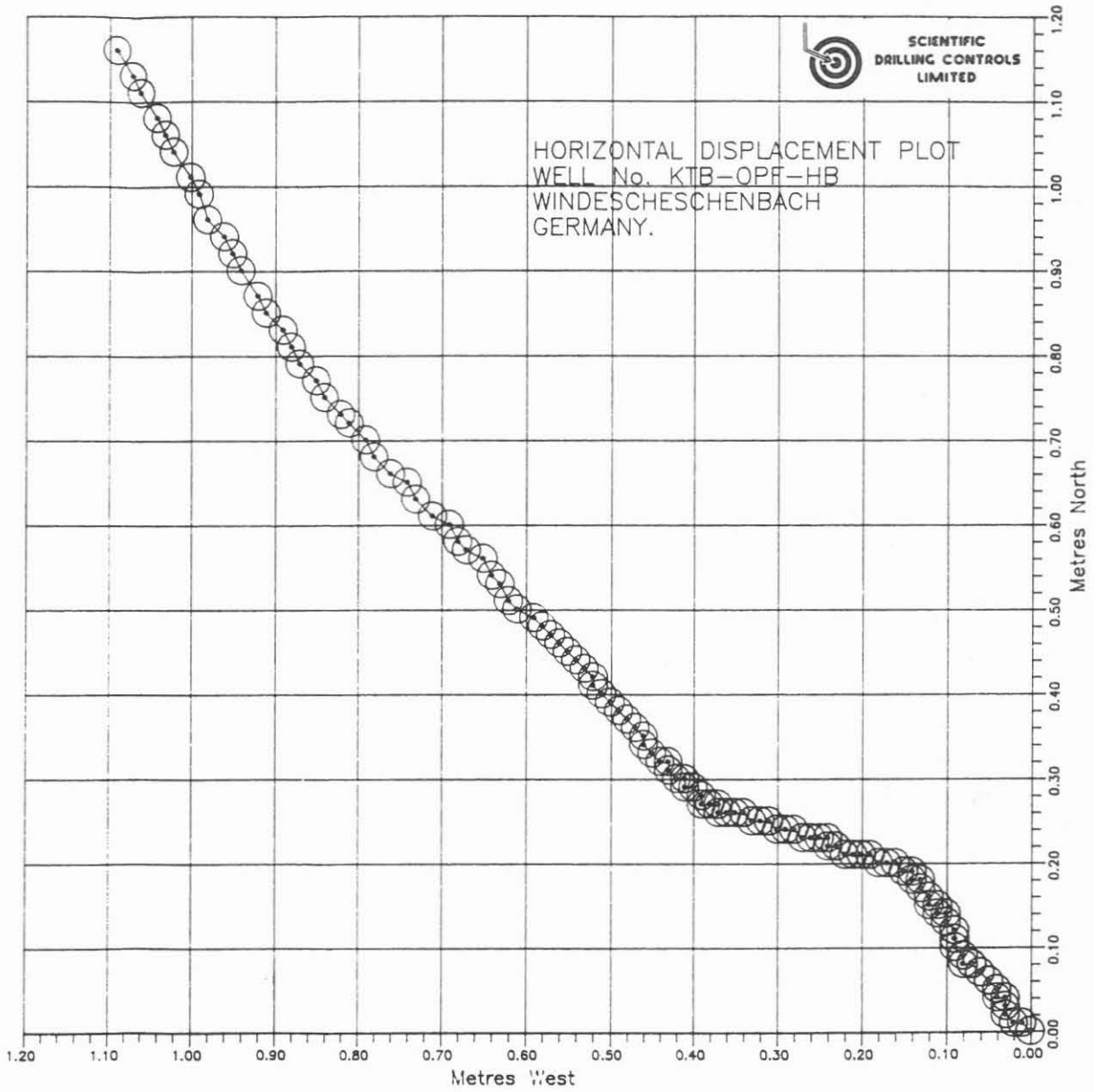
In einer horizontalen Projektion wurden alle ausgewerteten Daten von 0,0 m bis Endteufe bei 450,0 m aufgetragen. Die Richtung der Abweichung ist Nordwest mit einem mittleren Azimut von 317°. Die horizontale Abweichung vom Ansatzpunkt beträgt 1,6 m.

Programmhinweise:

Die Auswertung wurde von 0,0 - 264,0 m alle 5,0 m Teufe und von 264,0 m - Endteufe bei 450,0 m alle 2,0 m ausgeführt. Die Berechnungsgrundlage ist: "minimum curvature". Für die Erstellung des Diagramms wurde zwischen den Meßpunkten interpoliert.

Abkürzungen:

keine



GYRO (Kreiselkompaß) "True Vertical Depth"-Diagramm (Seigerteufendiagramm)

Ausführender: Scientific Drilling Controls Ltd., Ursem, Holland

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A004	30.11.1990	HB-0038	0,0 - 450,0 m

Beispiel:

TVD-Diagramm von 0,0 - 450,0 m, Abb. 8.7

Meßziel:

Kontrolle der Neigung und Orientierung der Bohrung. Feststellung von abrupten Richtungs- und Neigungsänderungen.

Durchführung:

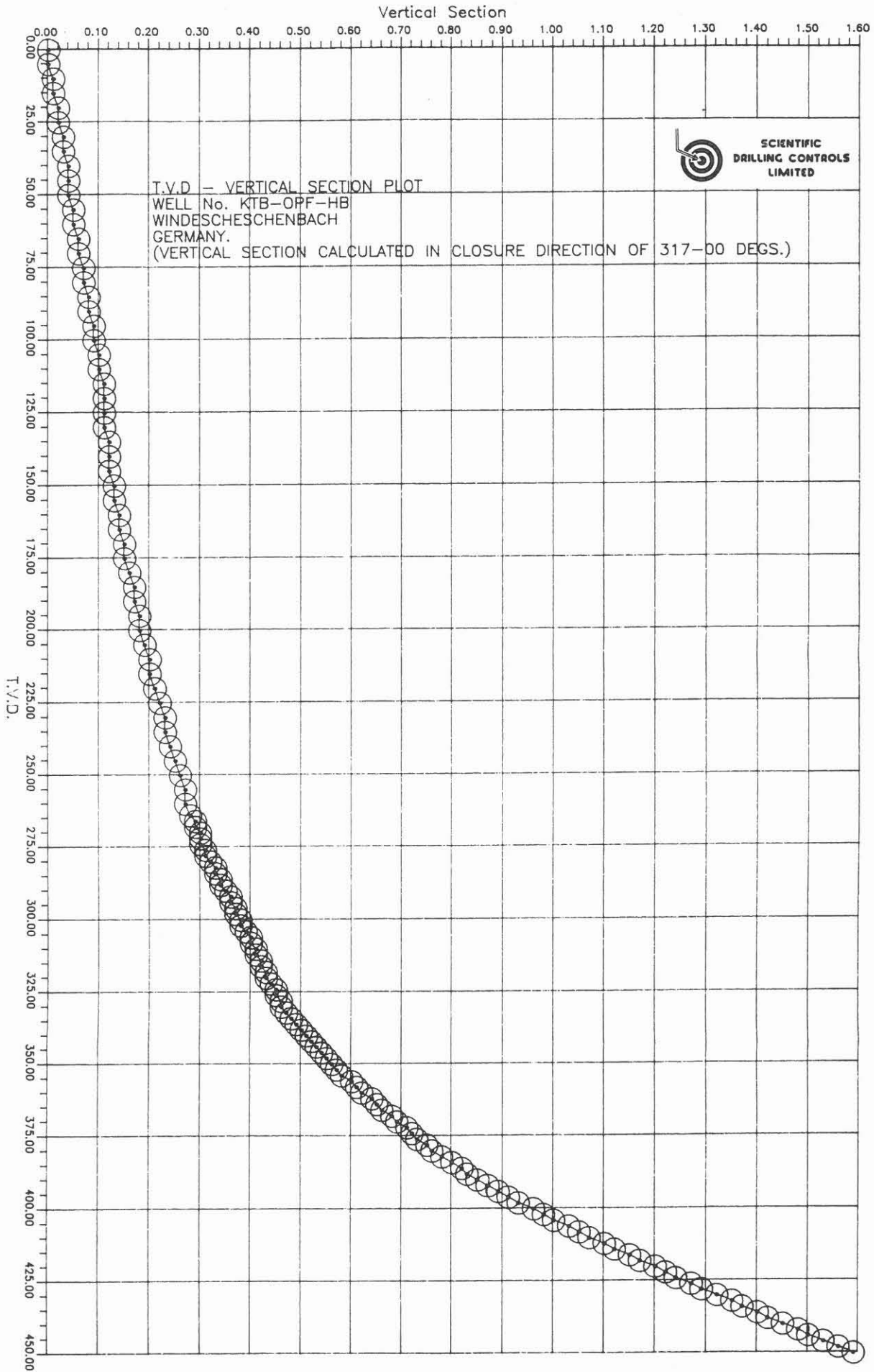
Nach der Ermittlung der Neigungs- und Azimutwerte wird die Seigerteufe berechnet. In einer vertikalen Projektion auf die Ebene des mittleren Azimut von 317° werden die Meßwerte gegen T.V.D. (Seigerteufe) aufgetragen.

Programmhinweise:

Teufenmaßstab T.V.D. 1 : 1250; Abweichung 1,6 m im mittleren Azimut von 317° .

Abkürzungen:

keine



MSD Felddauswertung (Mean Square Dip)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A006	03.03.1991	HB-073	720,0 - 1719,5 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 1223,0 - 1292,0 m, Abb. 8.8

Ziel der Auswertung:

Sofortaussage über Einfallen und Streichen der durchbohrten Formation sowie Neigung und Richtung der Bohrung.

Durchführung:

Diese Auswertung wird an der Bohrung erstellt. Hierzu ist jedoch eine MAXIS 500 Ausrüstung notwendig (siehe Abschnitt 9, Neue Geräte). Bei dieser Auswertung wurde das MSD-Programm angewandt. Es wurde nur ein Datensatz von einer Meßfahrt mit dem Formation MicroScanner (FMS) ausgewertet.

Programmhinweise:

Das MSD-Programm wurde mit einer Suchdistanz von 0,5 m x 0,3 m und einem Suchwinkel von 85 Grad gefahren. Es wurde dieses Mal keine Auswertung mit dem CSB-Programm vorgenommen.

Teufenmaßstab 1 : 200

Abkürzungen:

keine

OP System Version: 410-162

Input DLIS Files

F 15-APR-1991 20:24

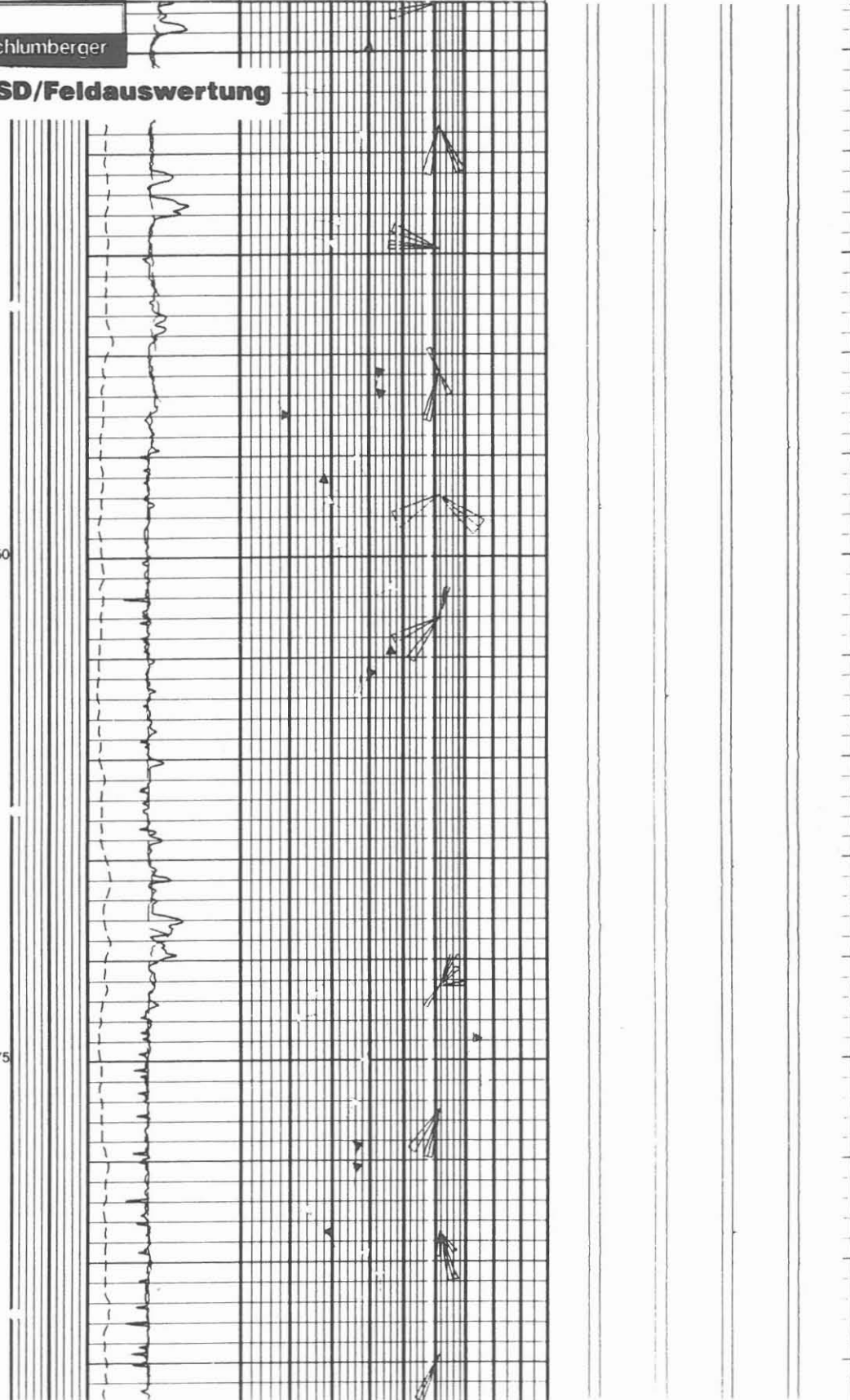
Time Mark Every 0.0 S	Caliper 1 (C1)		MSD_Angle (MSD_Angle)	
	15.0	(IN) 25.0	0.0	90.0
	Caliper 2 (C2)			
BHDrift (BHDrift) (DEG)	15.0	(IN) 25.0		
0.0 10.0				
Gamma Ray (GR)				
0.0 (GAPI) 150.0				

Schlumberger

MSD/Feldauswertung

1250

1275



FMST (orient.) (4-Pad Formation MicroScanner Tool - orientiert aufgezzeichnet)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A005	03.03.1991	HB-073	720,0 - 1719,5 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 1228,0 - 1231,4 m, Abb. 8.9

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. Die Darstellung erfolgt in der Form, daß alle vier um 90 Grad versetzten "Images" entsprechend ihrer Orientierung im Bohrloch gegen die Teufe aufgezeichnet werden. Bei dieser Messung wurde das gesamte Intervall zweimal registriert. Beide Datensätze wurden für die Auswertung zusammengespielt. Damit kann in einem Bohrloch mit großem Durchmesser (17 1/2") eine bessere Aussage erreicht werden, wenn das Meßgerät nicht in einer deckungsgleichen Spur fährt. Bei einfacher Fahrt wird in einem 17 1/2" Bohrloch 17 % des Umfanges erfaßt. Da die Kaliberarme nur bis zu einem Durchmesser von 21" öffnen, verlieren die Elektroden in größeren Auskesselungen den Kontakt zur Bohrlochwand. Die Auswertung zeigt in diesen Bereichen keine eindeutigen Resultate.

Teufenmaßstab 1 : 40, für Detailauswertung 1 : 10.

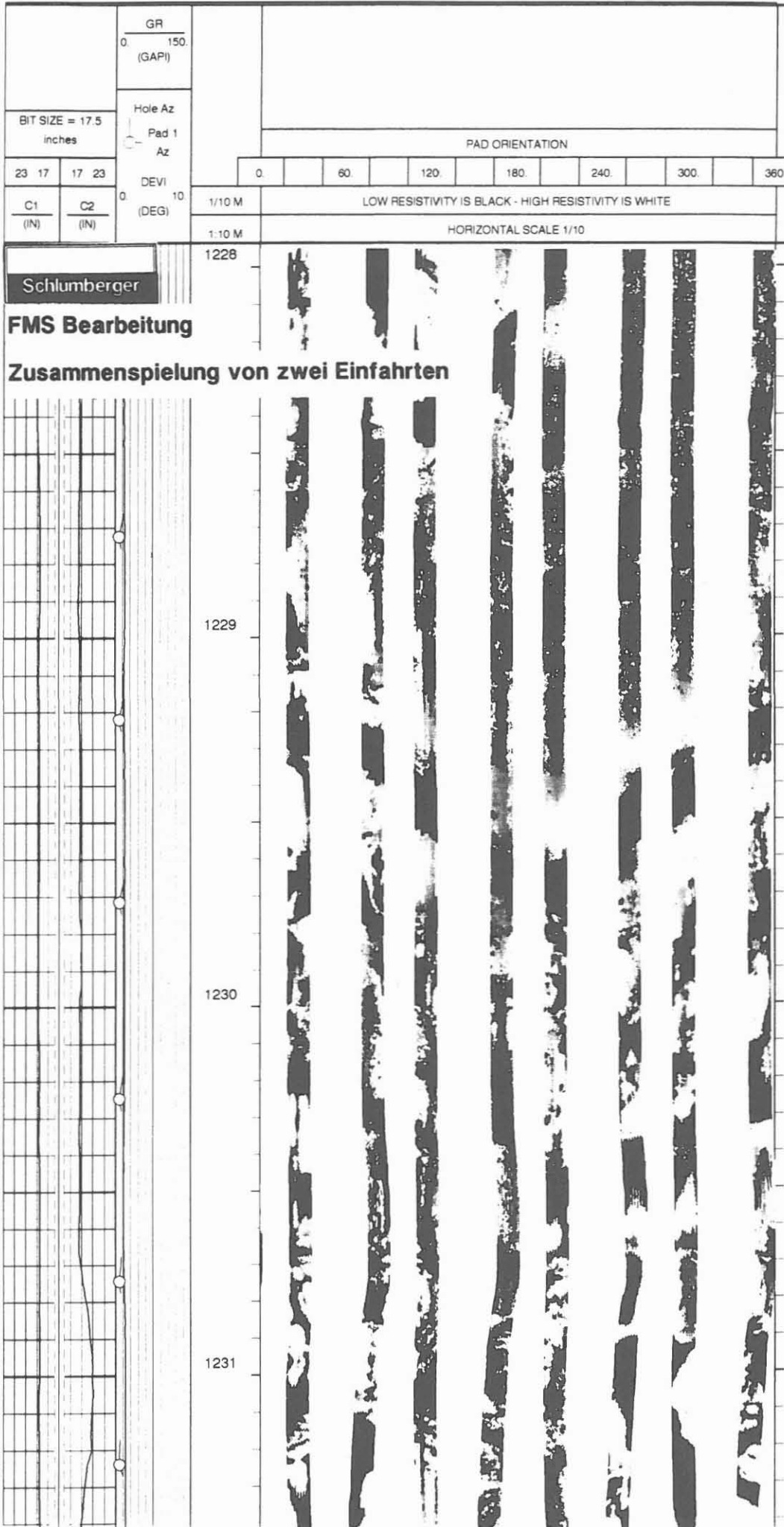
Horizontaler Maßstab 1 : 10.

Programmhinweise:

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.

Abkürzungen:

keine



FMI Prototyp (Formation MicroImager, orientiert aufgezeichnet)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum, Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
HB-A007	03.03.1991	HB-0072	750,0 - 1719,5 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 1409,5 - 1412,8 m, Abb. 8.10

Ziel der Auswertung:

Ermittlung des strukturellen Einfallens und Streichens der durchbohrten Formation, Klüfte, Kluftsysteme und Störungsbereiche.

Durchführung:

Die mit dem Prototyp-Gerät durchgeführte Messung wurde mit neu erstellter Software vom Rechenzentrum der Fa. Schlumberger in Hannover ausgewertet. Im Vergleich zur Auswertung des Formation MicroScanner ist eine Verbesserung der Resultate sichtbar. Die erweiterte Überdeckung des Umfanges, die bessere Fokussierung des Meßsystems und eine einfachere Teufenkorrelation sind hierfür verantwortlich. Die vier um 90° versetzten "Images" werden entsprechend der Orientierung im Bohrloch gegen Teufe aufgezeichnet. Die gemeinsam registrierten Widerstände der Elektroden der "pads" und "flaps" sind in der Auswertung durch Trennlinien separiert. Teufenmaßstab 1 : 10, Farbdarstellung.

Programmhinweise:

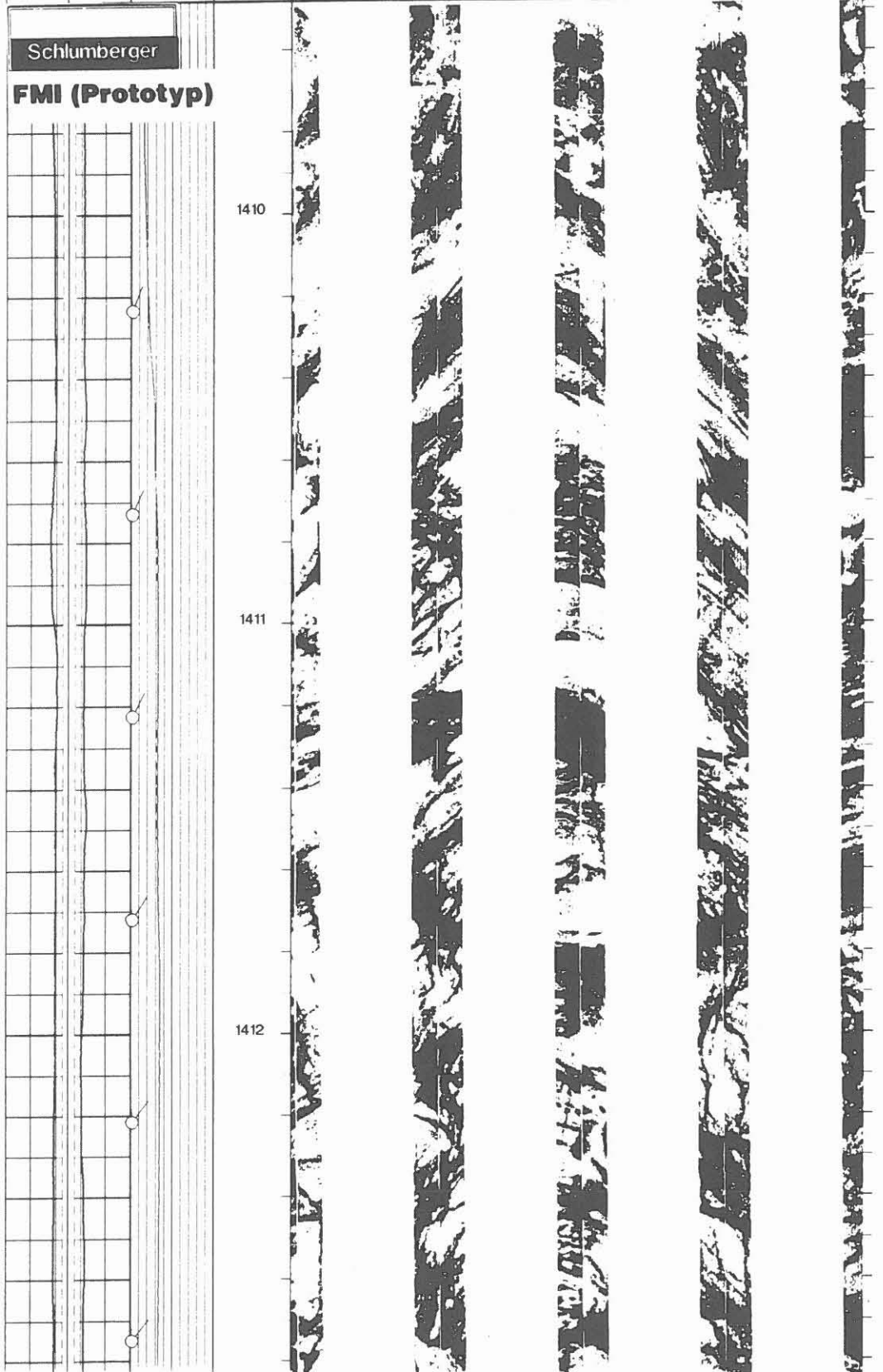
Die Widerstandskontrastverstärkung arbeitet nach einer Fenstertechnik. Das Fenster hat eine Länge von 0,5 m. Von den gemessenen Widerständen wird ein Histogramm erstellt und entsprechend diesem die Maxima und Minima unter Berücksichtigung der "Standard Deviation" festgelegt.

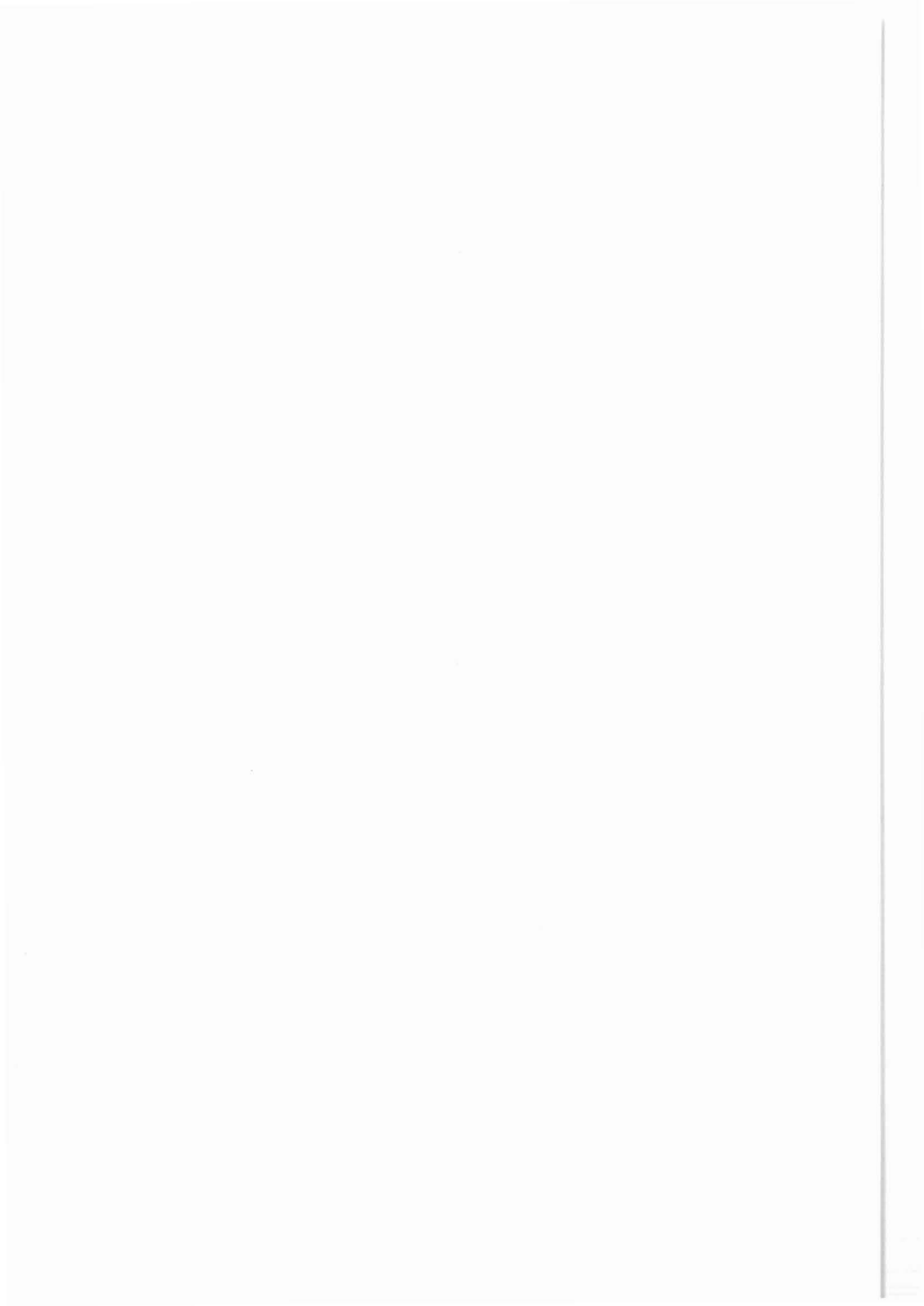
Die Software ist noch nicht voll ausgetestet. Die teilweise schlechte Kontrastverstärkung ist darauf zurückzuführen. Die Auswertung muß deshalb als "Test" gewertet werden.

Abkürzungen:

keine

				FBST IMAGES (PAD and FLAP)																
				IMAGE ORIENTATION																
				0.	60.	120.	180.	240.	300.	360.										
				LOW RESISTIVITY IS BLACK - HIGH RESISTIVITY IS WHITE																
				HORIZONTAL SCALE 1/10					BIT SIZE = 17.5 in											
				FBST images																
				108	3,60	5,92	8,14	10,31	12,45	14,60	16,77	18,95	21,15	23,38	25,67	28,04	30,85	34,35	38,34	
				Conductivity classes																
GR	0.	150.	(GAPI)																	
Hole Az	Pad 1	Az	DEVI	0.	10.															
22	17	17	22																	
C1	C2																			
(IN)	(IN)																			





GAMMA-RAY REFERENZLOG SOWIE KALIBERVERÄNDERUNGEN IN DER KTB-OBERPFALZ HB VON 0 - 1720m.

H. Gatto
J. Kück

1 Einleitung

In Tiefbohrungen wird eine möglichst genaue Teufenbestimmung angestrebt, welche von der Genauigkeit des Kabelmesssystems, vom Bohrlochverlauf, von der Teufe und nicht unwesentlich vom Messingenieur selbst abhängt. Vor allem in grosser Teufe wird es schwierig, alle Faktoren zu berücksichtigen die zu Teufendiskrepanzen zwischen den Logs führen. Man bezieht deshalb alle Logs auf ein Referenzlog, wozu sich ein Gamma-Ray-Log besonders gut eignet.

Die regelmässig durchgeführten Kaliber-, Neigungs- und Azimutmessungen geben Aufschluss über die Bohrlochstabilität, die Geometrie sowie über die Effizienz der eingesetzten Richtbohrwerkzeuge. Bei ovalen Ausbrüchen lässt sich daraus der Winkel der langen Achse bestimmen, was wiederum ein Indikator für das vorherrschende Hauptspannungsfeld ist.

2 Gamma-Ray Referenzlog

Bei mehreren Messungen kommt es auch innerhalb einer Messerie zu Teufendiskrepanzen, die sich beim Berechnen von Gesteinsparametern negativ auswirken. Es ist deshalb wichtig, zuerst alle Messungen auf ein Referenzlog zu beziehen und eventuelle Abweichungen zu korrigieren. Normalerweise wird hierfür ein Gamma-Ray-Log (GR) verwendet, da dieses Log mit fast allen anderen simultan aufgezeichnet werden kann und daher stets verfügbar ist. Auch ist eine computergestützte Korrelation zwischen typengleichen Logs bei monotoner Gesteinsfolge leichter zu bewerkstelligen als bei ungleichen.

Besonderes wichtig ist auch das korrekte Spleissen von Logs verschiedener Messerien, um so einen möglichst stufenlosen Übergang zu erzielen. Dabei ist darauf zu achten, dass im unmittelbaren Bereich der jeweiligen Endteufe ein eventueller Teufenfehler entsteht, wie dies in der Vorbohrung beobachtet werden konnte. Die Anzahl der Spleisse für das Referenzlog soll deshalb gering gehalten werden und sich im wesentlichen auf die Hauptmesserien beschränken.

Im Bestreben, nach jeder noch so kurzen Zwischenmessung möglichst rasch ein Referenzlog zu erstellen und allen Interessenten verfügbar zu machen, muss dieses jeweils ab der letzten Hauptmessung als vorläufiges angesehen werden. In Anlage 1 ist in der linken Spur ein aus solchen BGT-Messungen gespleisstes Gamma-Ray-Log dargestellt. Verglichen mit dem

bei der Hauptmesserie bei 1720m simultan registrierten GR des Dual Latero-Logs (DLL) waren keine Teufendifferenzen festzustellen, sodass es als definitives Referenzlog anzusehen ist.

3 Kaliberdaten

Die in geringen Zeitabständen durchgeführten BGT-Messungen erlauben die Registrierung von Bohrlochdaten kurz nach dem Erbohren. Durch Vergleiche mit zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführten Messungen, können Rückschlüsse auf gesteins- oder bohrbedingte Kalibererweiterungen gezogen werden.

In der 2. Spur der Anlage 1 ist das gemittelte Kaliber minus dem Meisseldurchmesser für die jeweils erste Messung jener vom 4. März 1991 gegenübergestellt. Erwartungsgemäss für das anstehende Gestein ist letzteres gleich oder grösser und nur im Abschnitt von 650 - 720m kleiner. Hier ist es offensichtlich zu einer Kaliberreduzierung gekommen, was vermutlich auf Ablagerungen von Bohrklein an der Bohrlochwand, aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Kaverne, zurückzuführen ist. Denkbar wäre aber auch eine Gerätelage, bei der ein Kaliberpaar nicht der langen Achse folgte.

Das bis zu diesem Datum ausgetragene Volumen beträgt ca. 325m³, wobei die von 17½" auf 28" erfolgte Erweiterung bis 290m nicht berücksichtigt wurde. Ebenfalls in dieser Spur ist jenes Volumen ersichtlich, dass durch nachträgliche Kalibererweiterung entstanden ist (15m³). Es wird als Nachfall bezeichnet und führt zu einer Kontaminierung des Bohrkleins.

Durch die paarweise um 90° versetzte Anordnung der Kaliberarme werden mit dem BGT-Gerät 2 Kaliber registriert. Da einer dieser Arme auch azimutal erfasst wird, ist somit die Richtung der langen Achse bestimmbar, wie dies in der nächsten Spur auch gemeinsam mit dem Bohrlochazimut dargestellt ist. Die Berechnung wurde nur durchgeführt, wenn die Differenz zwischen den beiden Achsen mindestens 10mm betrug, was zur Diskontinuität dieser Kurve führte.

Aus Azimut und Neigung kann der horizontale Abstand vom Bohrungsansatzpunkt für die jeweilige Teufe ermittelt werden. Zusammen mit der Nord- und Ostabweichung sind diese Parameter in den letzten beiden Spuren dargestellt.

Abb. 1 zeigt eine Horizontalprojektion des Bohrlochverlaufes. Zur besseren Orientierung sind die Teufen alle 500m besonders gekennzeichnet. Die dazwischen liegenden Punkte sind in 10m Intervallen geplottet, sodass sich aus deren Horizontalabstand ein Mass für die Neigung ergibt.

Horizontal Plot

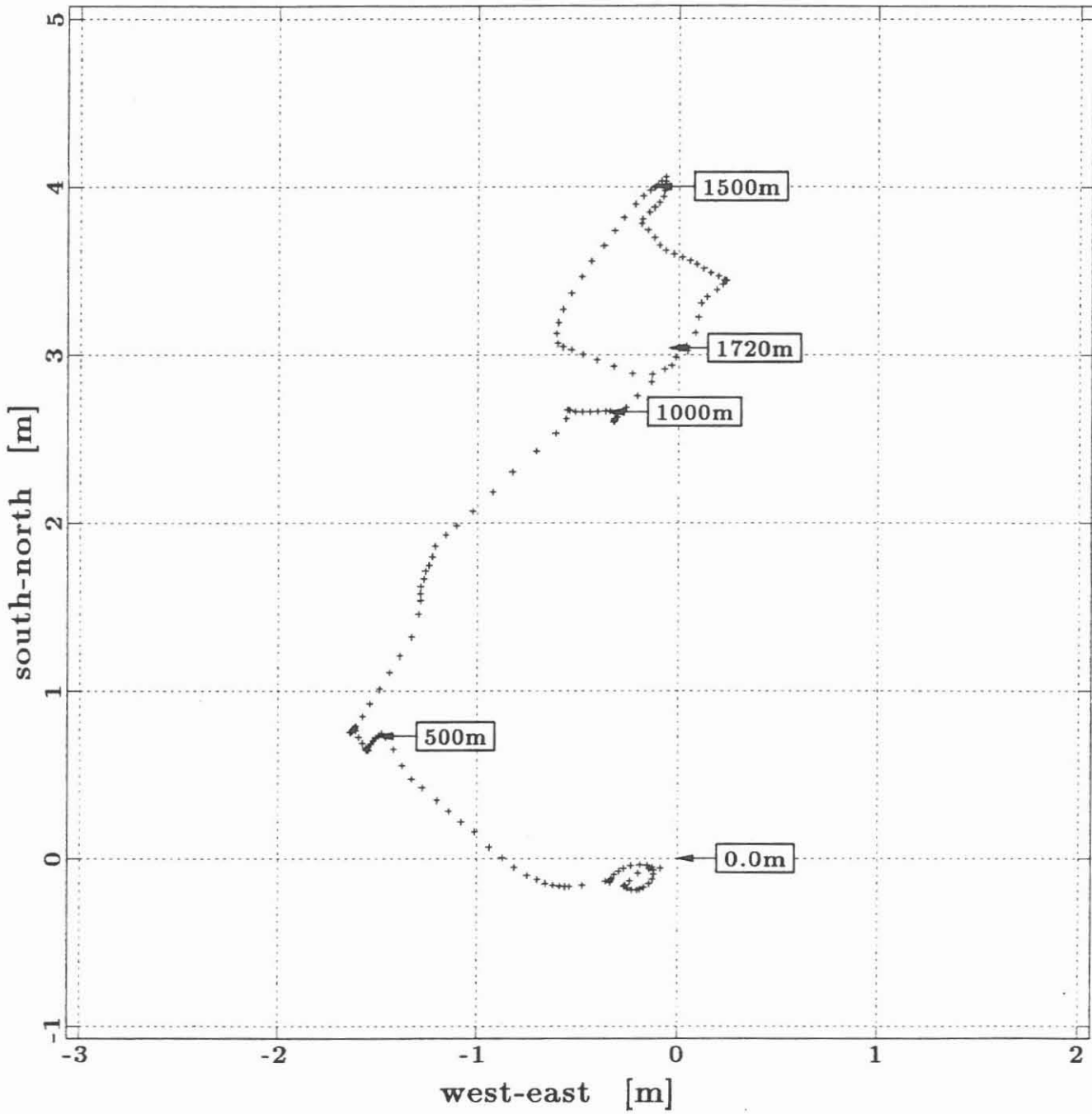
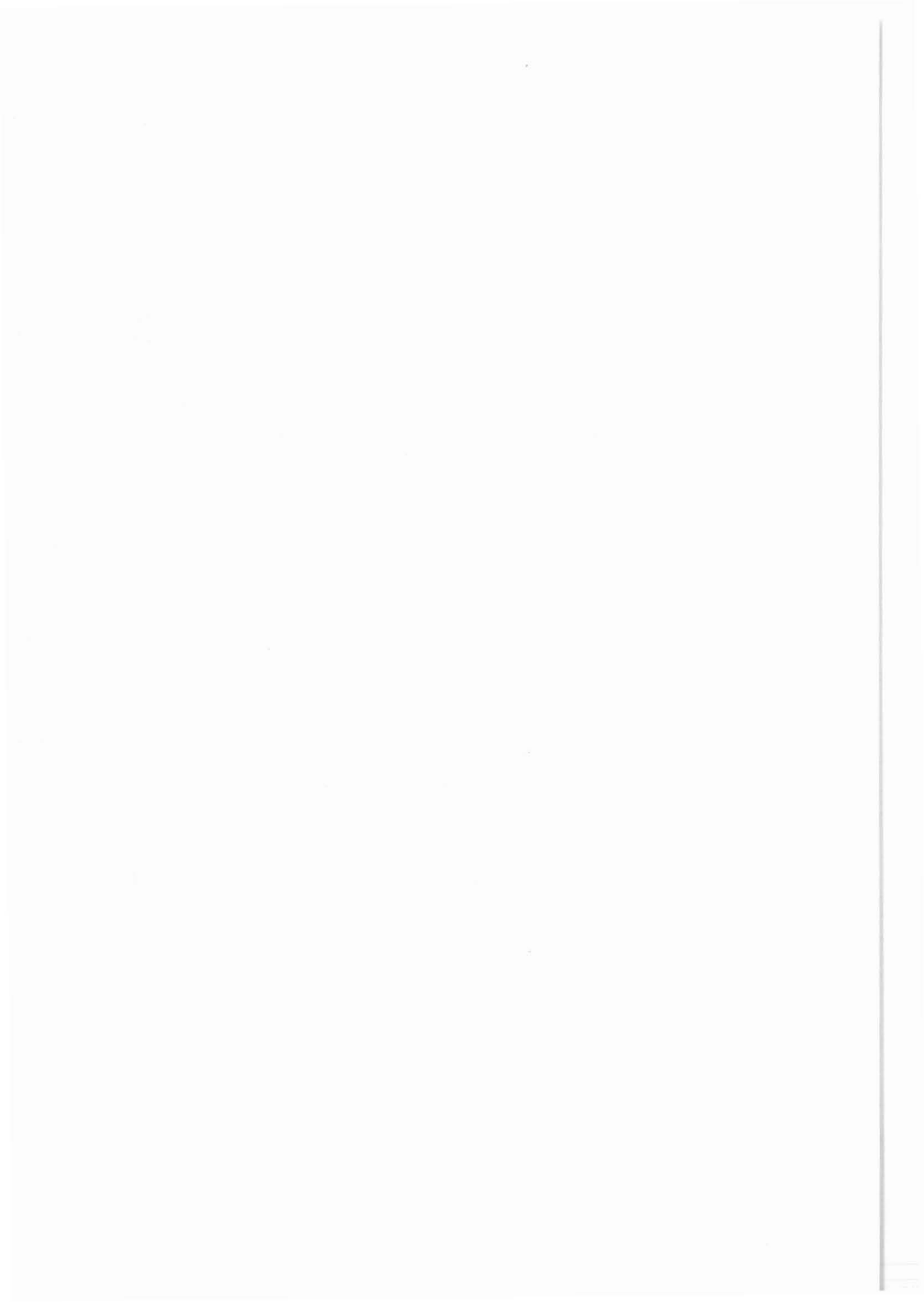


Abb.1: Horizontalprojektion mit 10 m
Teufenintervall von 0 - 1720 m



ERWEITERTER ANWENDUNGSBEREICH VON BOHRLOCHORIENTIERUNGSMESSUNGEN

H. Gatto

1 Einleitung

Die übertiefe Bohrung KTB-Oberpfalz HB soll bis etwa 4000m möglichst vertikal abgeteuft werden, um so die bei ultratiefen Bohrungen auf den Bohrstrang wirkenden Seitenkräfte, und folglich den Verschleiss, zu minimieren. Dies ist letztlich von entscheidender Bedeutung über Erfolg oder Misserfolg einer solchen Bohrung.

Zu diesem Zweck sind im Auftrag der KTB-Projektleitung, von der einschlägigen Industrie aktive Steuersysteme entwickelt worden. Sie registrieren unmittelbar oberhalb des Meissels die Neigung des Bohrstrangs und drücken diesen, falls erforderlich, mittels hydraulischer Kolben in die Vertikale zurück.

Da es sich hierbei um Prototypen handelt, wird bei Abweichungen von der Vertikalen oder eventuell auftretenden Problemen in der Steuerelektronik, die Neigung zusätzlich durch das KTB-eigene BGT-Gerät (Bohrhole Geometry Tool) oder durch das mit vielen Geräten kombinierbare GPIT (General Purpose Inclinator Tool, Schlumberger) überprüft, wobei für anstehende Entscheidungen insbesondere die möglichst präzise Neigung im bohrlochtiefsten Punkt von Interesse ist.

Dabei zeigte es sich, dass die Gleichsetzung des Sensorpunktes mit dem Messpunkt auf einem konzeptuellen Fehler beruht, da letzterer nicht von der Position des Sensors sondern von der räumlichen Anordnung der Zentriereinrichtung abhängig ist, also nur dann korrekt ist, wenn er sich zufällig mittig zwischen den Zentrierern befindet.

Ein weiteres wichtiges Anliegen seitens der Bohrtechnik ist die kontinuierliche Orientierung der Ovalisation im Vergleich zum Bohrlochazimut, was mit der gegenwärtigen Darstellung nur durch punktweise Berechnungen von mit Logs vertrauten Personen möglich ist.

2 Präzision von Neigungsdaten

In der KTB-HB soll die Neigung bis 4000m möglichst vertikal gehalten werden. Naturgemäss sind Geräte mit einer Skala von 0° - 72° zum Messen so kleiner Neigungen mit der erforderlichen Genauigkeit nur bedingt geeignet. Die vom Hersteller angegebene Toleranz beträgt $0,4^{\circ}$. Inwieweit dies der Realität entspricht, soll an Hand eines praktischen Beispiels veranschaulicht werden. Die Vielzahl von Messungen erlaubt nämlich einen direkten Vergleich der Neigungsdaten unter Bohrlochbedingungen. Dabei muss vor allem berücksichtigt werden, dass die Zentrierung des Gerätes in einem $17\frac{1}{2}$ " Bohrloch nicht immer parallel zur Bohrlochachse erfolgt, und z.B. eine Dezentrierung von 9cm bei einem Zentriererabstand von 10m bereits einen zusätzlichen operationellen Fehler von $0,5^{\circ}$ ergibt.

Einen entsprechenden Vergleich mehrerer Neigungsdaten zeigt Abb. 1 im Abschnitt von 680 - 720m. Wie aus der linken Spalte ersichtlich, handelt es sich um ein Intervall mit masshaltigem Kaliber im unteren und Auskessellungen im oberen Teil. In der mittleren Spalte sind vier zwischen dem 03.01. und 26.01.91 registrierte Neigungsdaten des BGT-Gerätes, einer Messung mit dem FMST (Formation MicroScanner) gegenübergestellt. Die Schwankungsbreite der BGT-Daten zwischen dem Minimum und Maximum ist durch eine Musterung gekennzeichnet. Der mittlere Fehler liegt bei ca. $\pm 0,2^{\circ}$. Desweiteren liegt eine Differenz von ca. $0,5^{\circ}$ gegenüber der Neigung des FMS-Logs vor. Da diese mit Accelerometern gemessene Neigung als die genauere angesehen werden kann, sollte zur BGT-Neigung ein Betrag von etwa $+0,5^{\circ} \pm 0,2^{\circ}$ addiert werden.

3 Optimierung des Inklinometermesspunktes

Normalerweise ist bei den Messinstrumenten der Messpunkt durch die Position der Sensoren im Gerät automatisch fixiert. Aus Abb. 2 ist jedoch ersichtlich, dass dies auf die Neigung nicht zutrifft, da der Neigungssensor an irgendeiner beliebigen Stelle angebracht werden könnte, ohne dass dadurch eine Änderung eintreten würde. Sein Messpunkt wird deshalb nicht durch die Lage des Sensors, sondern ausschliesslich durch die Lage der Zentrierer bestimmt. Der daraus resultierende Messpunkt liegt deshalb stets etwa mittig zwischen den 2 Zentrierern. Bei den abgebildeten Geräten wird die Neigung deshalb beim BGT immer zu tief und beim GPIT zu hoch aufgezeichnet.

Dass dieser konzeptuelle Fehler bislang unberücksichtigt blieb, liegt vermutlich einerseits an der Unkorrelierbarkeit der Neigung mit diversen Logs, andererseits am Mangel an Vergleichsmöglichkeiten von Neigungsdaten unterschiedlicher Gerätekonfigurationen.

Eine anschauliche Demonstration des sich daraus ergebenden Misfits ist in Abb. 3 dargestellt. In der linken Spalte ist zur korrekten Teufenkontrolle die Gammastrahlung beider Messungen wiedergegeben. Die mittlere Spalte zeigt die Neigungsdaten mit den entsprechenden Markierungen für die notwendigen Korrekturen, die für die vorliegenden Fälle für das BGT-Gerät ungefähr bei -4,5m und für das GPIT bei +2,3m liegen. Obwohl dieser Parameter nur einer relativ trägen Änderung mit der Teufe unterliegt, beträgt der sich daraus ergebene Fehler beim BGT-, FMS- sowie FMI-Gerät (Formation MicroImager), bei dem derzeit üblichen Industriestandard von $6^\circ/30\text{m}$ für abgelenkte Bohrungen, fast 1° für die zu tief erfolgte Datenaufzeichnung.

Die gute Korrelation der Neigungsdaten nach erfolgter Teufenkorrektur ist in der linken Spalte deutlich sichtbar. Besonders gut kommt dies im oberen Teil zum Ausdruck, da zum Erkennen eine Neigungsänderung erforderlich ist.

Weiters wird im bohrlochtiefsten Punkt eine Neigung über Sohle angegeben, die zu diesem Zeitpunkt noch gar nicht bekannt ist, was insbesondere für die Bohrtechnik bei auftretenden Neigungsproblemen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Der tiefste verfügbare Messwert liegt also beim BGT-Gerät um den Betrag der Korrektur von 4.5m höher als aus dem Log ersichtlich. Hinzu kommt noch ein Unsichersfaktor beim Abheben des Gerätes.

4 Orientierung der Ovalisation

Für die Bohrtechnik ist die Kenntnis von der Richtung der langen Achse von Bedeutung. Dies geht aus dem Log jedoch nicht hervor, da offensichtlich die Darstellung den heutigen Anforderungen nicht angepasst wurde und seit Einführung dieser Messung quasi unverändert blieb. So sind zur punktweisen Ermittlung der Orientierung umfangreiche Berechnungen notwendig, die sich durch eine bessere Darstellung wesentlich vereinfachen liessen.

Voraussetzung dafür ist eine Skala von $0^\circ - 360^\circ$ mit einer Achterunterteilung, sodass ein Kästchen 45° entspricht. Da ein solcher Raster software-bedingt nicht möglich ist, wird eine Skala von $-45^\circ - 405^\circ$ vorgeschlagen. Unter Vernachlässigung des jeweiligen ersten linken und rechten Kästchens wäre somit die gewünschte Skala erreicht. Plottet man ferner neben dem Bohrlochazimut anstelle des Relative Bearings den Azimut von Pad Nr.1, so kann die Richtung der langen Achse entweder direkt oder durch einfache Subtraktion abgelesen werden. Man unterscheidet folgende Möglichkeiten:

- Ist das Kaliber c_1 grösser als c_2 und die Differenz zwischen Azimut und Azimut von Pad Nr.1 kleiner als 90° (2 Kästchen!), so gibt der Winkel von Pad Nr.1 die Richtung der grossen Achse an.

- Ist das Kaliber c_1 grösser als c_2 und die Differenz zwischen Azimut und Azimut von Pad Nr.1 grösser als 90° , so sind bezogen auf den kleineren Winkel zum Bohrlochazimut, jenach Quadrant, 180° zu addieren oder zu subtrahieren.
- Ist jedoch das Kaliber c_1 kleiner als c_2 , so muss zum Azimut von Pad Nr.1 jenach Lage 90° , d.h. 2 Kästchen addiert oder subtrahiert werden, da es sich in diesem Fall um den Azimut der kurzen Achse handelt.

Trotz dieser optischen Verbesserung, ist ein müheloser Vergleich nur durch eine computergestützte Berechnung während der Messung durchzuführen. Zu diesem Zweck wäre in die Rechenanlage, der Syntax entsprechend, nachstehender Befehl einzugeben:

```
LC01 = .if c1 > c2 .than 0 .els 90
LC02 = modulo ( LC01 + RB + 90 , 180 ) - 90
LC03 = modulo ( LC02 + AZIM + 360 , 360 )
```

Bei dieser Berechnung ist LC03 stets der kleinere Winkel zwischen dem Bohrlochazimut und dem Azimut der langen Achse. Soll die Richtung der langen Achse nur zwischen 0° und 180° ausgedrückt werden, muss bei Winkeln $>180^\circ$ dieser Betrag abgezogen werden.

5 Magnetisches Z-Feld

Beim Einsatz des GPIT-Gerätes wird der Azimut mittels eines tri-axialen Fluxgate-Magnetometers bestimmt. Trotz des geringeren Auflösungsvermögens gegenüber speziell dafür entwickelter Geräte verschiedener Institute, ist die unmittelbare Verfügbarkeit dieses Parameters ein erster Hinweis auf magnetische Anomalien. Darüber hinaus ist er hervorragend zur Teufenkorrelation mit jenen Magnetiklogs geeignet, die technisch bedingt ohne Gammastrahlung aufgezeichnet werden.

Hierbei ist es wichtig, dass in diesem Fall der Messpunkt des Magnetometers, unabhängig von den Zentrierern, nur von dessen Position im Gerät bestimmt wird. Daher kann auf eine Verschiebung des Messpunktes für den Azimut verzichtet werden, da wegen des relativ grossen inherenten Fehlers desselben, keinerlei Verbesserung erzielt werden könnte.

Empfehlungen

Die in diesem Bericht angeregten Verbesserungen sind in bezug auf genauere Teufen für Neigungsdaten und die Orientierung der Ovalisation ohne grossen Aufwand durchzuführen. Im Bestreben teufenkorrekte Aufzeichnungen und rasche Verfügbarkeit von Daten zu erreichen, wird deshalb die Implementierung dieser beiden Punkte angeregt.

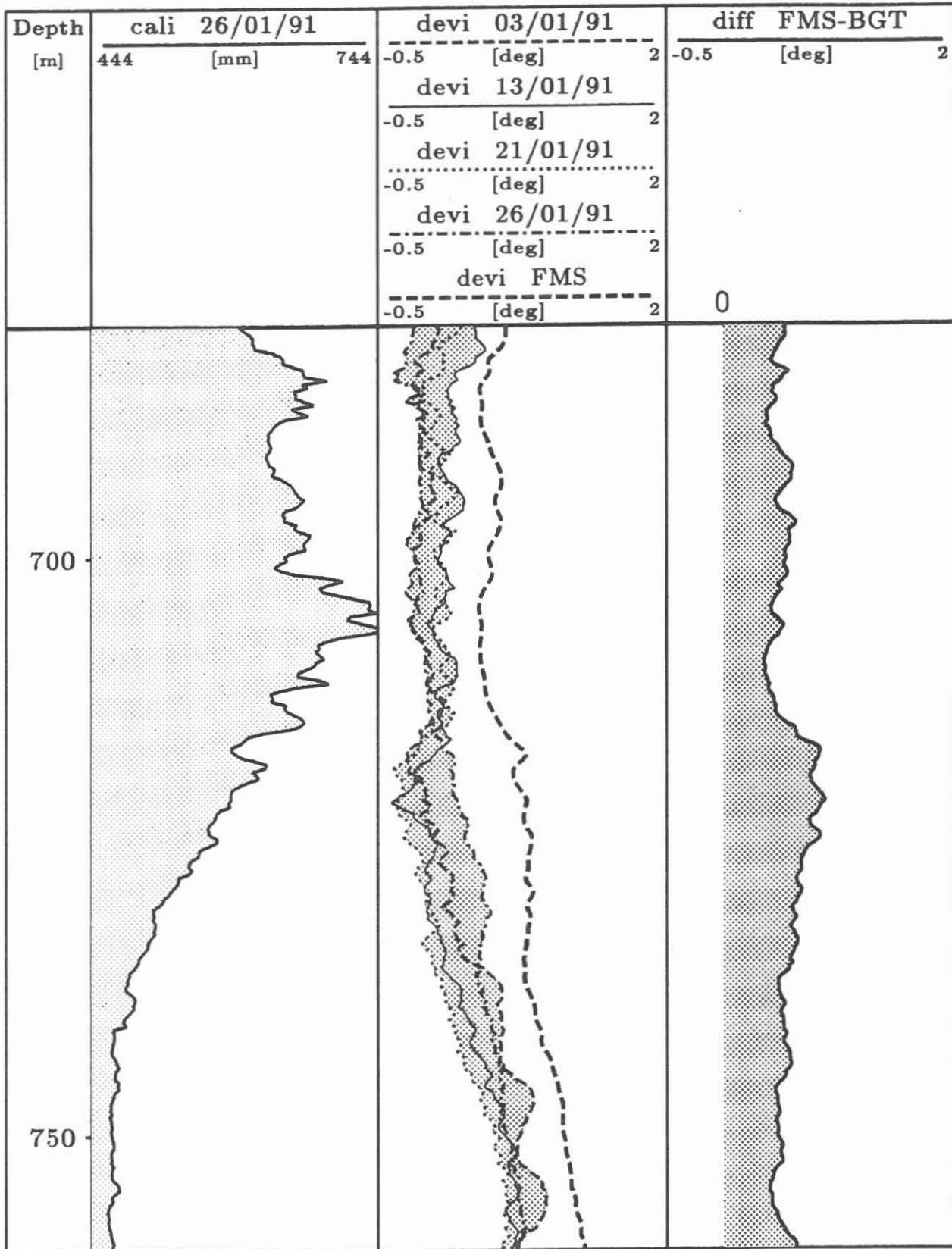


Abb. 1: Vergleich von Neigungsdaten

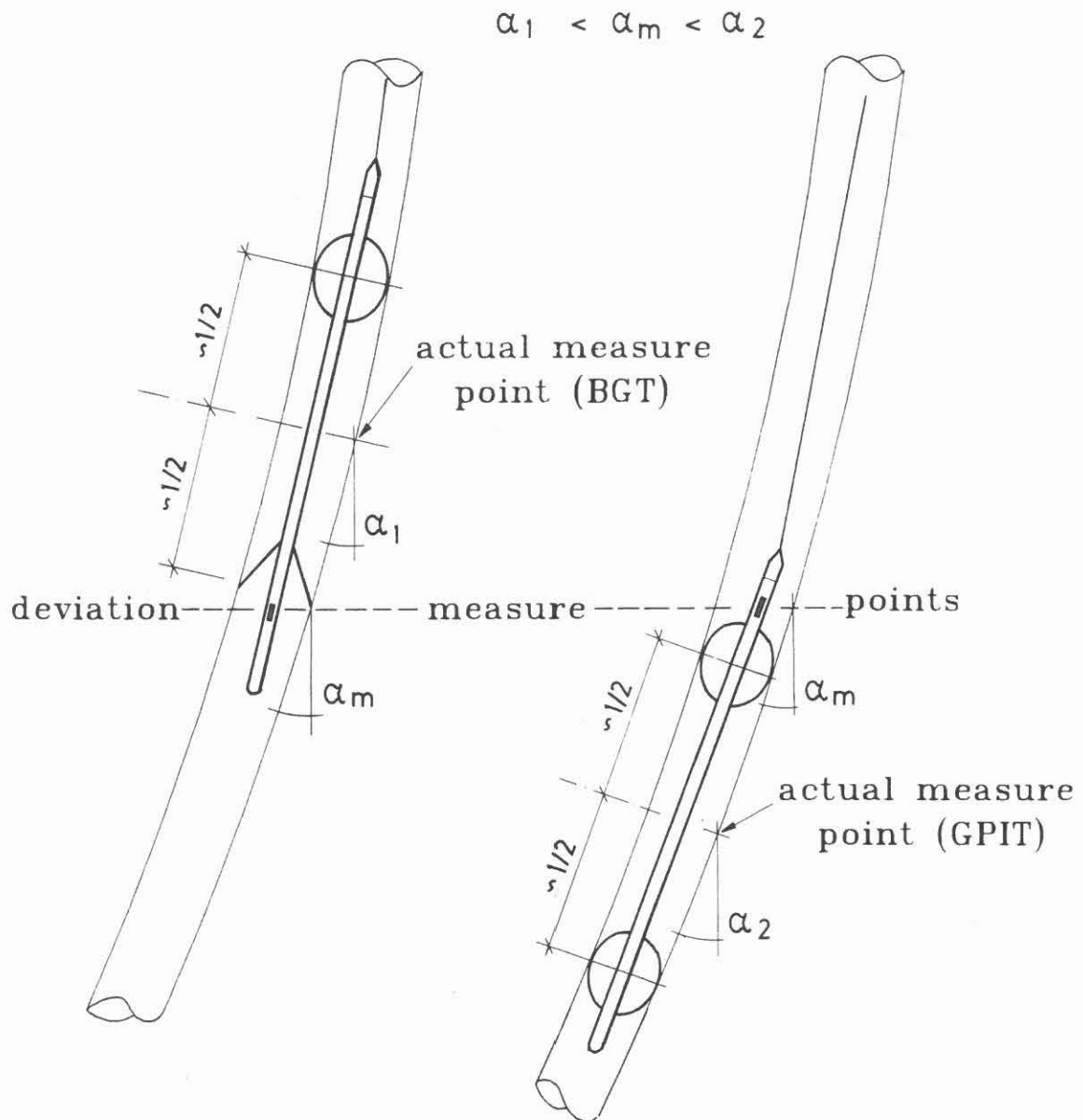


Abb. 2: Abhängigkeit des Neigungsmeßpunktes von der Gerätekonfiguration

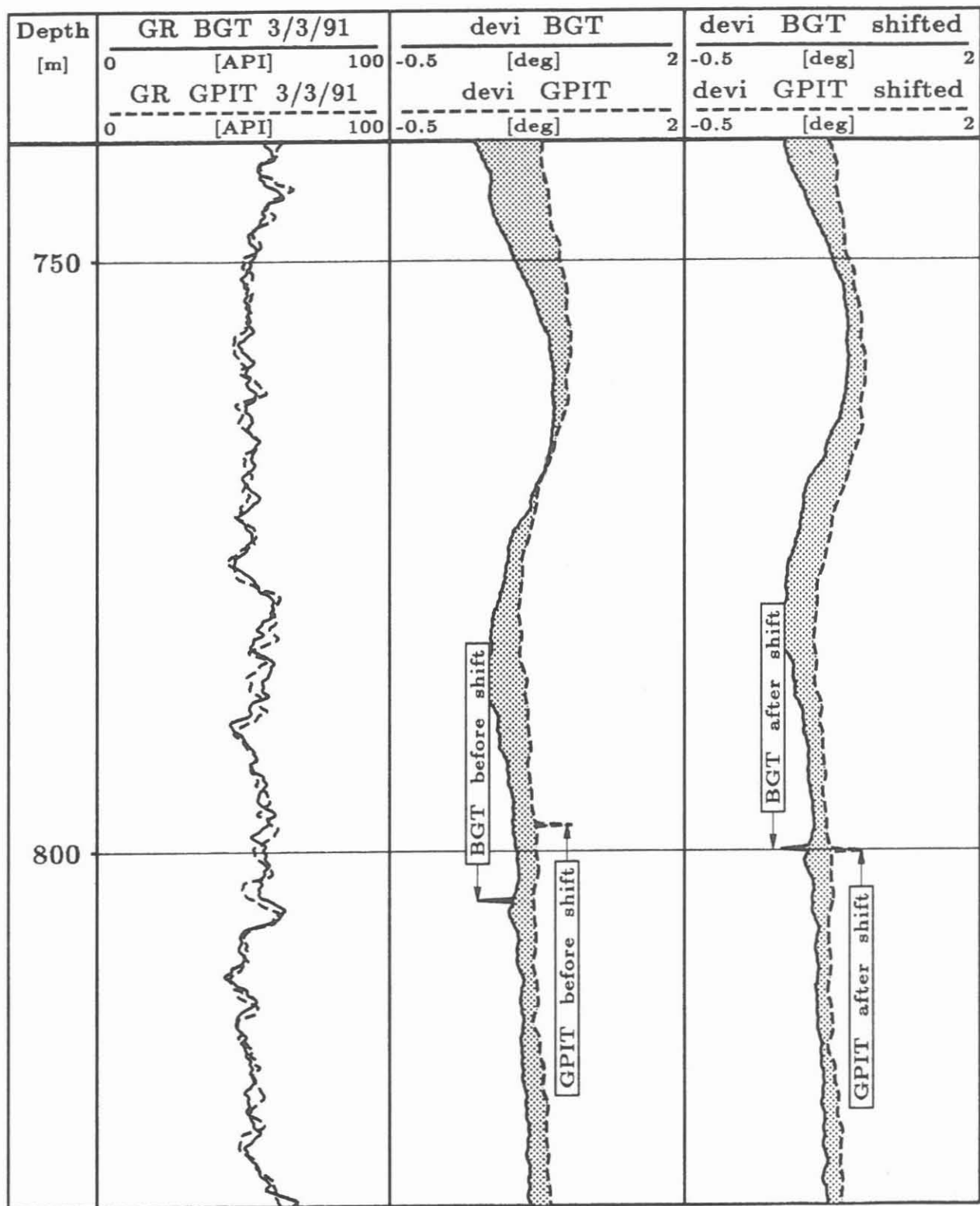
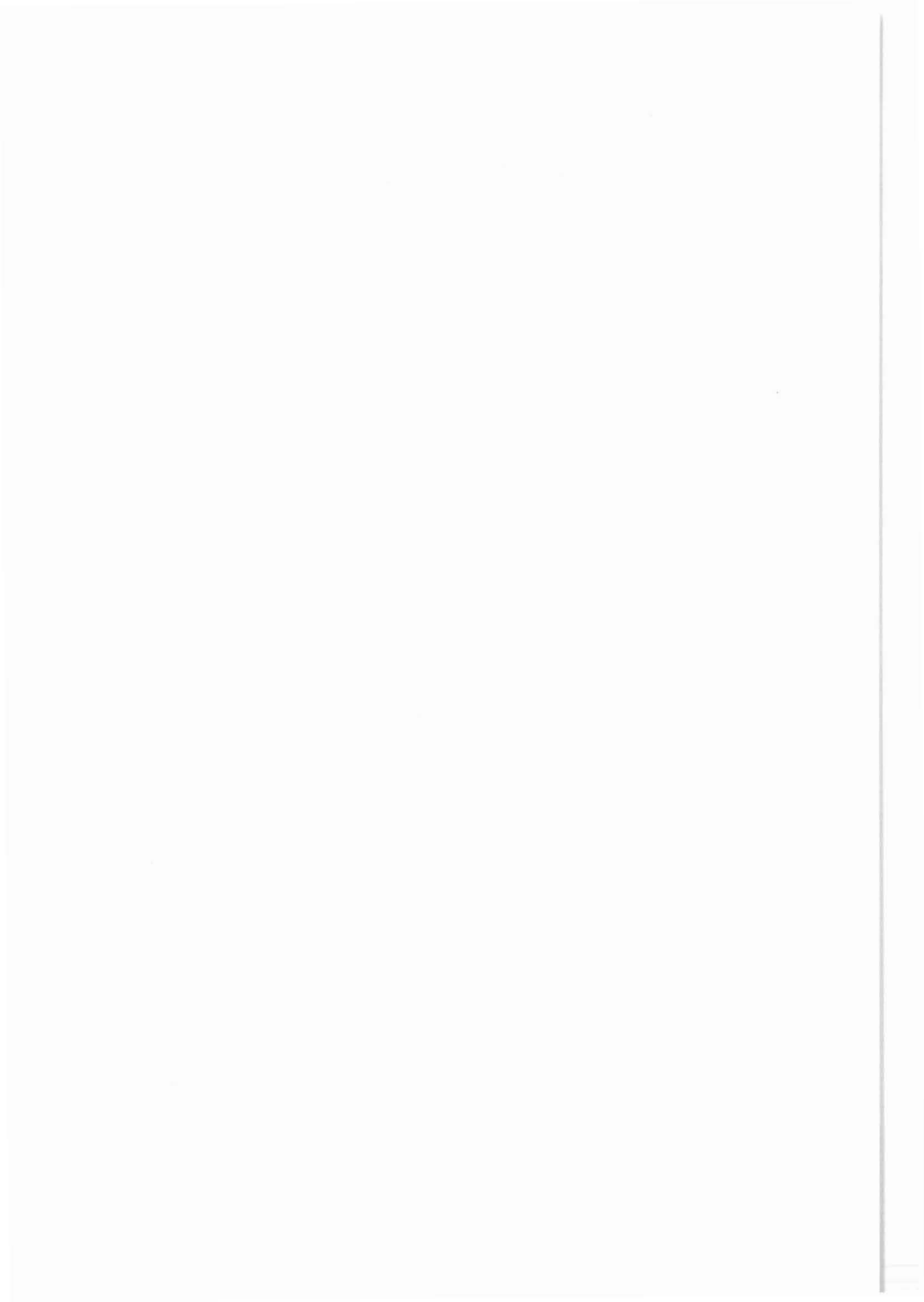


Abb. 3: Korrekte Korrelation von Neigungsdaten erst nach Teufenangleichung



9. Neue Meßgeräte

J. K. Draxler
mit einem Beitrag von
H. Winter



9 NEUE MESSGERÄTE

Mit Beginn der Hauptbohrung sind vom Referat Bohrlochmessungen die im folgenden beschriebenen verbesserten Meßsysteme oder neuen Meßgeräte zum Einsatz gebracht worden.

Das Bemühen zur Kosteneinsparung, Anforderungen von bohrtechnischer Seite und Verbesserungen an Industriegeräten waren die Gründe für die Aufnahme in das Meßprogramm.

9.1 BGL-AMS-GRL-TEMP-SP (Vierarm-Kaliber/Auxiliary Measurements System/Gammastrahlenmessung/Temperatur/Eigenpotential)

In der Vorbohrung war es notwendig, die BGL-AMS-GRL, die TEMP und SP noch getrennt in drei Einfahrten zu fahren. Durch die erfolgreiche Eigenentwicklung konnten diese drei Messungen zu einer Kombination zusammengeführt werden. Die für KTB arbeitenden Kollegen von Schlumberger - Kühr, de Grefte und Bohn haben, mit Unterstützung durch Herrn Zoth, dieses System realisiert (siehe auch Abschnitt 3: Logging Center). Um die Gerätekombination über die Computereinheit der Dauermeßstation steuern zu können, hat Schlumberger, Paris, die Software-Modifikation erarbeitet.

Bis zur Teufe von 1720,0 m wurde diese Sensorik bereits 20mal mit Erfolg eingesetzt. Eine bemerkenswerte Einsparung an Meßzeit und damit teurer Bohranlagenzeit konnte damit erreicht werden. Die einzelnen Meßgeräte, die diese Kombination bilden, wurden individuell im KTB-Report 87-3 vorgestellt.

9.2 Single Shot

Dieses Neigungs- und Orientierungsgerät wurde von der Firma Eastman Whipstock GmbH, Hannover, gekauft. Es wird im Gestänge gefahren, um die Neigung und die Richtung (Azimut) der Bohrung zu messen. Es ist ein relativ einfaches, robustes Meßsystem, für den rauen Einsatz im Bohrbetrieb gebaut. Die Messung der Neigung und des Azimutes erfolgt bei stationärem Gerät durch die Belichtung eines lichtempfindlichen Blättchens auf das eine Azimut- und Neigungsskala projiziert wird. Durch einen auf dieser Skala beweglichen Fadenkreuzring wird die Lage, des im Bohrgestänge zentriert gefahrenen Gerätes, festgehalten. Dieser Wert entspricht dem Verlauf der Bohrung (Azimut und Neigungen).

Die Aussteuerung des Gerätes erfolgt über eine Zeituhr, die für die verschiedenen Arbeitsgänge vor dem Einfahren programmiert wird. Ein- und Ausfahr- sowie die Belichtungszeit werden vorgegeben, da keine Beeinflussung von über Tage möglich ist.

Das Meßergebnis kann auch erst nach Ausfahrt des Gerätes und der Entwicklung ausgelesen werden (siehe Abschnitt 6: Intervallmessungen, Abb. 6.4).

Die Spezifikationen für dieses Gerät sind im Abschnitt 3: Logging Center gegeben.

9.3 MAXIS 500 (Multitask Acquisition and Imaging System)

MAXIS 500 ist die neuentwickelte Kontroll- und Registriereinheit der Fa. Schlumberger. Diese Einheit soll die seit 1978 im Feld verwendete Cyber Service Unit (CSU) ersetzen.

Diese Ausrüstung ist das Resultat einer jahrelangen Entwicklung und entspricht der heutigen Computertechnologie.

Die Hauptmerkmale sind hier kurz beschrieben:

Mit der MAXIS 500 ist ein System für die Aussteuerung einer neuen Generation von komplexen Bohrlochmeßgeräten geschaffen worden, die eine Datenmenge registrieren und sie über das Kabel senden kann, wie nie zuvor.

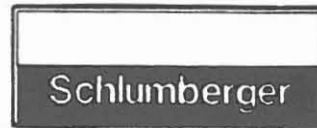
Die über Tage-Computer-Einheit und die neue Telemetrie bilden das System.

Abb. 9.3.1 gibt einen Überblick über den Aufbau der Einheit. Zwei unabhängig voneinander operierende, jedoch mit Ethernet vernetzte Rechnersysteme der MICROVAX III-Generation von Digital, erlauben dem Meßingenieur und dem Auftraggeber gleichzeitig Datengewinnung in Echtzeit und die Auswertung dieser Daten. Datenfernübertragung während der Messung ist möglich. Die Bedienung der Rechner erfolgt entweder über Schreibpult oder Maus.

Über zwei gleichwertige Farbbildschirme kann die Datenaufnahme oder die Auswertung verfolgt werden. Die Aufzeichnung der Daten erfolgt digital auf Magnetband in variabler Datendichte von 800 bis 6250 BPI und analog durch den "Chromalog Graphics Recorder" in Farbe auf Film oder Papier. Die für dieses System entwickelte Software erlaubt die Wiedergabe eines neugestalteten API-Filmkopfes, mit Erläuterungen aller verwendeten Abkürzungen in Langschrift, Sketch der Gerätekombination und deren Abmessungen sowie einer Zeichnung über die Verhältnisse in der Bohrung Abb. 9.3.2 - 9.3.5. Eine Beschriftung der kontinuierlichen, auf Film gezeichneten Meßkurven, ist möglich.

Die Datenqualität ist durch Vergleich mit gerätespezifischen, gespeicherten Kalibrationswerten garantiert. Eine Auflistung

Aufbau der MAXIS 500



- DPSD:** Dual Processor Storage Drawer
[2 Mivrovax III computers]
- GPSD:** General Processor Storage Drawer
[1 Mivrovax III computer]
- CGMD:** Color Graphics Monitor Drawer (Qty:2)
[2 Color Screens]
- SSD:** Standard Services Drawer
[Interface for D/H tools]
- TPD:** Tool Power Drawer
[Power for D/H tools]
- HTD:** High Capacity Tape Drawer
[9 trk magnetic tape drive]

It also contains three free-standing units which are not installed in the rack.

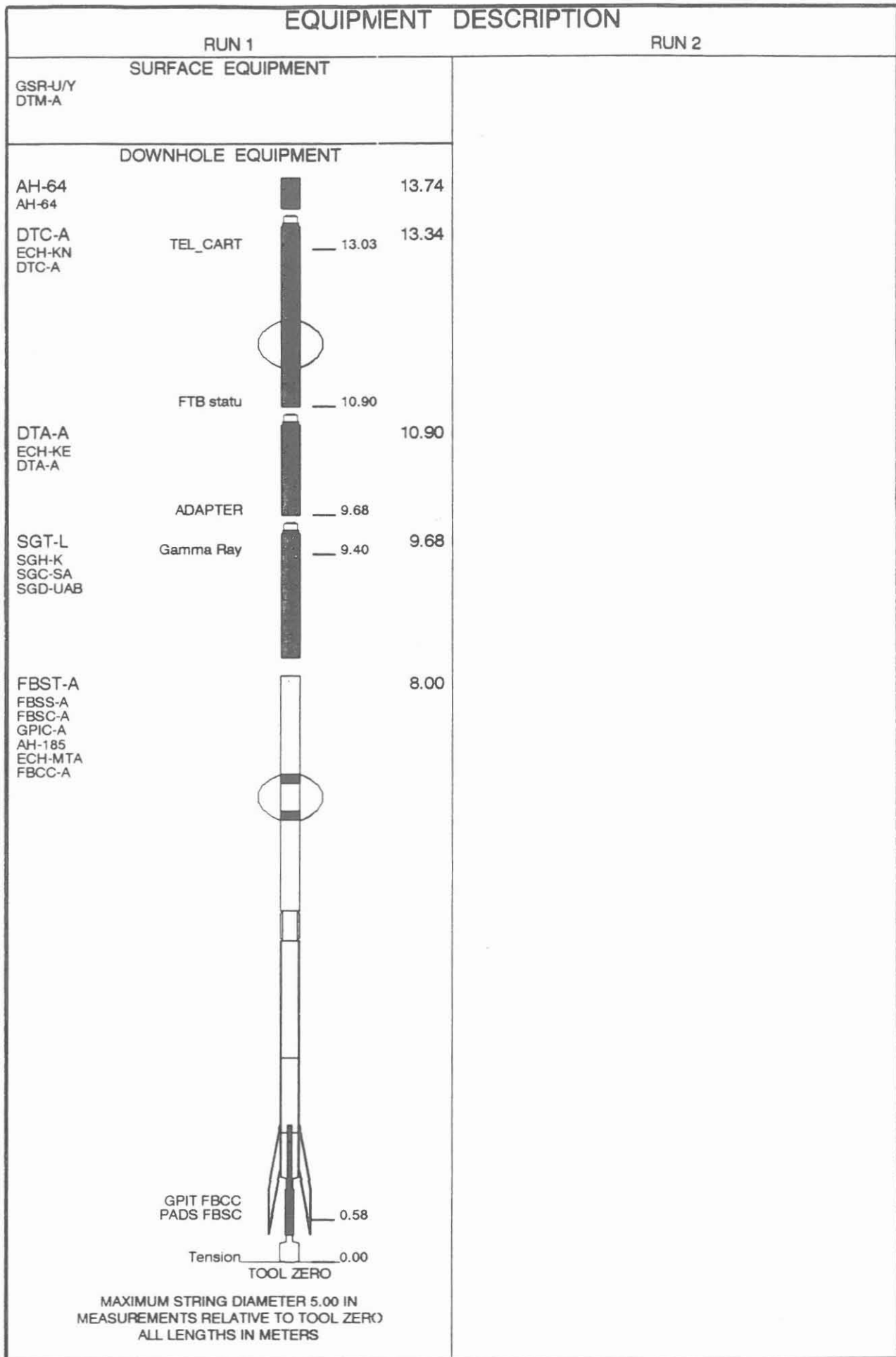
- CGR:** Chromalog Graphics Recorder
[Color Printer]
- TGRP:** Tabletop Graphics Recorder Printer
[B & W Printer]
- WPD:** Winchman's Portable Display
[Depth/Tension Display for the winchman]

Neuer API Filmkopf

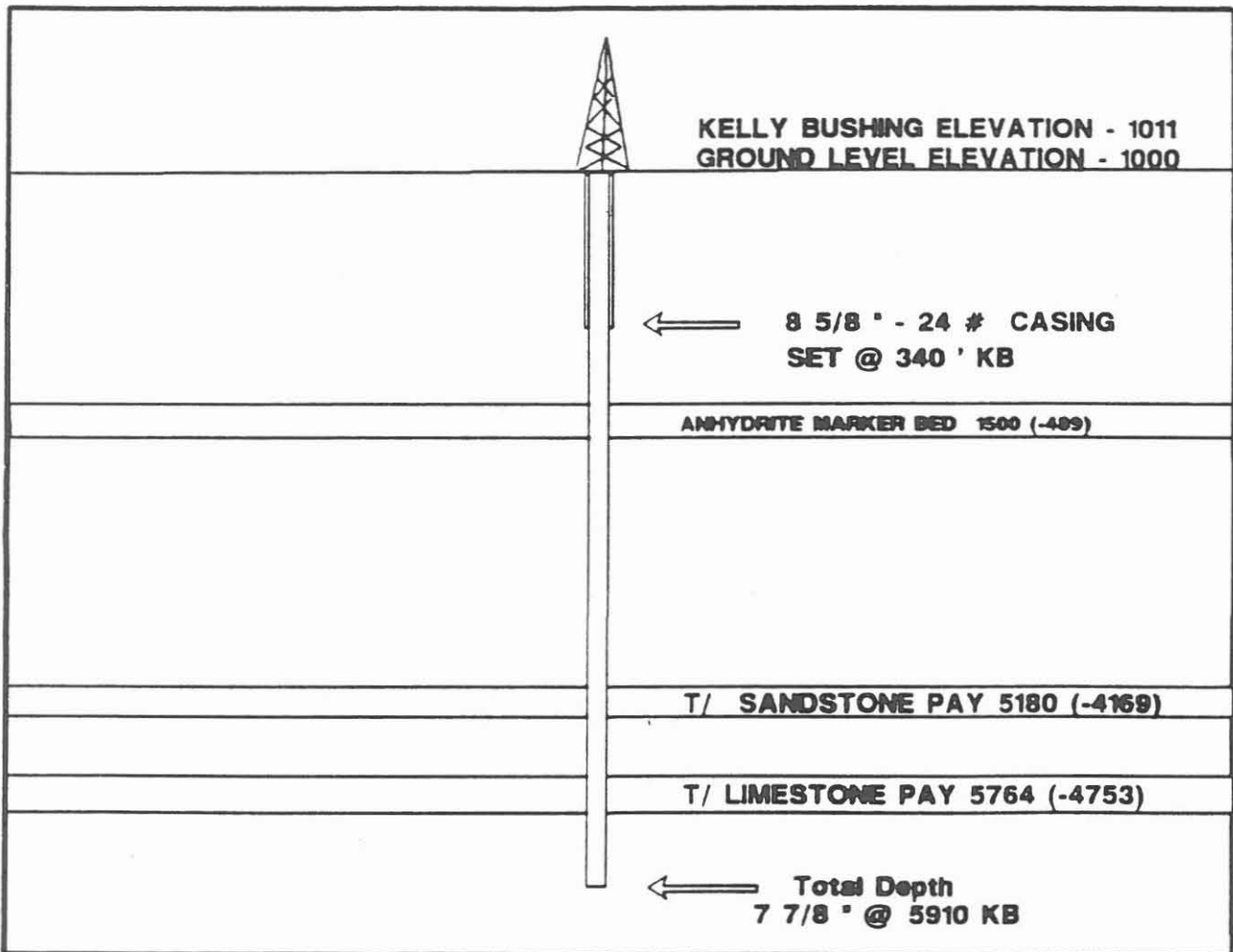
Kreis: Neustadt/Wn Field: Oberpfalz Location: Naabdemereuth Well: KTB-OPF-HB Company: Niedersaechsisches L		COMPANY NIEDERSAECHSISCHES LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG	
WELL: KTB-OPF-HB FIELD: Oberpfalz KREIS: Neustadt/Wn LAND Bayern		Schlumberger FMS IMAGES 20/12/90	
LOCATION Naabdemereuth Elev.: K.B. 525.6 M Windischeschenbach G.L. 513.8 M D.F. 525.6 M		Permanent Datum: Ackersohle Elev.: 513.8 M Log Measured From: Ackersohle 0 above Perm. Datum Drilling Measured From: Ackersohle	
LATITUDE 49.8138 deg		LONGITUDE 12.1220 deg	
Logging Date 12/20/90 Run Number HB055 Depth Driller 762.5 M Schlumberger Depth 762.5 M Bottom Log Interval 762.0 M Top Log Interval 290 M Casing Driller Size @ Depth 24.500 IN @290 M Casing Schlumberger 290 M Bit Size 17.500 IN Type Fluid In Hole Dehydrit Density Viscosity 1.03 G/C3 5155 S Fluid Loss PH 27 C3 10.1 Source Of Sample Umlauf RM @ Measured Temperature 3.080 OHMM @ 22 DEGC RMF @ Measured Temperature 3.280 OHMM @ 22 DEGC RMC @ Measured Temperature @ 22 DEGC Source RMF RMC Presse Presse RM @ BHT RMF @ BHT 2.436 @34 2.595 @34 Maximum Recorded BHT 34 Circulation Stopped Time 19/12/90 22:00 Logger On Bottom Time 20/12/90 Unit Number Location 7002 Diepholz Recorded By Rick Culpán Witnessed By Herr. Draxler		ALL INTERPRETATIONS ARE OPINIONS BASED ON INFERENCES FROM ELECTRICAL OR OTHER MEASUREMENTS AND WE CANNOT, AND DO NOT GUARANTEE THE ACCURACY OR CORRECTNESS OF ANY INTERPRETATIONS, AND WE SHALL NOT EXCEPT IN THE CASE OF GROSS OR WILLFUL NEGLIGENCE ON OUR PART, BE LIABLE OR RESPONSIBLE FOR ANY LOSS, COSTS, DAMAGES OR EXPENSES INCURRED OR SUSTAINED BY ANYONE RESULTING FROM ANY INTERPRETATION MADE BY ANY OF OUR OFFICERS, AGENTS OR EMPLOYEES. THESE INTERPRETATIONS ARE ALSO SUBJECT TO CLAUSE 4 OF OUR GENERAL TERMS AND CONDITIONS AS SET OUT IN OUR CURRENT PRICE SCHEDULE. OTHER SERVICES FOR RUN 1 DESCENT 1: SP-GR DESCENT 2: DLL-GR DESCENT 3: SDT-NGS DESCENT 4: FMI DESCENT 5: OTHER SERVICES FOR RUN 2 DESCENT 1: DESCENT 2: DESCENT 3: DESCENT 4: DESCENT 5:	
MUD		EQUIPMENT DESCRIPTION RUN 1 SURFACE EQUIPMENT RUN 2 SURFACE EQUIPMENT	
SERVICE ORDER #: hb052 PROGRAM VERSION: 3.134 FLUID LEVEL:		RUN 1 SURFACE EQUIPMENT RUN 2 SURFACE EQUIPMENT	

Beschreibung der verwendeten Abkürzungen

OP System Version: 480-169			
Output DLIS Files			
DEFAULT	FBST .004	FIELD	25-MAY-1991 17:49
Parameters			
LIS Name	Description	Value	
	DIP Tool	FBST	
ACPP	Accelerometer PROM Presence	PRESENT	
AFMO	Accelerometer Filtering Mode	MOVING_AVERAGE	
ART	Accelerometer Reference Temperature	20	DEGC
BS	Current Bit Size	17.500	IN
BSAL	Borehole Salinity	-50000.0	PPM
CSBL	CSB DIP Number of Levels	2L	
DPAD	Disabled Pad	NONE	
ELRA	Electrical Radius	0.5	IN
FDFL	FBST DSP Filter Length	0	
FIGA	FBST Image Gain	1	
FIOF	FBST Image Offset	0	
FLM	FBST Logging Mode	8PAD	
GLM	GPIT Logging Mode	HIGH_RESOLUTION	
ICMO	Inclinometry Processing Mode	AUTOMATIC_SELECTION	
INT	Correlation Interval	1.9812	M
INT	Correlation Interval	1.9812	M
MAPP	Magnetometer PROM Presence	PRESENT	
MDEC	Magnetic Field Declination	0.547551	DEG
MRTE	Magneto Reference Temperature	20	DEGC
RBS	Resistivity Button Selection	BUT_1	
RBS	Resistivity Button Selection	BUT_1	
RBSI	Auto RBS change interval	10	
RW	Resistivity of Connate Water	1.0000	OHMM
SANG	Correlation Search Angle	140	DEG
SANG	Correlation Search Angle	140	DEG
SBUT	DIP Set of Buttons	MSD8	
SDFA	Side-by-Side Distance Factor	0.9	IN
SOFF	Stand-Off	-1	IN
SPAN	DIP Spanning	1/4	
STDA	Structural DIP Azimuth	0	DEG
STDI	Structural DIP Angle	0	DEG
STEP	Correlation Step	1.0668	M
STEP	Correlation Step	1.0668	M
TD	Total Depth	-50000	M
TWS	Temperature of Connate Water Sample	37.8	DEGC
XMOD	Emex Mode	MANU	
XMOD	Emex Mode	MANU	
XVOL	Emex Voltage	100	V
XVOL	Emex Voltage	100	V



Sketch einer Bohrung



Kalibrationswerte:

Calibration and Check Summary						
Measurement	Master	Before	After	Change	Limit	Units
Full-Bore Scanner - A Wellsite Calibration - Caliper Calibration						
Before: May 25 10:28 1991						
Caliper #1 Small Jig	N/A	11.72	N/A	N/A	N/A	IN
Caliper #2 Small Jig	N/A	11.68	N/A	N/A	N/A	IN
Caliper #1 Large Jig	N/A	15.78	N/A	N/A	N/A	IN
Caliper #2 Large Jig	N/A	15.65	N/A	N/A	N/A	IN
Scintillation Gamma-Ray - L Wellsite Calibration - Detector Calibration						
Before: May 25 10:32 1991						
Gamma Ray Jig	N/A	167.9	N/A	N/A	15.00	GAPI

Full-Bore Scanner - A / Equipment Identification	
Primary Equipment:	
FullBore Scanner Sonde	FBSS - A
FullBore Scanner Sonde Cartridge	FBSC - A
GPIT Cartridge - A	GPIC - A
Insulating Sub	AH - 185
FullBore Scanner Control Cartridge	FBCC - A
Auxiliary Equipment:	
FBCC Housing	ECH - MTA

Full-Bore Scanner - A Wellsite Calibration					
Caliper Calibration					
Phase	Caliper #1 Small Jig IN	Value	Phase	Caliper #2 Small Jig IN	Value
Before		11.72	Before		11.68
	10.20 (Minimum)	12.00 (Nominal)		10.20 (Minimum)	12.00 (Nominal)
		13.90 (Maximum)			13.80 (Maximum)
Phase	Caliper #1 Large Jig IN	Value	Phase	Caliper #2 Large Jig IN	Value
Before		15.78	Before		15.65
	13.60 (Minimum)	16.00 (Nominal)		13.60 (Minimum)	16.00 (Nominal)
		18.40 (Maximum)			18.40 (Maximum)
Before: May 25 10:28 1991					

Scintillation Gamma-Ray - L / Equipment Identification	
Primary Equipment:	
Scintillation Gamma Cartridge	SGC - SA
Scintillation Gamma Detector	SGD - UAB
Auxiliary Equipment:	
Scintillation Gamma Housing	SGH - K
Gamma Source Radioactive	GSR - U/Y

Scintillation Gamma-Ray - L Wellsite Calibration					
Detector Calibration					
Phase	Gamma Ray Background GAPI	Value	Phase	Gamma Ray Jig GAPI	Value
Before		28.26	Before		167.9
	0 (Minimum)	30.00 (Nominal)		135.0 (Minimum)	165.0 (Nominal)
		120.0 (Maximum)			195.0 (Maximum)
Before: May 25 10:32 1991					

der Soll- und Istwerte wird jeder Messung beigegeben, Abb. 9.3.6.

Um Teufengenauigkeit und Datenübereinstimmung zu überprüfen, kann die Hauptmessung mit der Wiederholung in Echtzeit verglichen werden.

Einfache Auswertungen, wie X-plots, Cyberlook, Dipmeter oder Neigungsplot können in Echtzeit erstellt werden.

Ein Plattenspeicher mit 1.3 gigabyte Speichervolumen, 5 1/4" oder 3 1/2" floppy disk und Magnetbandgeräte, erlauben die Aufzeichnung der großen Datenmengen, wie sie von den neuen "Imaging Tools" von unter Tage geliefert werden.

Die Übertragung der Daten über das Meßkabel wird mit Hilfe des neuentwickelten digitalen Telemetrie Systems (DTS) ermöglicht. Die Datenrate beträgt 500 kilobits/s, daher die Bezeichnung MAXIS 500 für das Gesamtsystem.

Folgende Meßgeräte können nur mit MAXIS 500 gefahren werden:

FBST	Full Bore Scanner Tool (FMI-Formation MicroImager)
AIT	Array Induction Tool
DSST	Dipole Shear Sonic Tool
CSAT	Combination Seismic Acquisition Tool
DSA-B	Downhole Seismic Array
USIT	Ultra Sonic Imaging Tool
MRTT	Modular Reservoir Testing Tool.

In der Hauptbohrung kam der Formation MicroImager (siehe 9.4) bisher zum Einsatz. Dabei wurde das Gesamtsystem mit dem Kabel der Dauermeßstation verbunden und das Gerät in die Bohrung eingefahren. Unter ungünstigen Bohrlochverhältnissen, großer Durchmesser von 17 1/2" und streckenweise ausgebrochener Bohrlochwand, konnten gute Daten gewonnen werden. Die Auswertung zeigt eine bessere Qualität im Vergleich zur Zusammenspielung von zwei Meßfahrten über das gleiche Intervall mit dem Formation MicroScanner.

9.4 FMI-Prototyp (Formation MicroImager)

Dieses Gerät ist eine Weiterentwicklung des Formation MicroScanner (FMS).

Mit nunmehr $4 \times 48 = 192$ Elektroden wird der Widerstand der Bohrlochwand abgetastet. Die Anordnung dieser Anzahl von Meßelektroden war nur möglich durch eine Neugestaltung der Elektrodenträger (pads) und einer Hinzufügung von mechanisch ausklappbaren Elektrodenklappen (flaps). Im Unterschied zu den "pads" des FMS, die je zwei Reihen mit 8 Elektroden haben,

sind beim FMI sowohl die "pads" als auch die "flaps" mit je zwei Reihen von 12 Elektroden bestückt. Diese sind kleiner und individuell isoliert, garantieren durch eine bessere Fokussierung eine verbesserte vertikale Auflösung.

Durch die Erhöhung der Meßelektrodenanzahl von 64 auf 192 war eine Neuentwicklung der Geräteelektronik notwendig. Nur in Verbindung mit dem digitalen Telemetrie System (DTS) und der MAXIS 500 kann dieses Gerät gefahren werden.

Die Gerätespezifikationen sind:

Außendurchmesser	5"	(127,0 m)
Temperaturgrenze	350° F	(175 °C)
Druckgrenze	20.000 psi	(1400 bar)
Minimaler Bohrlochdurchmesser	6 1/4"	(158,8 mm)
Maximaler Bohrlochdurchmesser	21"	(533,4 mm)
Gerätgewicht in Luft	471 lbs	(214 kg)
Gerätelänge	315 lbs	(8001 mm)
Gerätelänge mit flexiblem Verbinder	339"	(8610 mm)
Meßgeschwindigkeit	1800ft/h	(600/h)
Maximale Bohrlochneigung	72°	

Überdeckung in 8" (203,2 mm) Bohrloch ist 80 % des Umfanges.

In 17 1/2" (444,5 mm) Bohrlochdurchmesser der Hauptbohrung werden 37 % des Umfanges abgedeckt. Bei den beiden Einsätzen dieses Gerätes konnten sehr gute Daten gewonnen werden.

Für die Auswertung dieser Daten mußte neue Software geschrieben werden. Schlumberger Paris hat dies getan und die Software getestet bevor sie an das Rechenzentrum der Firma in Hannover weitergegeben wurde. Um eine Überprüfung der Systeme durchzuführen, wurde die erste Messung von 290,0 - 760,0 m sowohl in Paris als auch in Hannover bearbeitet und die Resultaten verglichen. Die folgende Messung von 720,0 - 1719,5 m wurde nur mehr in Hannover ausgewertet. Mit dem Abgleich des Widerstandskontrastes gibt es noch Probleme, die jedoch die Verwendbarkeit der Auswertung nicht beeinträchtigen.

Die Projektleitung bemüht sich in Zusammenarbeit mit der Fa. Schlumberger die Verfügbarkeit dieses Gerätes für die Hauptbohrung sicherzustellen.

9.5 SP-Redox-Potential

Institut für Meteorologie und Geophysik der Johann Wolfgang
Goethe Universität, Feldbergstr. 47, D-6000 Frankfurt a. M. 1,
Germany

H. Winter

Eigenpotential- Bohrlochsonde Kurzbeschreibung

MESSGRÖSSEN UND CHARAKTERISTISCHE EIGENSCHAFTEN

EP: Electrical Potential

Spannungsdifferenz zwischen einer Ag-AgCl-Elektrode im Bohrloch und einer Ag-AgCl-Elektrode an der Erdoberfläche (in mV).

Meßgröße: $U(EP) = U(\text{elektrisches Potential})$

Die stabilen bzw. kontrollierbaren Eigenschaften der Ag-AgCl-Elektroden schließen Störspannungen aus, die durch lokal unterschiedliche elektrochemische Bedingungen im Bohrloch entstehen können. Dadurch sind die Logs auch über weite Fahrstrecken reproduzierbar. Die gemessene Spannungsdifferenz repräsentiert das elektrische Potential.

PSP: Platinum Sensor Potential

Spannungsdifferenz zwischen einer Platin-Elektrode im Bohrloch und einer Ag-AgCl-Elektrode an der Erdoberfläche (in mV).

Meßgröße: $U(PSP) = U(\text{elektrisches Potential}) + U(\text{Redox})$

Die Platin-Elektrode registriert sowohl das elektrische Potential als auch ein elektrochemisches Potential, das durch die Elektronenaktivität an der Elektrode hervorgerufen wird (Redoxpotential). Die Ag-AgCl-Elektrode an der Erdoberfläche dient auch hier als stabile Referenz. Gemessen wird die Summe von elektrischem Potential und Redoxpotential.

SP: Spontaneous Potential oder Schlumberger Potential

Spannungsdifferenz zwischen einer Stahl-Elektrode im Bohrloch und einer Blei-Elektrode ("SP-fish") an der Erdoberfläche (in mV).

Meßgröße: $U(SP) = U(\text{el. Potential}) + U(\text{Redox}) + U(\text{ph}) + \dots$

Die Stahl-Elektrode im Bohrloch wie auch die Blei-Elektrode an der Erdoberfläche werden durch wechselnde elektrochemische Umgebungsbedingungen beeinflusst. Neben der Redoxspannung gibt es auch eine vom pH-Wert abhängige Spannung. Weitere Störspannungen können durch Korrosionsprozesse entstehen. Diese sind von der gleichen Größenordnung wie die elektrischen Potentiale. Sie sind im allgemeinen nicht kontrollierbar und führen oft zu einer Drift des Potentials sowie zu differierenden Absolutwerten bei Fahrtwiederholung. Die über wenige Zehnermeter anhaltenden charakteristischen Ausschläge im SP-Log sind meist reproduzierbar. Jedoch wurden auch hier schon Umkehrungen des Amplitudenvorzeichens beobachtet.

STMP: Sensor Temperature

Temperatur der Bohrlochsonde, gemessen mit einem Pt100-Element in der Bohrlochsonde (in °C).

Die Temperaturlaufzeichnung dient der Überwachung der Sonden-temperatur und ermöglicht eine Korrektur der Bezugsspannung der Ag-AgCl-Elektrode.

NEUE ERGEBNISSE UND DEREN GEOWISSENSCHAFTLICHE BEDEUTUNG

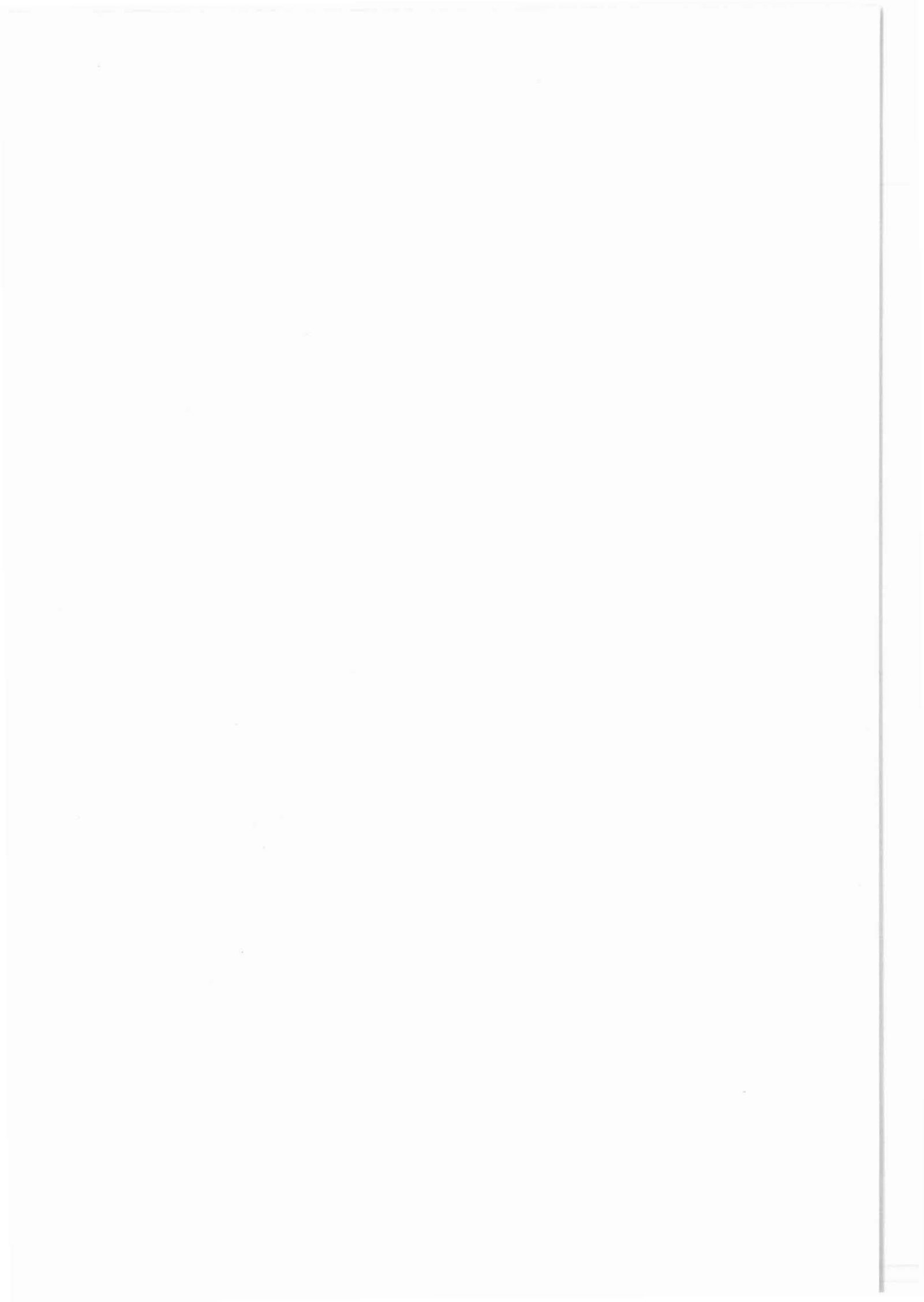
1. Ein Log des elektrischen Potentials im Bohrloch, das reduzierbar und unbeeinflusst von lokalen elektrochemischen Bedingungen ist.

Mit dem EP-Log kann die Tiefenerstreckung der KTB-Eigenpotentialanomalie untersucht werden. Weiterhin kann die zeitliche Stabilität dieser elektrischen Potentiale beobachtet werden.

2. Ein Log des Redoxpotentials der Spülung in situ.

Das Redoxpotential wird aus EP und PSP berechnet: $U(\text{Redox}) = U(\text{PSP}) - U(\text{EP})$. Die Variation des Redoxpotentials der Spülung steht in engem Zusammenhang mit dem Redoxpotential im Gebirge. Man erhält neue Hinweise auf die elektrochemische Ursache von Eigenpotentialanomalien. Weiterhin können Stoffzutritte in die Spülung erkannt werden, die eine von der Spülung abweichende Elektronenaktivität besitzen, z. B. Fluide und Kohlenwasserstoffe.

10. Anlagen



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:

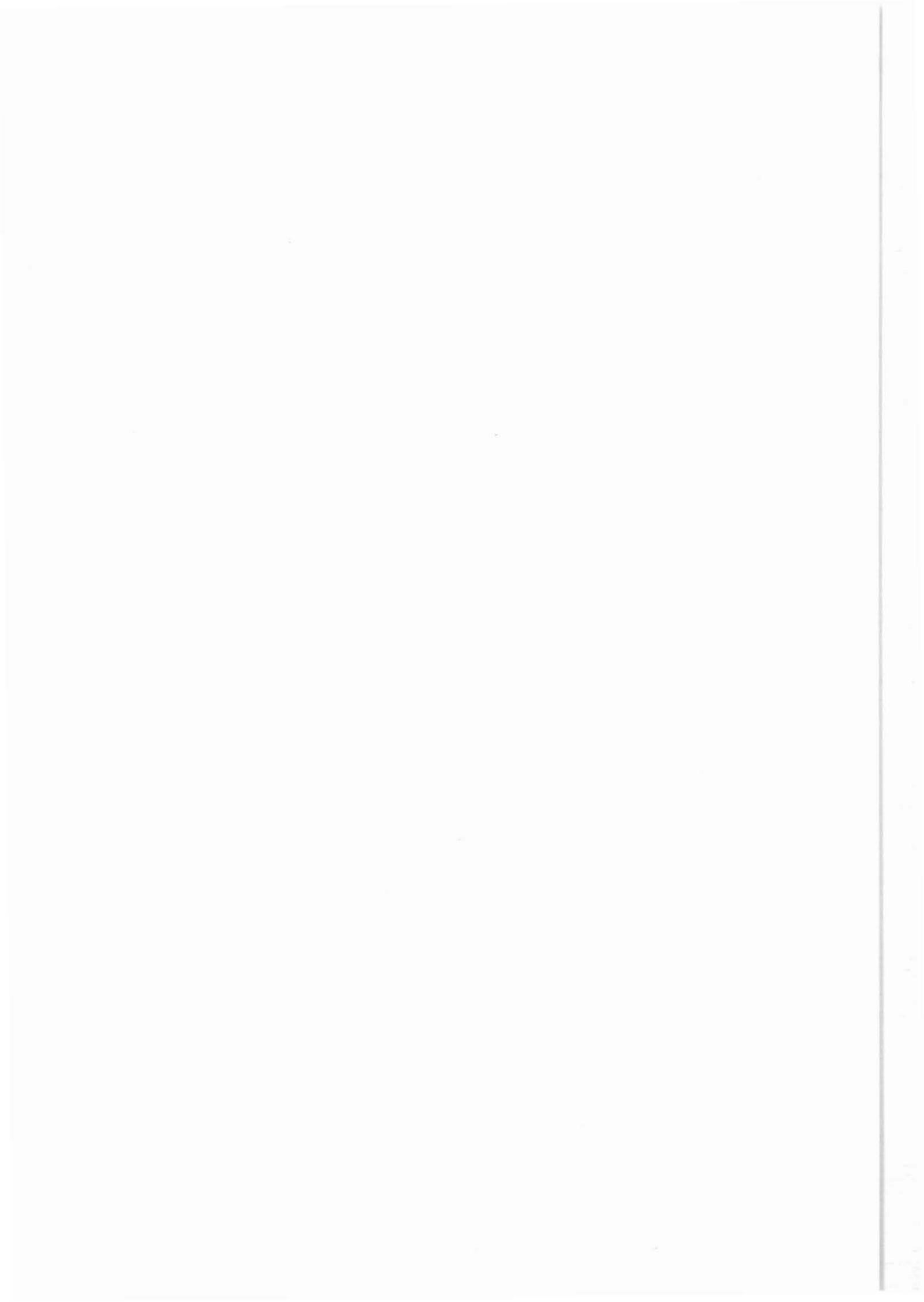
Straße, Nr. :

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

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



ISBN 3-928559-01-X