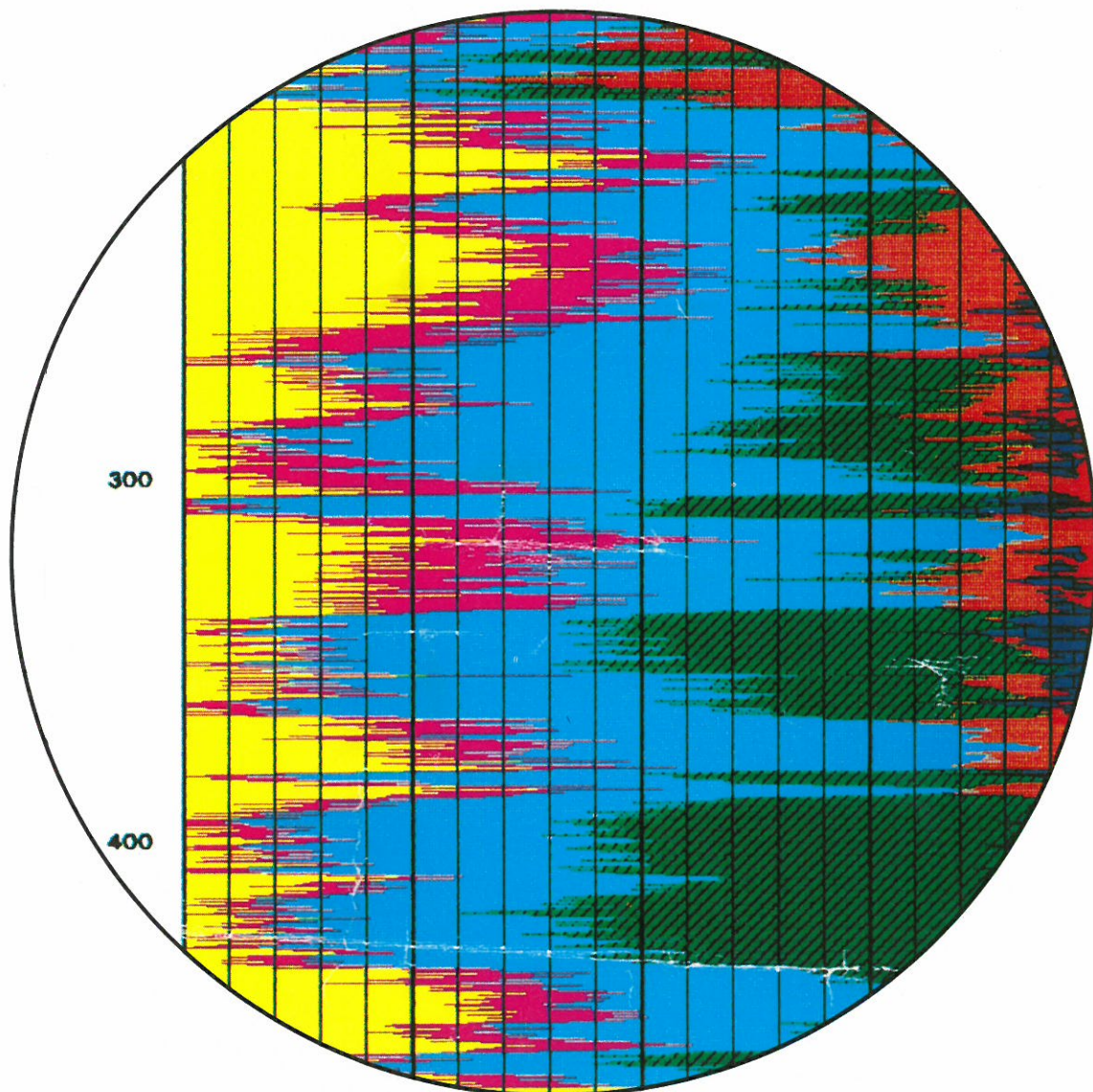


KTB REPORT 88-7

Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 5)

Bohrlochmessungen in der KTB-Oberpfalz VB

– Intervall 1529,4-3009,7 m –



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

J. K. Draxler und R. Hänel

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

Druck: Wittmann & Wäsch, 3007 Gehrden

Titelbild: ELAN-Auswertung, erste Meßserie 27,0 - 478,0 m.
Ausführende: Dipl.-Geol. Susanne Haverkamp/
Prof. Dr. J. Wohlenberg, Lehr- und Forschungs-
gebiet Geophysik der RWTH Aachen in Zusammen-
arbeit mit ODP (Ocean Drilling Programme),
Dr. R. Anderson, Lamont Doherty Geological
Observatory of Columbia University, Palisades, N.Y.
and R. Dove, Schlumberger Well Service Corp.

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

© Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Hannover 1988.

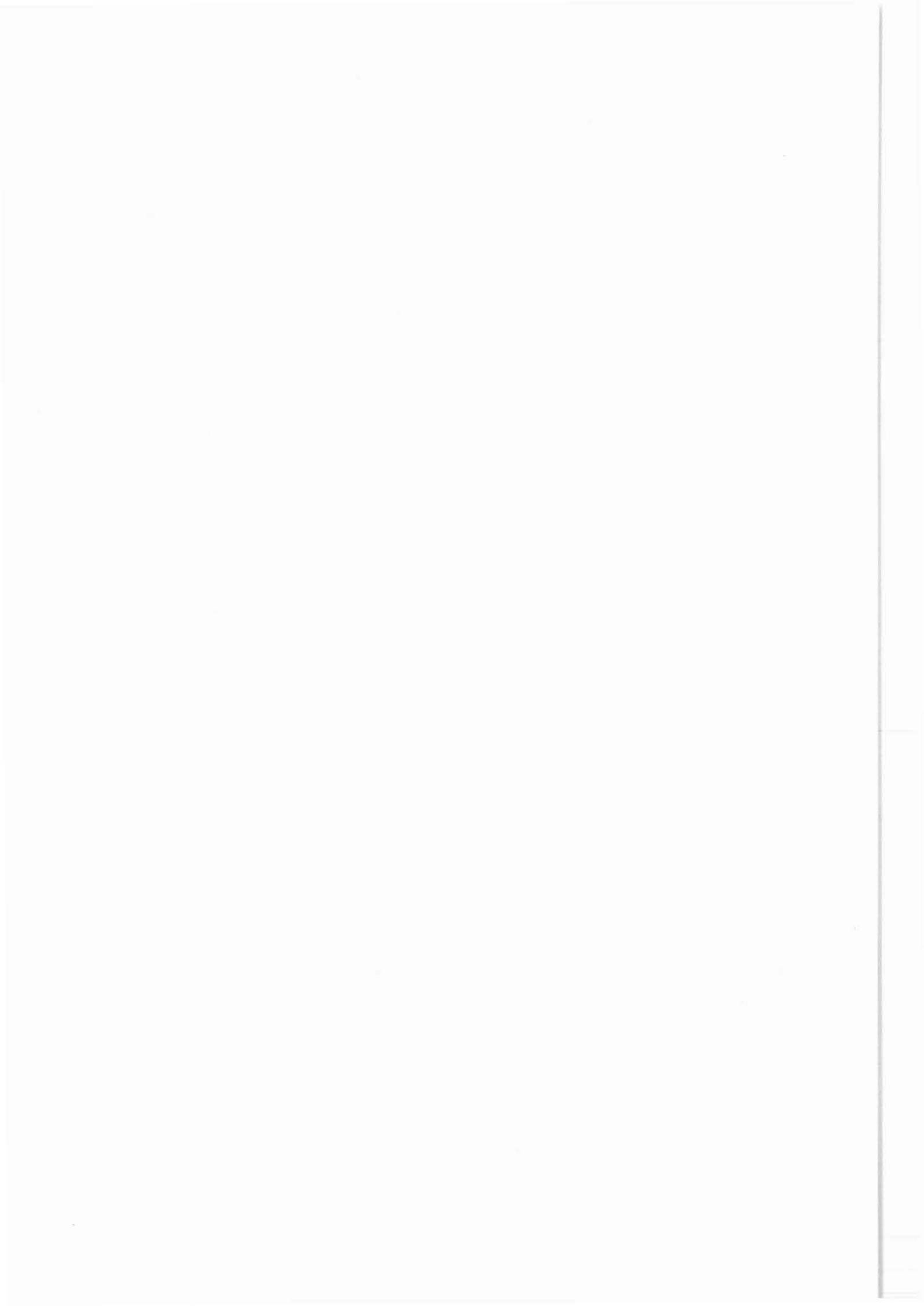
Nachdrucke, Vervielfältigungen und Übersetzungen, Verwendung
in Funk und Fernsehen, Wiedergabe auf photomechanischem oder
ähnlichem Wege und Speicherung in DV-Anlagen sind - auch
auszugsweise - genehmigungspflichtig.

Alle Rechte bleiben vorbehalten.

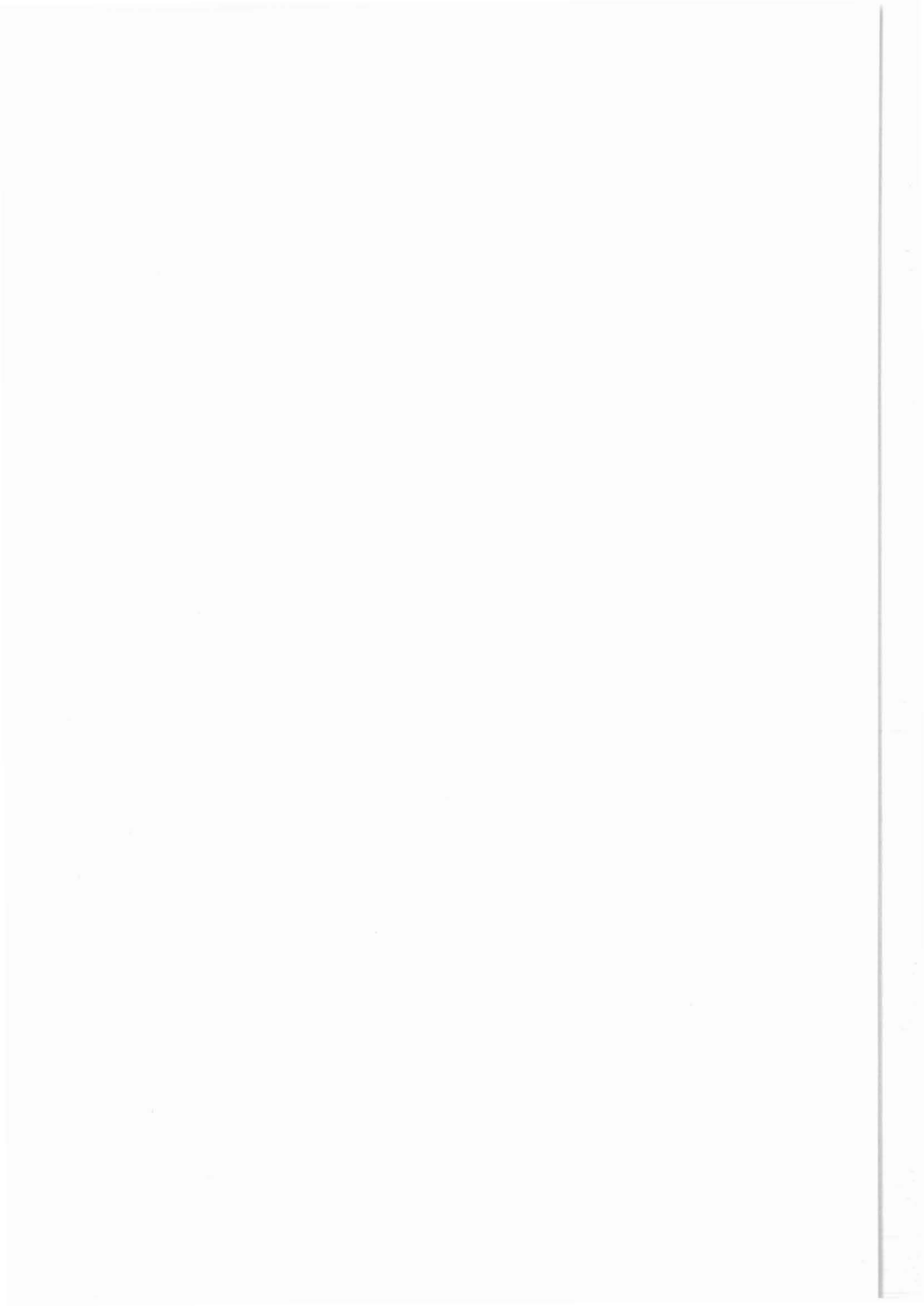
Anschrift des Herausgebers: Projektleitung KTB im Nieder-
sächsischen Landesamt für Bodenforschung, Postfach 51 03 53,
D-3000 Hannover 51. Telefon: (05 11) 643-2670

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung.....	3
2 Angaben zur Bohrung KTB-Oberpfalz VB 1 und VB 1a....	7
3 Übersicht zu den bohrlochgeophysikalischen Aktivitäten.....	23
4 Intervallmessungen	
VB 1 1529,4 - 1816,0 m	
VB 1a 1709,0 - 3009,7 m.....	37
4.1 Temperaturmessungen, KTB-Geräte.....	37
4.2 Temperatur- und Neigungsmessungen, Memory-Geräte	41
4.3 Kaliber-, Neigungs- und Orientierungsmessungen..	47
5 Vierte Meßserie bei 2200,6 m, fünfte Meßserie bei 3009,7 m.....	51
5.1 Seismische Referenzbohrung KTB-Oberpfalz VSP 1..	103
5.2 Technische Messungen.....	111
6 Auswertungen, Zwischenberichte.....	121
6.1 Magnetische Messungen in der Bohrung KTB VB Oberpfalz (3-D), 490 - 1210 m.....	141
7 Hydraulische Teste.....	149
8 Zwischenberichte der KTB-PL, Bohrlochgeophysik	
8.1 Meßgeräte.....	151
8.2 Kernnachorientierung.....	153
8.3 Orientiertes Kernen.....	157
8.4 Vertikales Seismisches Profil (VSP).....	165
8.5 Borehole Geophysics of KTB, Yaroslavl (USSR)....	179
8.6 First Logging and Evaluation Results (Ridgefield, USA).....	219
9 Anforderung von KTB-Meßdaten.....	249



Zusammenfassung



ZUSAMMENFASSUNG

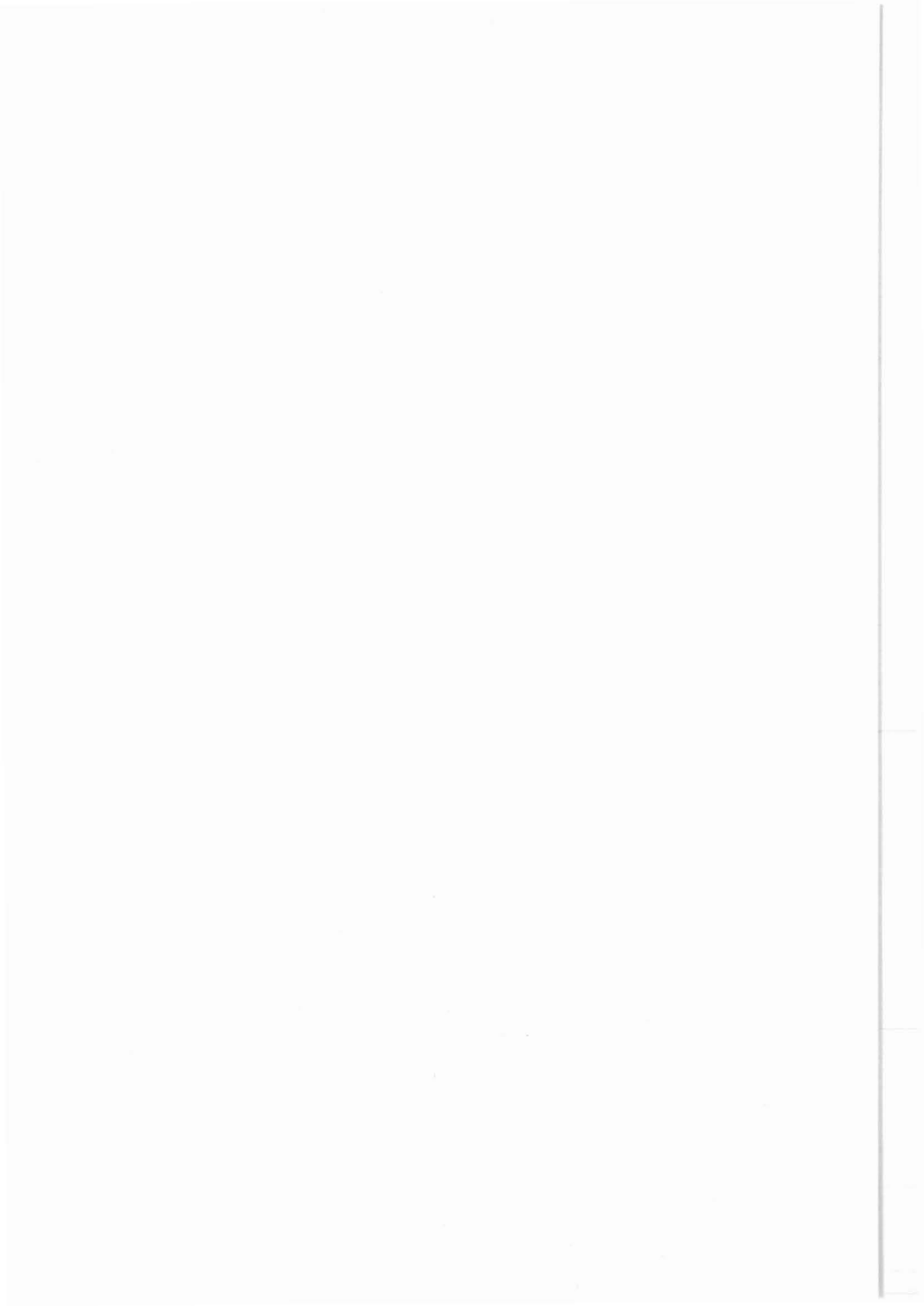
Die bohrlochgeophysikalischen Aktivitäten werden unterschieden in Intervallmessungen, Meßserien, Auswerteergebnisse/Zwischenberichte und Hydraulische Teste. Der vorliegende Report ist als unmittelbare Fortsetzung des KTB-Reports 88-4 zu verstehen. Die anschließend durchgeführten Messungen werden aufgelistet, an Hand eines Log-Ausschnittes erläutert und durch technische Anmerkungen vervollständigt und zwischenzeitlich eingegangene Auswertungen werden analog vorgestellt.

Ergänzt werden diese Ausführungen durch Berichte der Arbeitsgruppe Bohrlochgeophysik der Projektleitung. Es handelt sich hierbei um eine Kurzbeschreibung einer Bohrlochsonde, die im KTB-Report 87-3 nicht beschrieben wurde, einen Beitrag zur orientierten Kernentnahme und weitere Berichte.

Außerdem werden die Messungen dargestellt, die in der seismischen Referenzbohrung KTB-Oberpfalz VSP 1 vom NLfB gefahren wurden. Diese Bohrung wurde in einer Entfernung von 205,0 m nordöstlich von der Vorbohrung bis in eine Teufe von 40 m als Meißelbohrung niedergebracht. Von 40,0 m bis zur Endteufe von 60,0 m wurde gekernt. In diese Bohrung wurde eine 3-D-Geophongruppe (1 Vertikal-, 2 Horizontalkomponenten) versenkt und einzementiert. Sie dient für alle weiteren seismischen Experimente als permanente Referenz.

Der Report dient zugleich als Dokumentation aller bisher ausgeführten Messungen.

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



1. Einleitung



1 EINLEITUNG

Die Arbeitsgruppe Bohrlochgeophysik des Fachbereiches Operative Geologie der Projektleitung ist entsprechend den Empfehlungen der ARGE 4 (Gesteinsphysik, Bohrlochmessungen und Log-Interpretation) gehalten, die Geowissenschaftler des KTB-Projektes über die durchgeführten Bohrlochmessungen zu informieren. Gleichzeitig dient der vorgelegte Report als Dokumentation der bisher ausgeführten Bohrlochmessungen und verfügbaren Ergebnisberichte.

Die Durchführung der Messungen erfolgte auf der Basis des zu Beginn des KTB-Projektes erarbeiteten Arbeits- und Bohrlochmeßprogramms. Dieses wurde bereits in den KTB-Reporten 87-3 und 87-4 (Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik, Report 2 und 3) ausführlich beschrieben. Abweichungen hiervon ergeben sich aus den Erfordernissen, wie z. B. der Erfassung von permeablen Zonen zur Durchführung von Drill Stem Testen. Eine Übersicht über die geplanten Messungen - und als Vergleich zu den tatsächlich ausgeführten Messungen - kann den Abbildungen 1.1 und 1.2 entnommen werden. Eine sinngemäße Übertragung bis auf die geplante Endteufe der Pilotbohrung KTB-Oberpfalz VB von 5000 m ist vorgesehen, Abb. 1.3.

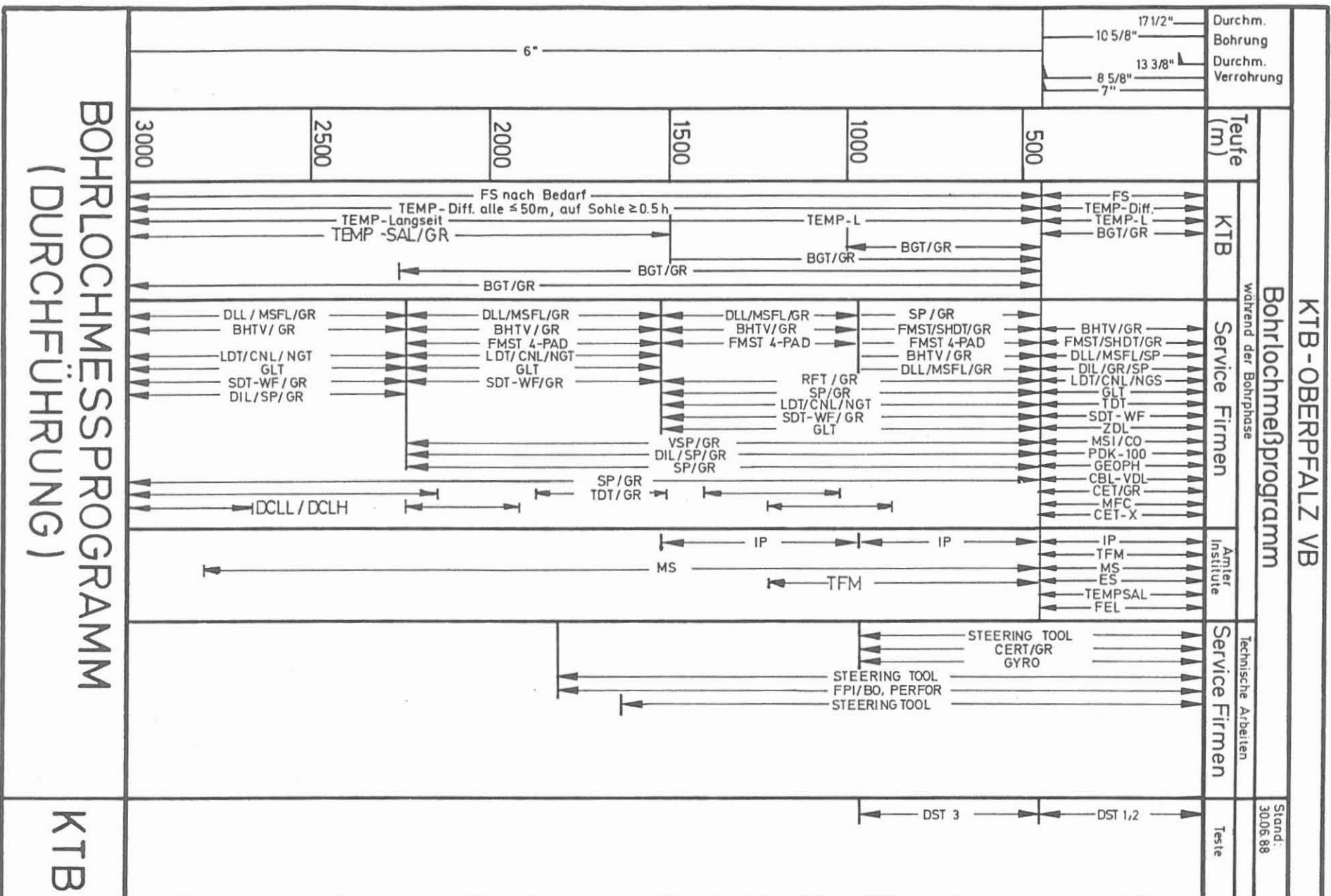
Die Meßergebnisse der Bohrlochmessungen bis in 1529,4 m Tiefe sind in den KTB-Reporten 87-4 und 88-4 dokumentiert. Der vorliegende Report ist die Fortsetzung dieser Dokumentation und stellt die Meßergebnisse bis in 3009,7 m zusammenfassend vor. Insgesamt wurden bisher 236 Bohrlochmessungen nahezu störungsfrei ausgeführt, davon 215 mit der Dauermeßstation.

Soweit möglich, wurden die Echtzeit-Messungen in LIS-Format auf Magnetband und auf Film oder Papier aufgezeichnet. Von diesen Filmen fertigte man an der Lokation Lichtpausen an. Sie tragen den Vermerk "FELDPAUSE" und sind als Sofortkopien gedacht.

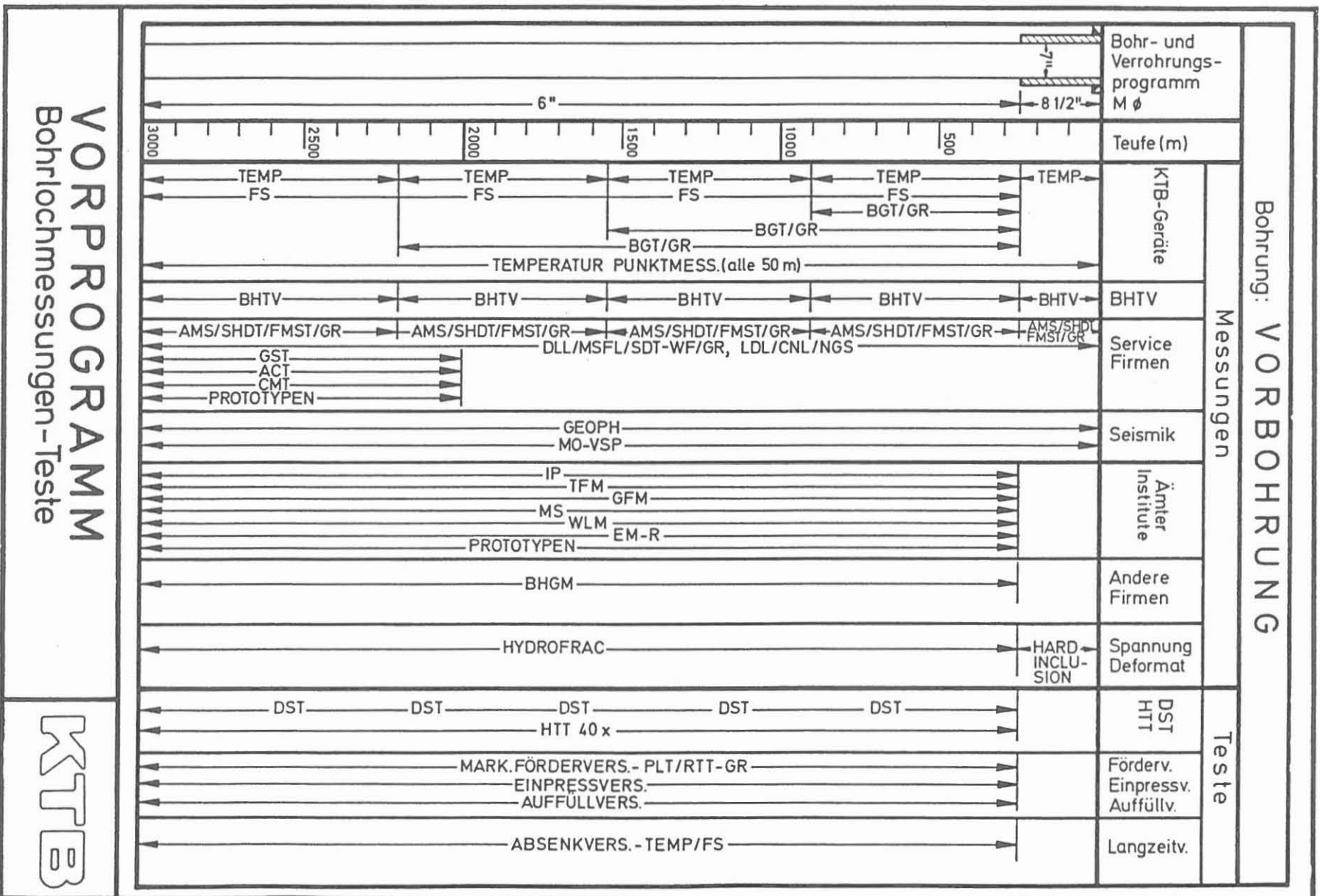
Für Ausarbeitungen und Interpretationen sollen ausschließlich korrigierte Daten verwendet werden. Mit der Entgegennahme der Daten erwächst dem Empfänger gemäß dem in früheren Reports genannten Datenflußdiagramm die Pflicht, der Projektleitung bzw. in den ARGEn regelmäßig über den Fortgang der Interpretationsarbeiten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

Die Meßdaten können, nachdem sie teufenkorrigiert und normalisiert sind, bei der Projektleitung des KTB unter Verwendung der diesem Report beigefügten austrennbaren "Anforderungen für KTB-Bohrlochmeßdaten" abgerufen werden:

Dipl.-Ing J. K. Draxler, NLfB-KTB PL
Stilleweg 2, 3000 Hannover 51, Tel. 0511/643-2673



KTB



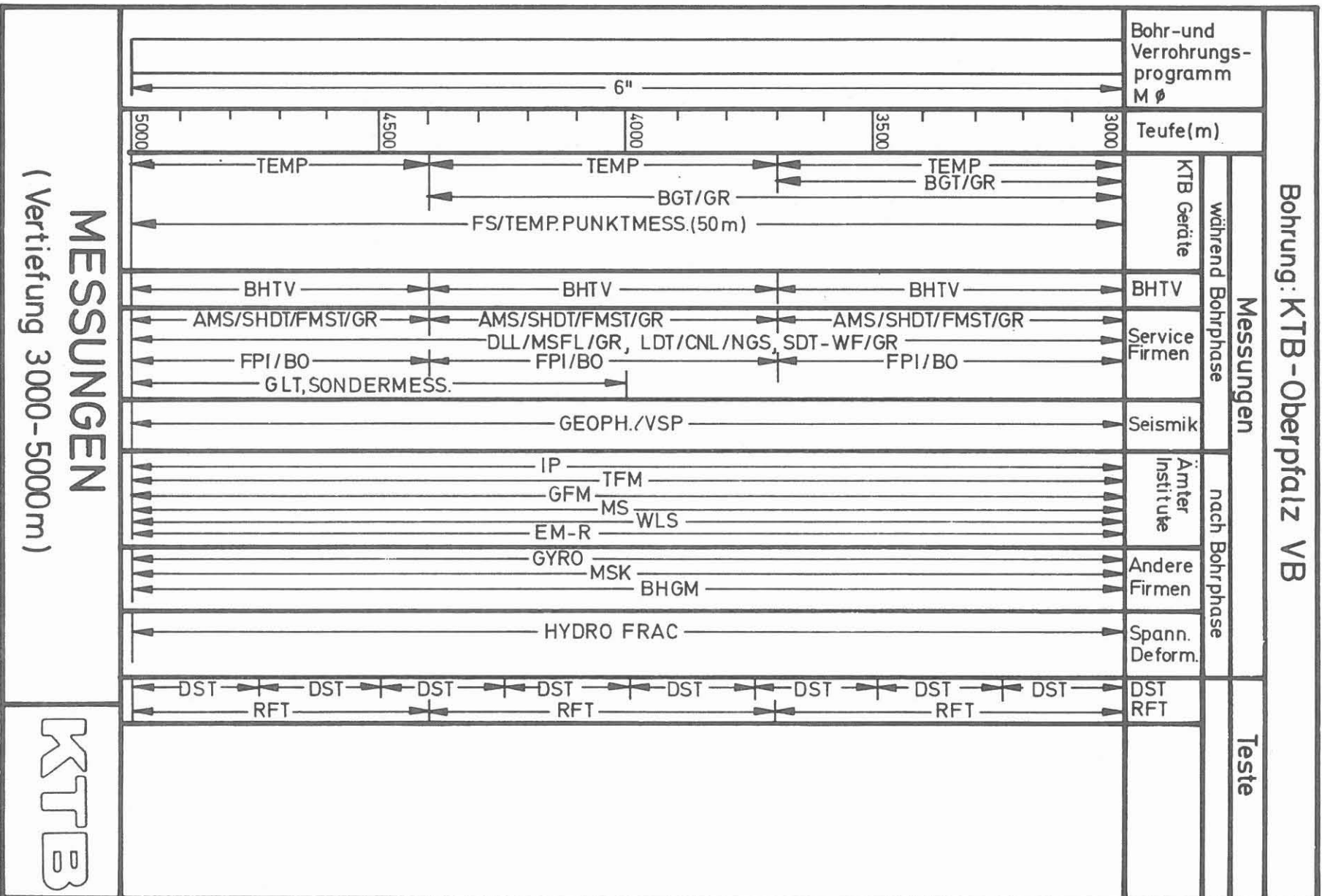
VORPROGRAMM

Bohrlochmessungen-Teste

KTB

28.8.86

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung



2. Angaben zur Bohrung KTB-Oberpfalz
VB 1 und VB 1a



2 ANGABEN ZUR BOHRUNG KTB-OBERPFALZ VB 1 und VB 1a (ab 1709,0 m)

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

Lokation

- . Koordinaten: H-Wert 5519 865, φ : 49° 48' 59"
- . R-Wert 4508 590, λ : 12° 7' 10"
- . Höhe über NN: 513,5 m; auch Ackersohle genannt
- . Höhe seismisches Bezugsniveau: 500 m über NN
- . Gemeinde: Windischeschenbach
- . Kreis: Neustadt an der Waldnaab
- . Land: Bayern

Angaben zur Bohranlage

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

Bohr- und Meßzeiten

- . Bohrbeginn 22.09.1987, 18.00 Uhr
- . Einstellen der Zirkulation 26.10.1987, 12.30 Uhr
- . Bohrlochmessungen 478,5 m 26.10.1987, 15.00 Uhr bis
- . und Drill Stem Teste 07.11.1987, 9.00 Uhr

- . Bohrbeginn 14.11.1987, 7.00 Uhr
- . Einstellen der Zirkulation 19.12.1987, 12.30 Uhr
- . Bohrlochmessungen 992 m 19.12.1987, 16.45 Uhr
- . Unterbrechung 23.12.1987, 14.00 Uhr bis
- . 04.01.1988, 6.00 Uhr
- . Bohrlochmessungen 992 m 04.01.1988, 11.00 Uhr bis
- . und Drill Stem Teste 09.01.1988, 11.30 Uhr

- . Bohrbeginn, Richtbohr- 10.01.1988 bis 28.01.1988
- . arbeiten (992 - 1228,8 m) 31.01.1988, 06.00 Uhr bis
- . Fortsetzung der kernbohr- 27.02.1988, 4.00 Uhr
- . arbeiten

- . Einstellen der Zirkulation 27.12.1988, 10.00 Uhr
- . Bohrlochmessungen 1529,4 m 27.02.1988, 15.30 Uhr bis
- . 03.03.1988, 07.30 Uhr
- . Formationsteste (RFT) 03.03.1988, 07.30 Uhr bis
- . 03.03.1988, 17.00 Uhr

- . Bohrbeginn, Kernbohr-
arbeiten (1529,4 - 1816,4 m) 04.03.1988 bis 27.03.1988
- Richtbohrarbeiten
(1816,4 - 1998,3 m) 27.03.1988 bis 04.04.1988
- Bohrstrang fest bei 1975,0 m 04.04.1988
- Fangarbeiten (ohne Erfolg -
Kopf Fisch 1787,44 m) 04.04.1988 bis 08.04.1988
- Bohrlochmessungen 1787,44 m 08.04.1988, 08.00 Uhr bis
(keine Temperaturmessung) 08.04.1988, 17.00 Uhr
- Teilverfüllung von
1787,44 - 1649,0 m 09.04.1988
- Zementerhärtung 09.04.1988 bis 11.04.1988
- Zement ausgebohrt
1649,0 - 1677,0 m 11.04.1988 bis 12.04.1988

Ab Beginn der erfolgreichen Ablenkung bei 1709,0 m wurde die Bohrung in KTB-Oberpfalz VB la umbenannt.

- . Richtbohrarbeiten für
Ablenkung
(1677,0 - 1802,0 m) 12.04.1988 bis 29.04.1988
- Fortsetzung der Kernbohr-
arbeiten (1802,0 - 2200,6 m) 29.04.1988 bis
29.05.1988, 06.00 Uhr
- Einstellen der Zirkulation 29.05.1988, 12.00 Uhr
- Bohrlochmessungen 2200,6 m 30.05.1988, 06.00 Uhr
05.06.1988, 14.00 Uhr
- . Fortsetzung der Kernbohr-
arbeiten (2200,6 - 2635,0 m) 09.07.1988 bis 19.07.1988
- Richtbohrarbeiten
(2635,0 - 2687,0 m) 09.07.1988 bis 19.07.1988
- Fortsetzung der Kernbohr-
arbeiten (2687,0 - 2784,1 m) 19.07.1988 bis 01.08.1988
- Fangarbeiten und Reparatur 01.08.1988 bis 09.08.1988
- Fortsetzung der Kernbohr-
arbeiten (2787,1 - 3009,7 m) 09.08.1988 bis 04.09.1988
- Einstellen der Zirkulation 04.09.1988, 20.00 Uhr

Bohrlochmessungen 3009,7 m	05.09.1988, 23.00 Uhr bis 12.09.1988, 01.00 Uhr
Fangarbeiten	12.09.1988 bis 13.09.1988
Einstellen der Zirkulation	13.09.1988, 03.30 Uhr
Bohrlochmessungen 3009,7 m (Fortsetzung)	14.09.1988, 10.00 Uhr bis 17.09.1988, 04.00 Uhr

Spülung bei Meßbeginn am 26.10.1987

- . Süßwasser mit Dehydril HT
- . Spülgewicht: 1,03 g/cm³
- . Spülviskosität (Trichter): 49/62 s
- . Spülwiderstand: 4,90 Ohm m bei 13 °C
- . pH-Wert der Spülung: 9,3

Spülung bei Meßbeginn am 19.12.1987

- . Süßwasser mit Dehydril HT
- . Spülgewicht: 1,02 g/cm³
- . Spülviskosität (Trichter): 33/27 s
- . Spülwiderstand: 11,0 Ohm m bei 23,6 °C
- . pH-Wert der Spülung: 9,28

Spülung bei Meßbeginn am 04.01.1988

- . Süßwasser mit Dehydril HT
- . Spülgewicht: 1,02 g/cm³
- . Spülviskosität (Trichter): 35/28 s
- . Spülwiderstand: 13,4 Ohm m bei 16 °C
- . pH-Wert der Spülung: 8,26

Spülung bei Meßbeginn am 28.02.1988

- . Süßwasser mit Dehydril HT
- . Spülgewicht: 1,02 g/cm³
- . Spülviskosität (Trichter): 41/37 s
- . Spülwiderstand: 8,5 Ohm m bei 15 °C
- . pH-Wert der Spülung: 9,29

Spülung bei Meßbeginn am 30.05.1988

- . Süßwasser mit Dehydril HT
- . Spülgewicht: 1,03 g/cm³
- . Spülviskosität (Trichter): 51/49 s
- . Spülwiderstand: 3,42 Ohm m bei 15 °C
- . pH-Wert der Spülung: 10,8

Spülung bei Meßbeginn am 05.09.1988

- . Süßwasser mit Dehydril HT
- . Spülgewicht: 1,03 g/cm³
- . Spülviskosität (Trichter): 48/40 s
- . Spülwiderstand: 4,64 Ohm m bei 16 °C
- . pH-Wert der Spülung: 10,4

Kerngewinn

Bis zur Teufe von 478,5 m wurde mit dem Rotary-Bohrverfahren gearbeitet. Dieses Bohrverfahren erlaubte für den Kerngewinn den Einsatz des sog. Doppelkernrohres. Die Erfahrung zeigt, daß dieses Bohrverfahren keinen 100 %igen Kerngewinn erwarten läßt.

Ab 478,5 m Tiefe wird das Mining-Bohrverfahren eingesetzt. Dieses Verfahren ermöglicht in Verbindung mit einem Doppelkernrohr einen optimalen Kerngewinn.

Kerngewinn:

Bohrabschnitt VB 1:

0 -	28,0 m:	-
28,0 -	86,0 m:	ca. 1 %
86,0 -	333,0 m:	ca. 35 %
333,0 -	478,0 m:	ca. 79 %
478,0 -	992,0 m:	ca. 98 %
992,0 -	1177,0 m:	- (Richtbohrstrecke)
1177,0 -	1183,0 m:	100 %
1183,0 -	1228,8 m:	- (Richtbohrstrecke)
1228,8 -	1529,0 m:	ca. 98 %
1529,4 -	1697,1 m:	ca. 50 %
1697,1 -	1816,4 m:	ca. 93 %
1816,4 -	1998,4 m:	- (Richtbohrstrecke)

Bohrabschnitt VB 1a

(nach Ablenkung bei 1709,0 m):

1657,0 -	1802,0 m:	- (Richtbohrarbeiten - Ablenkung)
1802,0 -	2635,0 m:	ca. 96 %
2635,0 -	2687,0 m:	- (Richtbohrstrecke)
2687,0 -	3009,7 m:	ca. 98 %

Während der Neigungskorrekturen (Richtbohrphasen) konnte nicht gekernt werden. Ein Korrelationskern wurde in Tiefe von 1177 - 1183 m gebohrt.

Fangarbeit, Rückzementation, Ablenkung

Während der Richtbohrarbeiten von 1816,4 - 1998,4 m wurde der Bohrstrang fest und konnte nicht mehr ausgebaut werden. Die von Preussag durchgeführte Freipunktbestimmung zeigte den Festpunkt bei 1813,0 m. Es wurde versucht, durch Perforation der Schwerstangen bei 1947,1 - 1948,1 m, 1920,0 - 1920,7 m und des Gestänges bei 1863,0 - 1863,7 m Zirkulation herzustellen. Es konnte keine Zirkulation erreicht werden. Die danach angesetzten Back-off-Arbeiten, d. h. bestimmte schraubverbindungen im Gestänge oder den Schwerstangen nach einer beaufschlagten Vorspannung durch Sprengladungen zu lösen, brachten ebenfalls keinen Erfolg.

Bei einer weiteren Dehnungsmessung löste sich die Gestängeverbindung bei 1785,4 m, und der Strang konnte von dieser Teufe an ausgebaut werden. Ein Fisch verblieb in der Bohrung von 1785,4 - 1993,5 m.

Dieser Fisch und ein Teil der Bohrung wurden bis zu einer Teufe von 1649,0 m mit Zement verfüllt. Die Bohrung wurde nach dem Aufbohren des Zementes in der Teufe bei 1709,0 m abgelenkt (side track). Von dieser Teufe an trägt die Bohrung die Bezeichnung KTB-Oberpfalz VB 1a.

Angaben zum Bohrlochverlauf können der Abb. 2.1 entnommen werden.

Die bei 2200,6 m durchgeführte Dichtemessung (RHOB) der 4. Meßserie zeigt in Teufe 1693,0 - 1708,0 m einen abnormalen Verlauf. Laut Aussage der Geologie ist in dieser Teufe kein lithologischer Wechsel beobachtet worden. Das Gebirge ist Gneis. Für dieses Gestein sind Dichtewerte zwischen 2,67 und 2,73 g/cm³ typisch. Über das genannte Intervall wurden jedoch Werte zwischen 2,25 und 2,40 g/cm³ gemessen. Der Photoelektrische Effekt (PEF) in Gneis schwankt zwischen 2,5 - 3,0 barn/el. Für dieses Intervall steigt der Wert jedoch auf 4,0 - 4,7 barn/el, Abb. 2.2.

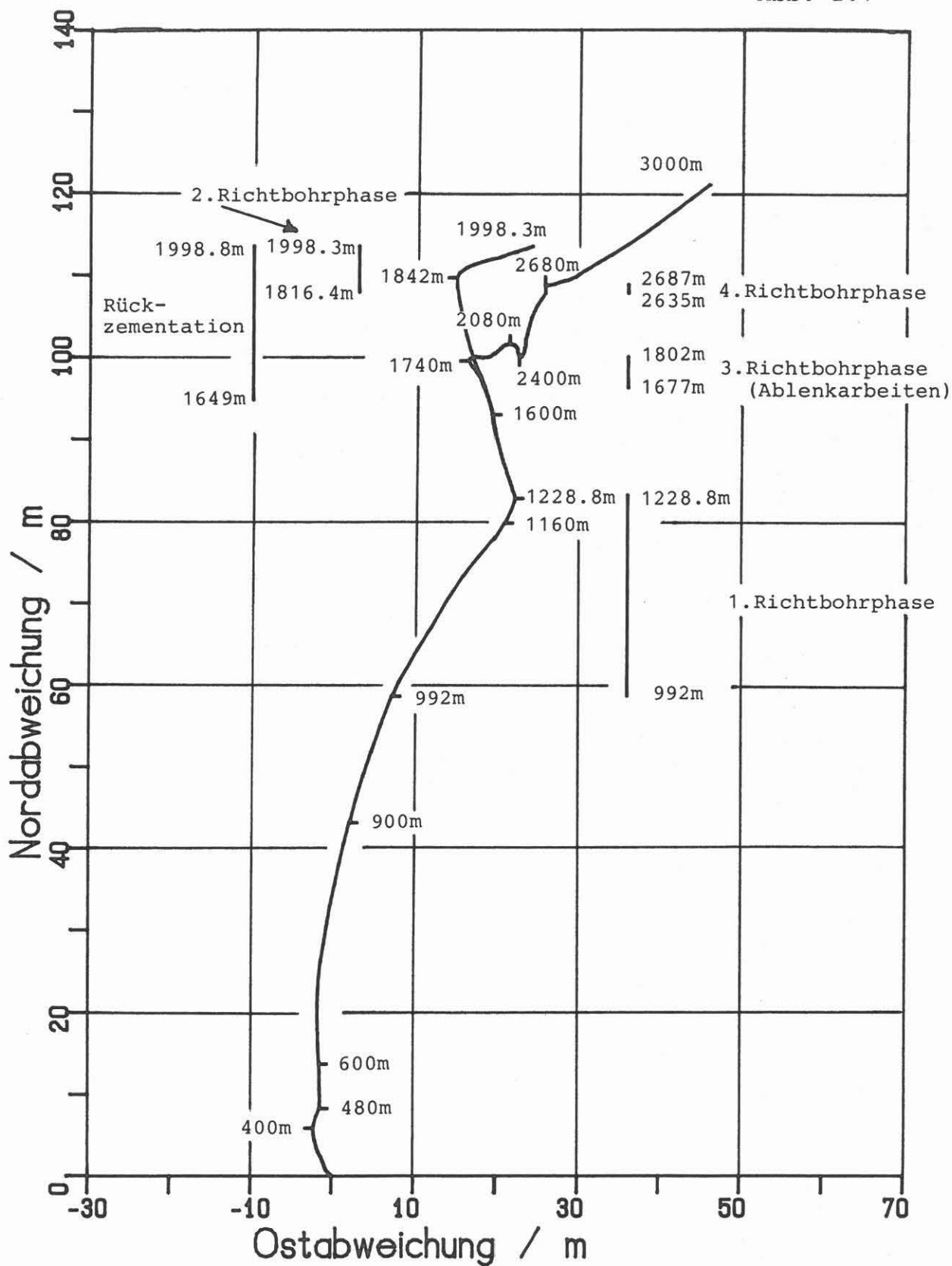
Diese Zone liegt innerhalb des Bereiches der Rückzementation und fällt mit dem Abschnitt der Ablenkung zusammen. Aus den Bohrberichten vom 9. - 22.4.1988 läßt sich folgendes Bild ableiten:

Teilverfüllung und Ablenkung: Zone 1649,0 - 1787,44 m

- 9.4. Kopf Fisch 1787,44 m
- 10.4. Teilverfüllung 1787,44 - 1649,0 m
Zement 2,13 kg/l
- 12.4. Zementkopf bei 1657,0 m angefahren
Zement aufgebohrt bis 1670,0 m
- 13.4. Zement aufgebohrt bis 1677,0 m
Richtbohrarbeit bis 1678,0 m
- 14.4. Richtbohrarbeit bis 1685,5 m
Zementanteil Grobfraktion:

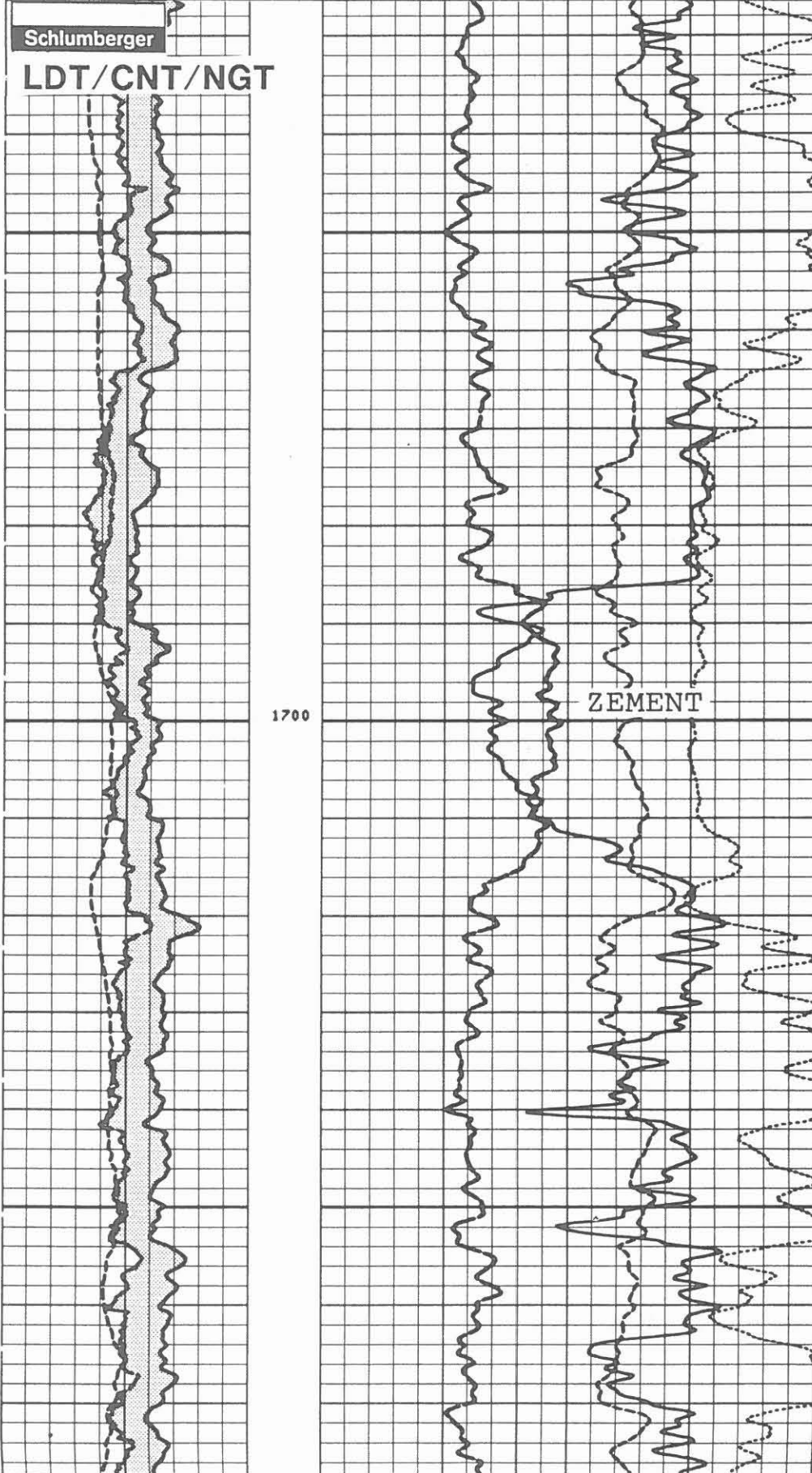
m	%
1680	50
1681	40
1682	10
1683	20
1684	5
1685	20

Abb. 2.1



CGR (GAPI)		DRHO (G/C3)	
0.0	150.00	- .2500	.25000
SGR (GAPI)		PPF	
0.0	150.00	0.0	10.000
CAL (MM)		NPHI	
0.0	500.00	.45000	-.1500
		RHO (G/C3)	
0.0	500.00	1.2500	2.2500

Abb. 2.2



1700

ZEMENT

15.4. Richtbohrarbeit bis 1694,0 m
Zementanteil zwischen 5 - 20 %

16.4. Bohrarbeit 1694,0 m bis 1701,5 m
Zementnachfall

17.4. Richtbohrarbeit 1701,5 bis 1709,6 m (2° Bent Sub)
Zementanteil Grobfraktion:

m	%
1702	10
1703	10
1704	20
1705	30
1706	30
1707	40
1708	90
1709	95

18.4. Richtbohrarbeit 1709,6 bis 1713,9 m
Zementanteil geht von 30 % auf 5 % zurück

19.4. Richtbohrarbeit 1713,9 bis 1715,4 m
Zementanteil sehr gering

20.4. Richtbohrarbvewit 1715,4 bis 1720,0 m
sehr wenig Zement

22.4. Richtbohrarbeit 1720,0 bis 1728,5 m (1,25° Bent Sub)
Zementanteil sehr gering.

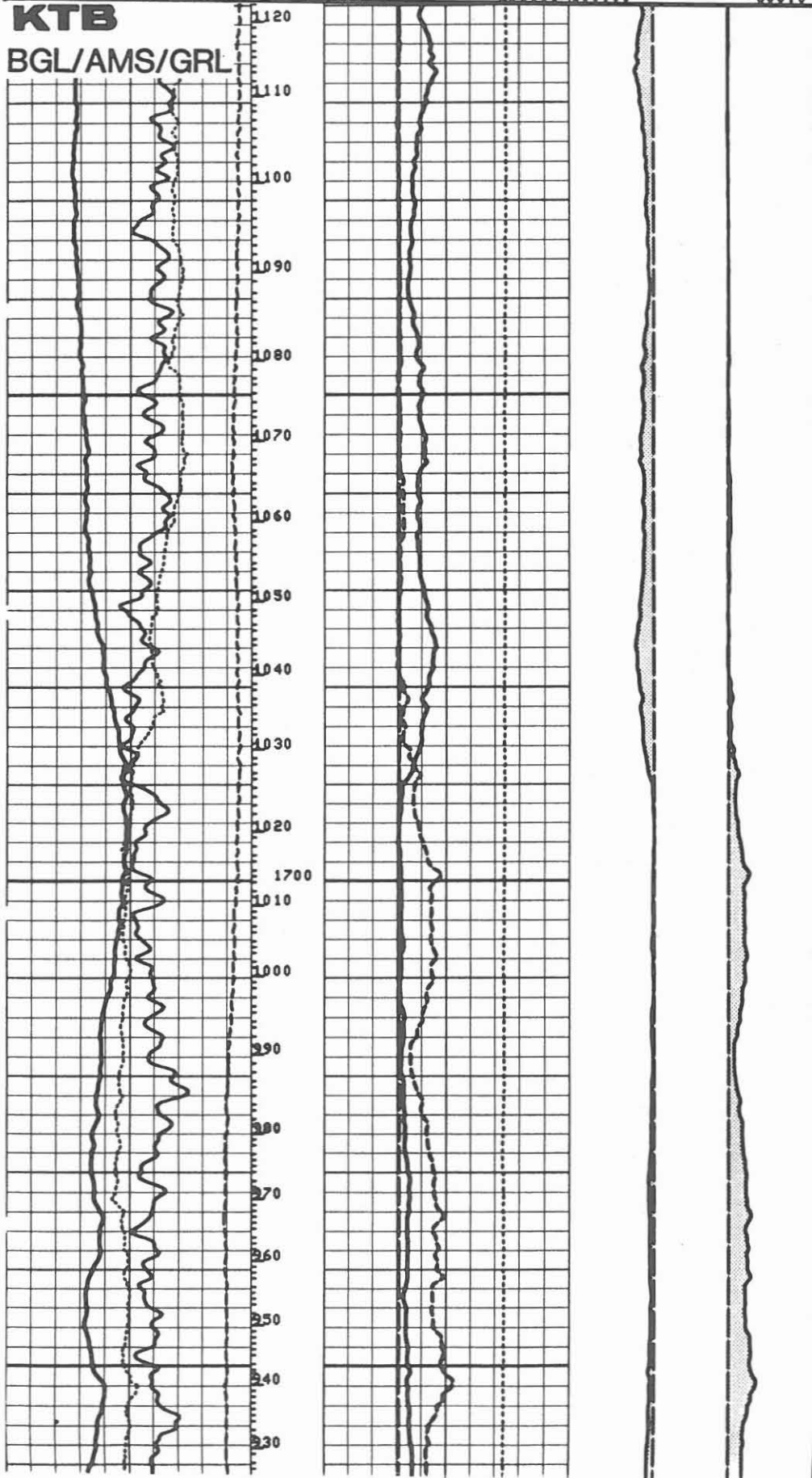
Während der Ablenkarbeiten, die bei 1677,0 m angesetzt worden waren, hat man bei ca. 1684,0 m das "alte Bohrloch" verlassen, ist jedoch bei ca. 1708,0 m wieder voll in dieses Loch gekommen. Erst zwischen 1709,0 - 1713,5 m gelang die Ablenkung, d. h. das Verlassen des durch Zement verfüllten alten Bohrlochs.

Mit der oben erwähnten Dichtemessung kann dies bestätigt werden. In der Zone von 1693,0 - 1708,0 m steht Zement, der diesen niedrigen Dichtewert (Zementbrühe 2,13 kg/l) und hohen Photoelektrischen Effekt (Kalkmergel 4,0 - 5,0 barn/el.) verursacht.

Das bei dieser Meßserie gefahrene 4-Arm-Kaliber (BGT) zeigt eine Ovalisierung des Bohrloches, jedoch keine scharfen Ausbrüche (Abb. 2.3). Diese Ovalisierung kann durch Horizontalschnitte vom akustischen Kaliber des Borehole Televierwer (BHTV) bestätigt werden (Abb. 2.4). Betrachtet man das Dual Laterolog/Microspherical Focused Log (DLL/MSFL), ist unschwer zu erkennen, daß das MSFL ebenfalls sehr stark durch die Ovalisierung des Bohrloches beeinflusst wird. Der Elektrodenträger (Pad) ist zu groß, um in diesem Bereich Kontakt mit der Bohrlochwand zu erhalten. Das MSFL liest zu niedrig (Abb. 2.5).

GR (GAPI)		RS (MM)		RS (MM)
0.0	150.00	0.0	500.00	-500.0
DEVI (DEG)		TENS (LB)		RS (MM)
0.0	10.000	10000.	0.0	500.00
RP (DEG)		C2 (MM)		C2 (MM)
-40.00	360.00	0.0	500.00	-500.0
AZIM (DEG)		C1 (MM)		C1 (MM)
-40.00	360.00	0.0	500.00	500.00
				-500.0

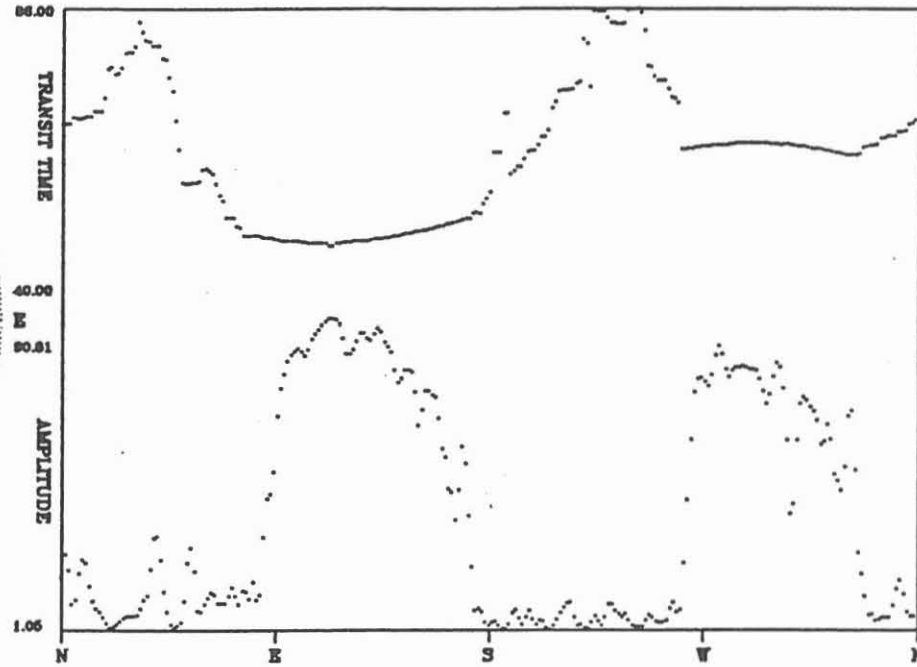
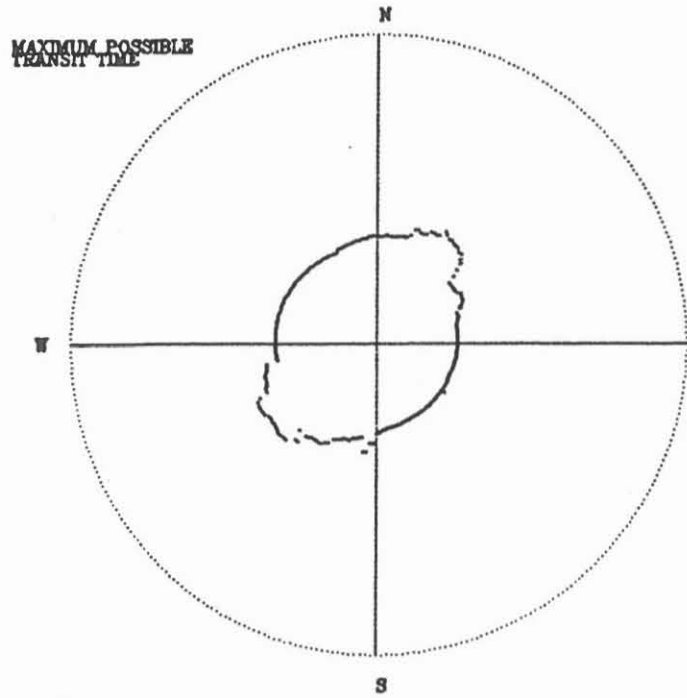
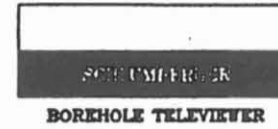
Abb. 2.3



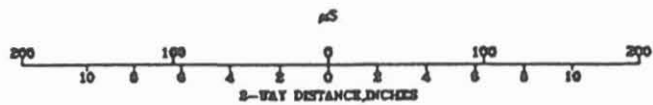
TELEVIEWER DATA

SECTION DEPTH: 1698.00M

RAW DATA



SECTION



RADIAL SCALE

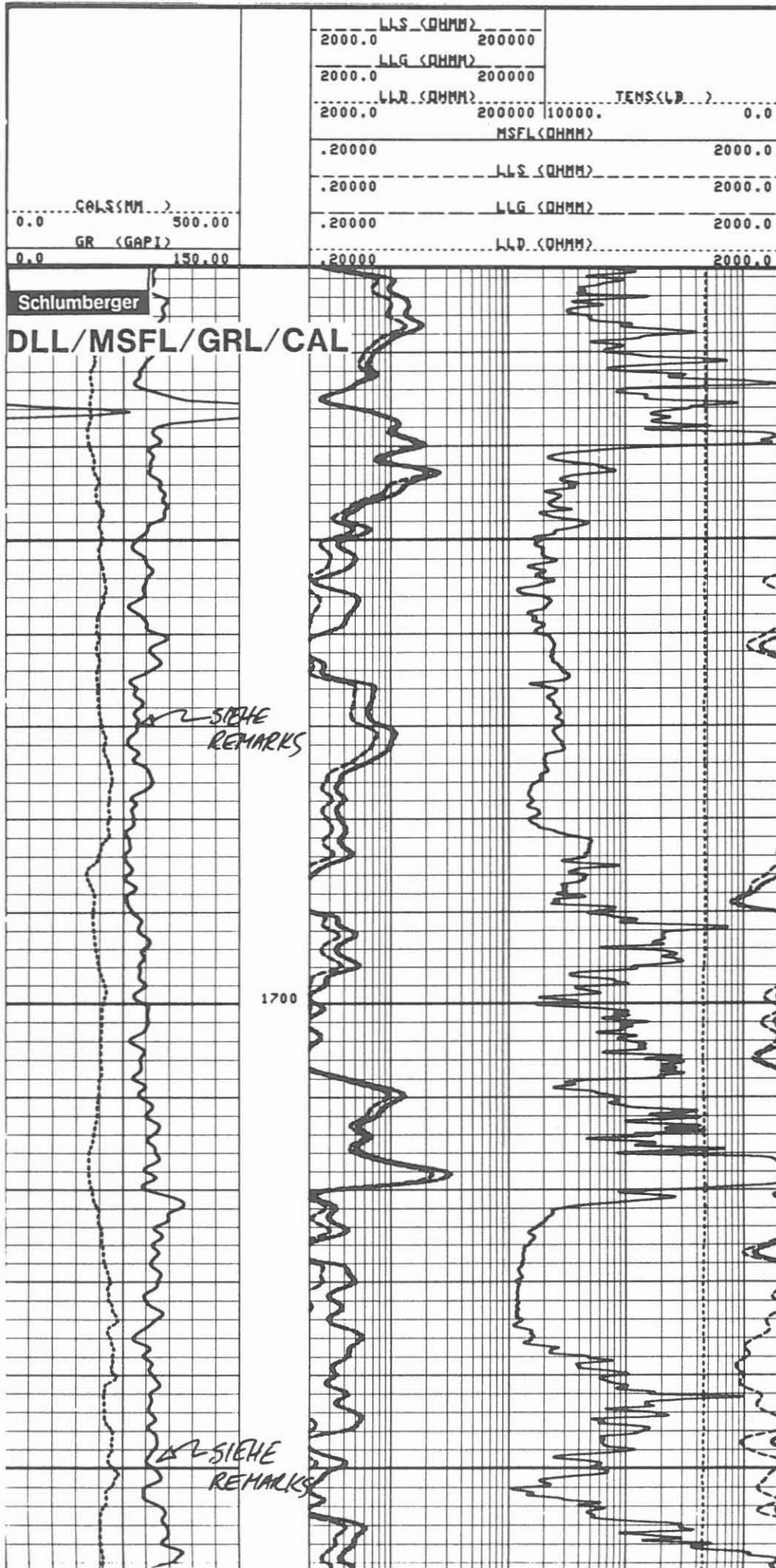
AVERAGE TRANSIT TIME : 64.73 MICROSECONDS

LOST ECHO DATA : 0 %

EARLY TRIGGER DATA : 0 %

Abb. 2.4

Abb. 2.5



Bohrfortschritt

Der Bohrfortschritt, Bohrlochmessungen, Richtbohr- und Ablenkungsarbeiten sowie die Rückzementation sind in ihrer zeitlichen Abfolge der Abbildung 2.6 zu entnehmen. Dieses Zeit-Arbeitsdiagramm wird vom Feldlabor erstellt.

Die geplante Leistung eines Bohrfortschrittes von 10 m/Tag ist bis ca. 2000 m eingehalten, zum Teil überschritten worden. Die Fangoperation mit anschließender Rückzementation hat den guten Verlauf unterbrochen. Die deshalb zeitlich versetzte Bohrfortschrittsskurve zeigt bis 3000 m jedoch wieder einen der Planung entsprechenden Verlauf.

Temperaturerwartung

In Abb. 2.7 ist der Temperaturverlauf aufgrund von Langzeitmessungen während der Meßserien in 478,5 m, 992,0 m, 1529,4 m, 2200,6 m und 3009,7 m eingetragen; siehe hierzu auch KTB-Report 88-4, Seite 104. Zum Vergleich ist die maximale Erwartungstemperatur gemäß BURKHARDT et al. (1986) wiedergegeben. Die bisher gemessenen Temperaturen liegen höher als die maximal zu erwartende, vorausgesagte Temperatur. Bei Teufe 3000 m beträgt die Differenz bis +6 °C. Von einer Teufe von ungefähr 1500 m an erhöht sich der Gradient auf 2,9 °C/100 m gegenüber der Vorhersage von durchschnittlich 2,5 °C/100 m. Messungen aus seichten Strukturbohrungen dienen für diese in die Tiefe extrapolierte Vorhersage. Nach GRUBBE et al. (1983) dürfte eine Temperatur bei 5000 m von 140 - 150 °C zu erwarten sein (siehe auch Abschnitt 8.5: Bericht Yaroslavl, Abb. 15).

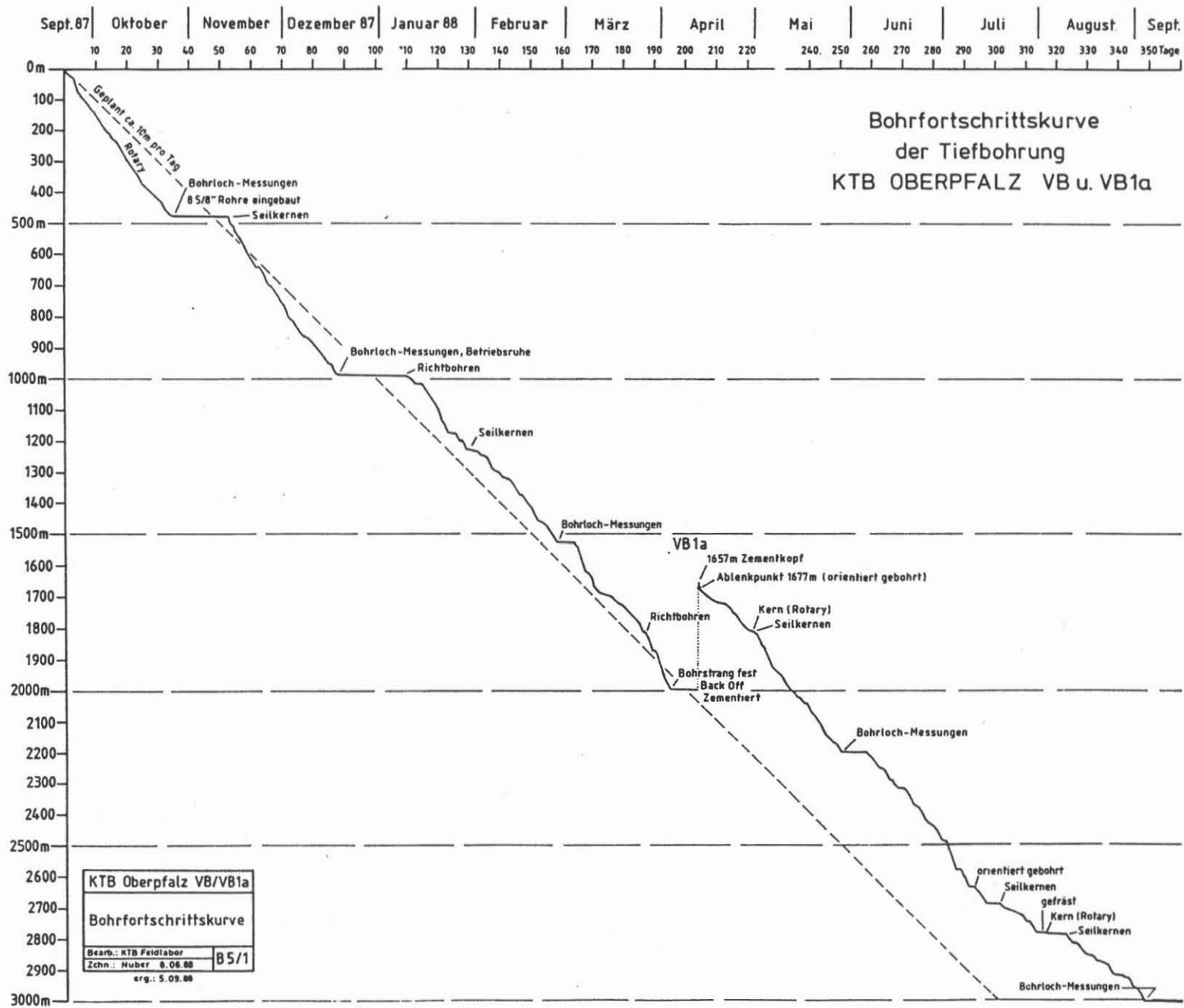
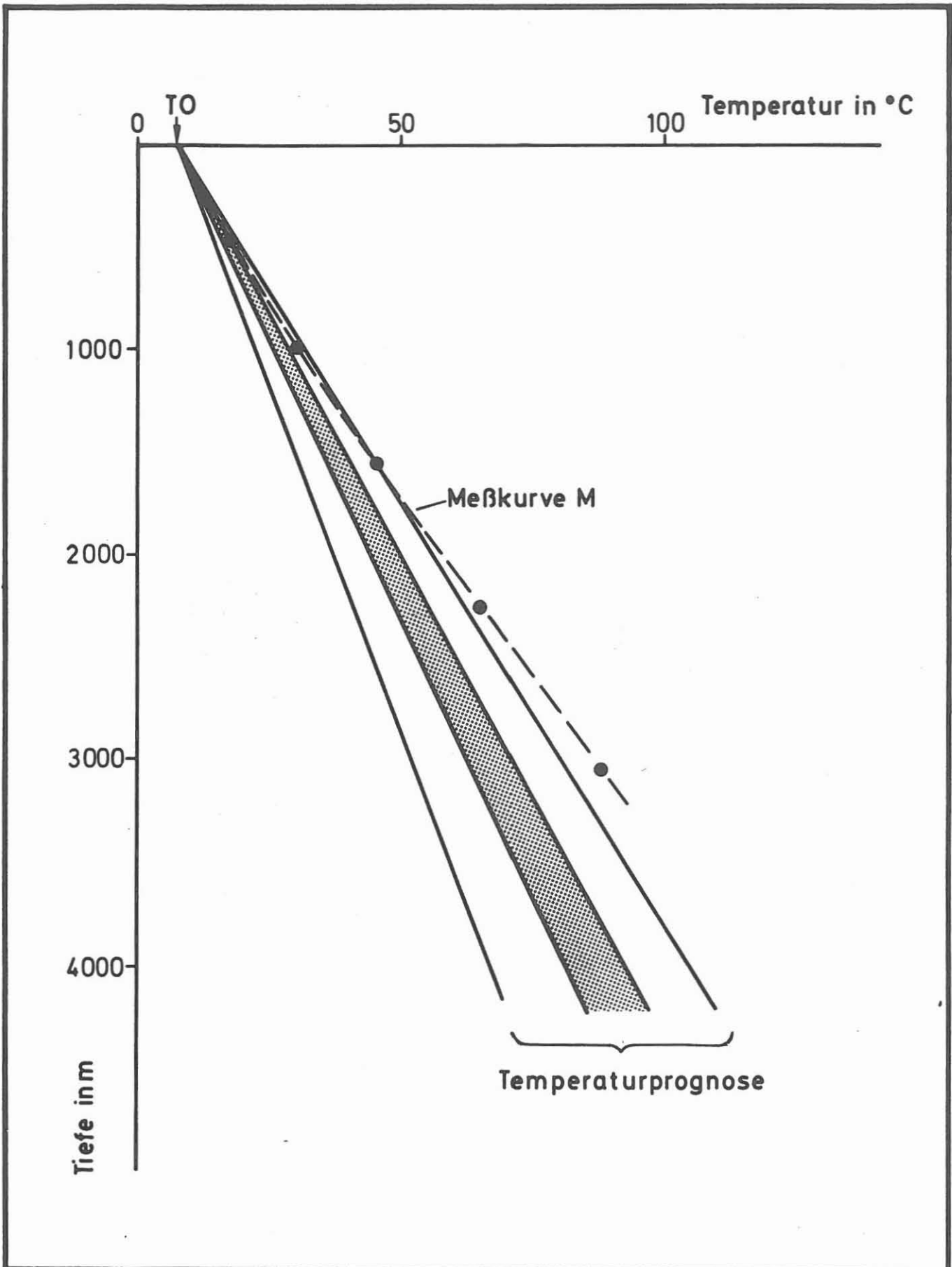
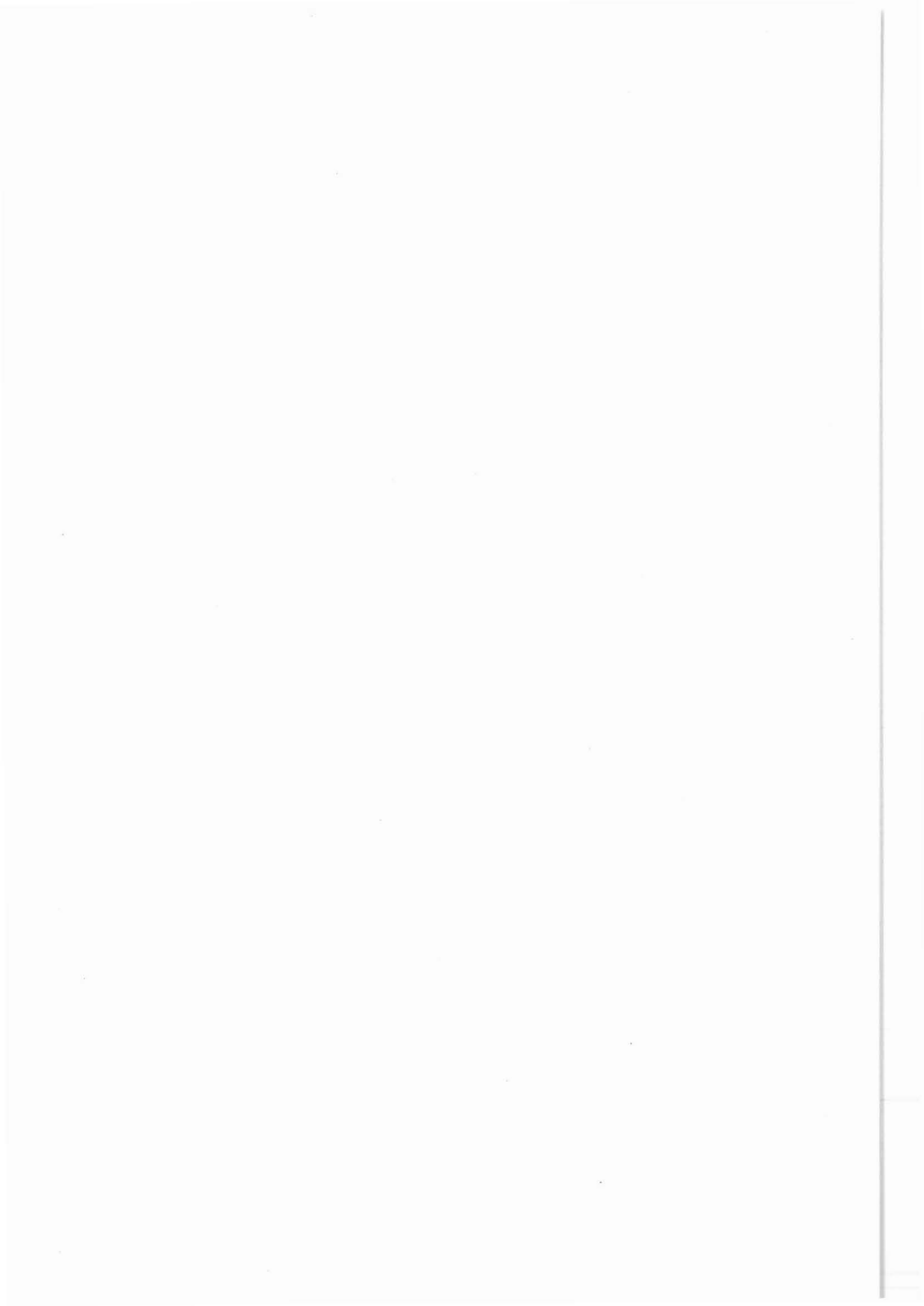


Abb. 2.6

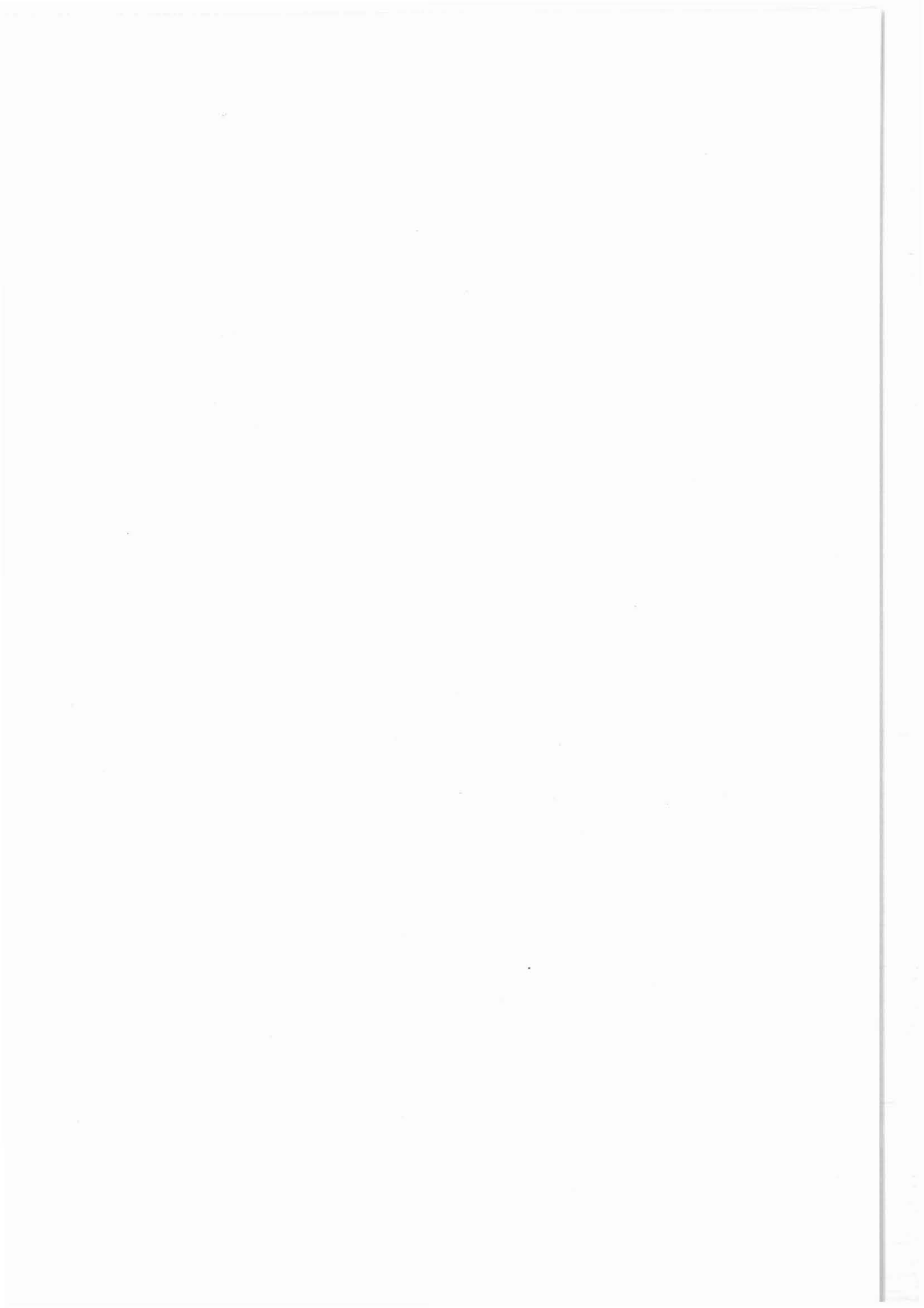


Temperaturmeßkurve
(extrapoliert aus Langzeit - Wiederholungsmessungen)

KTB



3. Übersicht zu den bohrlochgeophysikalischen Aktivitäten



3 ÜBERSICHT ZU DEN BOHRLOCHGEOPHYSIKALISCHEN AKTIVITÄTEN

Die bohrlochgeophysikalischen Aktivitäten lassen sich unterteilen in:

- Intervallmessungen. Messungen, die während des Abteufens der Bohrung ausgeführt werden (in der Hauptsache Kaliber- und Temperaturmessungen).
- Meßserien. Messungen, die von einer bestimmten momentanen Sohle der Bohrung entsprechend der Planung ausgeführt werden.
- Auswertungen, Zwischenberichte. Ergebnisse, die aufgrund einer weiteren Bearbeitung der Intervallmessungen bzw. Messungen aus den Meßserien erzielt werden.
- Hydraulische Teste. Untersuchungen mit dem Ziel, Fluide und geohydraulische Parameter zu erlangen.

Im folgenden wird eine tabellarische Übersicht über alle bisher ausgeführten Messungen, Auswertungen, Zwischenberichte und Hydraulischen Teste gegeben:

Tab. 3.1 - Bohrlochmessungen (Intervallmessungen, Meßserien)

Tab. 3.2 - Auswertungen, Zwischenberichte

Tab. 3.3 - Hydraulische Teste.

Die in Tabellen aufgelisteten Arbeiten (Messungen, Auswertungen, Teste) tragen folgende für die Archivierung gewählte Identifizierung, wobei VB für Vorbohrung steht:

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

Ab Teufe 1709,0 m wurde die Bohrung abgelenkt und umbenannt in KTB-Oberpfalz VB 1a. Diese Umbenennung wird auch in der Identifizierung für die Archivierung berücksichtigt:

für Messungen	VB*-0155, 0156
für Teste	VB*-T

Weitere Angaben sind:

Das Datum ist der Tag der Durchführung der Messung, der Auswertung oder des Testes. Die Zeitangabe gibt den Meßbeginn, die Meßzeit und die Gesamtzeit in Stunden (60 Minuten) an. Ferner wurde angegeben die Meßstrecke, Ausführender, Datenträger und Maßstab der Log-Aufzeichnungen.

Für die Bezeichnungen der Messungen, Auswertungen und Teste wurden die firmenüblichen Abkürzungen übernommen.

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

Besonderheiten werden unter Bemerkungen erwähnt.

Legende zu den Tabellen 3.1, 3.2 und 3.3

Liste der Ausführenden:

<u>Nr.</u>	<u>Name</u>
1	KTB
2	NLFB
3	BGR
4	Schlumberger
5	Western Atlas
6	WBK
7	ELGI (Ungarn)
8	PRAKLA-SEISMOS
9	PETRODATA
10	Universität München
11	PREUSSAG
12	TU Berlin
13	Lynes
14	Universität Karlsruhe
15	RWTH Aachen

Liste der Datenträger:

<u>Kürzel</u>	<u>Bedeutung</u>
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

Liste der Maßstäbe:

<u>Kürzel</u>	<u>Bedeutung</u>
1	1 : 1000
2	1 : 200
4	1 : 40
5	1 : 50
8	1 : 80
A	1 : 25
B	1 : 10
C	1 : 5
S	stationär

Bezeichnung der Messungen/Auswertungen/Teste:

VB -00001	für Bohrung VB 1
VB*-0001	für Bohrung VB 1a (nach Ablenkung)
VB -A001	für Auswertungen
VB -T001	für Teste in VB 1
VB*-T01	für Teste in VB 1a

Erläuterung der Abkürzungen:

AMS	<u>A</u> uxiliary <u>M</u> easurement <u>S</u> ystem
BGL	<u>B</u> orehole <u>G</u> eometry <u>L</u> og
BHTV	<u>B</u> orehole <u>T</u> eleviewer
CBL	<u>C</u> ement <u>B</u> ond <u>L</u> og
CEL	<u>C</u> ement <u>E</u> valuation <u>L</u> og
CNL	<u>C</u> ompensated <u>N</u> eutron <u>L</u> og
DCLL/DCLH	<u>D</u> ielectric <u>L</u> og (<u>L</u> ow 47 MHz, <u>H</u> igh 200 MHz)
DIL	<u>D</u> ual <u>I</u> nduction <u>L</u> og (Phasor)
DLL	<u>D</u> ual <u>L</u> atero <u>l</u> og
DST	<u>D</u> rill <u>S</u> tem <u>T</u> est
ES	<u>E</u> lectrical <u>S</u> urvey
FEL	<u>F</u> ocused <u>E</u> lectrical <u>L</u> og
FMST	<u>F</u> ormation <u>M</u> icro <u>S</u> canner <u>T</u> ool
FS	<u>F</u> luid <u>S</u> ampler
GEPH	<u>G</u> eophone <u>S</u> urvey
GLT	<u>G</u> eochemical <u>L</u> ogging <u>T</u> ool
GRL	<u>G</u> amma <u>R</u> ay <u>L</u> og
GYRO	<u>G</u> yro <u>s</u> c <u>o</u> pe
HRT	<u>H</u> igh <u>R</u> esolution <u>T</u> emperature <u>L</u> og
IP	<u>I</u> nduced <u>P</u> olarisation (stationary-continuous)
LDT	<u>L</u> itho- <u>D</u> ensity <u>T</u> ool
MEMT/MEMN	<u>M</u> emory/ <u>T</u> emperature, <u>M</u> emory/ <u>N</u> eigung
3-D MAG	3-Component <u>M</u> agnetometer
MFC	<u>M</u> ulti- <u>F</u> inger- <u>C</u> aliper
MS	<u>M</u> agnetic <u>S</u> usceptibility
MSFL	<u>M</u> icro <u>S</u> pherically <u>F</u> ocussed <u>L</u> og
MSI/CO	<u>M</u> ultiparameter <u>S</u> pectroscopy <u>I</u> nstrument/ <u>C</u> ontinuous <u>C</u> arbon <u>O</u> xygen <u>L</u> og
NGS	<u>N</u> atural <u>G</u> amma <u>S</u> pectrometer
PDK-100	<u>P</u> ulsed <u>N</u> eutron <u>D</u> ecay <u>T</u> ime-100 channel
SDT	<u>S</u> onic <u>D</u> igital <u>T</u> ool
SHDT	<u>S</u> tratigraphic <u>H</u> igh <u>R</u> esolution <u>D</u> ipmeter <u>T</u> ool
SP	<u>S</u> pontaneous <u>P</u> otential
TDT-P	<u>T</u> hermal <u>N</u> eutron <u>D</u> ecay <u>T</u> ime, <u>T</u> ype "P"
TEMP	<u>T</u> emperature
TEMP-DIFF	<u>T</u> emperature; <u>T</u> emperaturmessung mit 2 Sensoren
TEMP-DVH	<u>T</u> emperature; <u>T</u> emperatursonde mit 2 Sensoren mit variablem spacing, <u>M</u> essung im <u>H</u> ängen (Einfahrt)
TEMP-DVS	<u>T</u> emperature; <u>T</u> emperatursonde mit 2 Sensoren mit variablem Spacing, <u>S</u> tationärmessung
TEMP-DFS	- wie vor, jedoch mit <u>f</u> estem Spacing (114 cm)
TEMP-SAL	<u>T</u> emperature- <u>S</u> alinity
VAL	<u>V</u> ariable <u>A</u> mplitude <u>L</u> og
WF	<u>W</u> aveform <u>R</u> ecording
ZDL	<u>Z</u> - <u>D</u> ensity <u>L</u> og

Lfd. Nr.	Datum	Uhrzeit	Ges. zeit	Mess zeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten- traeger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB-00001	240987	1030	230	045	0.0	27.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		1
VB-00002	260987	000	200	045	10.0	52.1	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		2
VB-00003	260987	200	130	010	12.7	52.5	1	BGL/GR	P/L	2		2
VB-00004	280987	415	300	045	0.0	97.8	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		3
VB-00005	280987	715	245	055	0.0	94.0	1	BGL/GR	P/L	2		3
VB-00006	011087	1300	230	130	0.0	146.3	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/P/L	2		4
VB-00007	011087	1530	130	020	25.0	144.0	1	BGL/GR	F/L	2		4
VB-00008	011087	1700	130	045	0.0	144.0	1	TEMP-DIFF/GR	P/L	2/S	GEOCOM (#2/3/4)	4
VB-00009	041087	930	230	045	21.0	180.0	1	BGL/GR	F/L	2		5
VB-00010	041087	1200	230	100	0.0	178.0	1	FS/SINGLE SHOT	F/L			5
VB-00011	051087	1830	215	100	23.0	203.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/P/L	2		6
VB-00012	051087	2130	200	100	0.0	202.0	1	TEMP-DIFF/GR	P/L	2/S	GEOCOM (#5/6/7)	6
VB-00013	051087	2330	115	030	23.7	203.0	1	BGL/GR	F/L	2	2X	6
VB-00014	091037	1315	245	130	10.0	248.0	1	TEMP-DIFF/GR	P/L	2/S	GEOCOM (#10/11/12)	7
VB-00015	091087	1600	230	115	4.6	254.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	P/L	2		7
VB-00016	091087	1830	345	045	19.0	248.0	1	BGL/GR/SINGLE SHOT	F/L	2		7
VB-00017	121087	1500	245	145	3.0	303.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/P/L	2		8
VB-00018	121087	1745	215	130	0.0	301.5	1	TEMP-DIFF/GR	P/L	2/S	GEOCOM (#14/15?16/17)	8
VB-00019	121087	2000	115	045	17.2	302.0	1	BGL/GR	F/L	2	2X	8
VB-00020	151087	1800	300	135	2.3	353.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/P/L	2		9
VB-00021	151087	2100	200	050	21.9	353.0	1	BGL/GR	F/L	2		9
VB-00022	151087	2300	200	115	5.0	351.0	1	TEMP-DIFF/GR	P/L	2/S	GEOCOM (#18/19/20)	9
VB-00023	171087	730	200	045	23.0	376.0	1	BGL/GR	F/L	2	2X	10
VB-00024	191087	1430	230	150	0.0	409.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		11
VB-00025	191087	1700	130	030	20.0	402.0	1	BGL/GR	F/L	2		11
VB-00026	191087	1830	200	100	20.0	400.3	1	TEMP-DIFF/GR	P/L	2/S	GEOCOM (#21/22/23)	11
VB-00027	221087	515	145	030	25.0	423.9	1	BGL/GR	F/L	2		12
VB-00028	231087	2115	345	150	4.1	447.3	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		13
VB-00029	241087	100	130	040	18.4	447.5	1	BGL/GR	F/L	2		13
VB-00030	241087	230	230	130	0.0	447.5	1	TEMP-DIFF/GR	P/L	2/S	GEOCOM (#24/25/26)	13
VB-00031	261087	1430	330	200	0.0	483.6	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		14
VB-00032	261087	1800	100	035	22.0	478.5	1	BGL/GR	F/P/L			14
VB-00033	261087	1900	330	105	27.4	478.0	4/1	DLL/MSFL/GRL	F/P/L	2		1
VB-00034	261087	2230	200	130	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		15
VB-00035	271087	030	400	100	27.4	478.0	4/1	DIL (Phase) /SP/GRL	F/L	1/2		1
VB-00036	271087	430	200	100	6.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		16
VB-00037	271087	630	830	800	27.4	478.0	4/1	FMST/SHDT/GRL	F/L	1/2		1
VB-00038	271087	1500	230	130	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/P/L	2		17
VB-00039	271087	1730	1300	1200	27.4	478.5	4/1	SDT/WF/GRL	F/L	1/2		1
VB-00040	281087	630	230	115	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		18
VB-00041	281087	900	600	240	27.4	478.0	4/1	LDT/CNL/NGS	F/P/L	1/2		1
VB-00042	281087	1500	300	200	20.0	478.5	2	TEMP	A	2500	NLFB Temp/Temp.grad.	1
VB-00043	281087	1800	1300	1100	27.4	478.5	4/1	BHTV/GRL	F/P/L	4/8		1
VB-00044	291087	700	300	115	0.0	468.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	2		19
VB-00045	291087	1000	1400	1030	27.4	476.0	4/1	GLT	F/P/L	2		1
VB-00046	291087	2300	100	030	27.4	478.0	4/1	SP	F/P/L	2		1
VB-00047	301087	000	2000	1900	27.4	478.0	6	BHTV (SAB 89,48)	P	5		1
VB-00048	301087	2000	500	300	27.4	479.5	5	ZDL	F/P	1/2		1
VB-00049	311087	100	300	200	27.4	476.6	5	PDK-100	F/P	1/2		1
VB-00050	311087	400	1530	1500	60.0	476.3	5	MSI/CO	F/P	1/2		1

Tab. 3.1
Bohrlochmessungen

1/6

Lfd.Nr.	Datum	Uhr-zeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten- traeger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB-00051	311087	1930	300	200	27.4	478.5	7	IP (kontin.)	P	1/2	ELGI	1
VB-00052	311087	2230	230	200	27.4	478.5	7	MS	P	1/2	ELGI	1
VB-00053	011187	100	430	200	0.0	478.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1		20
VB-00054	011187	530	230	200	27.4	478.5	8	GRL				1
VB-00055	011187	800	3345	3300	0.0	478.5	8	GEOPH.				1
VB-00056	021187	1745	445	230	7.0	479.0	4/1	TDT-P/GRL,HRT	F/L	1/2		1
VB-00057	021187	2230	1930	1800	27.4	478.5	3/1	3-D MAG.	P		Bosum, 3GR	1
VB-00058	031187	1800	1100	1000	27.4	478.5	9/1	VAL	P	1/2		1
VB-00059	041187	500	130	100	0.0	235.0	1	FS		2	GEOCOM	2
VB-00060	041187	630	100	030	0.0	238.0	1	FS (IGU)			bei 238 m	3
VB-00061	041187	730	330	230	27.4	210.0	10	MS			U-Muenchen	1
VB-00062	041187	1100	430	400	194.0	474.0	2	IP (stationaer)	P/D	1	(Vogelsang)	1
VB-00063	041187	1530	200	130	27.4	478.5	10	MS	P	1/2	U-Muenchen	2
VB-00064	041187	1730	130	100	0.0	478.5	2	TEMPSAL	P	1/2	(Repsold)	1
VB-00065	041187	1900	130	100	27.4	478.5	2	FEL	P	1/2	(Repsold)	1
VB-00066	041187	2030	200	130	27.4	478.5	2	ES	P	1/2	(Repsold)	1
VB-00067	041187	2230	1030	1000	27.4	478.5	3/1	3-D MAG.	P			2
VB-00068	051187	900	230	110	0.0	477.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L			22
VB-00069	051187	1130	500	300	24.2	478.5	1	BGL/GRL	F/L		(4 X)	15
VB-00070	051187	1630	130	100	0.0	478.5	1	FS			(2 X)	4
VB-00071	061187	1100	230	200	0.0	225.0	1	FS (IGU)			aufgest. in Testgarnitur	5
VB-00072	071187	1500	130	030	20.0	478.0	1	BGL/GR	F/L	1/2		23
VB-00073	121187	0100	230	115	2.0	477.0	4/1	CBL/VDL/GR	F/L	1/2		1
VB-00074	121187	0330	300	100	5.0	479.0	4/1	CEL/GR	F/L	1/2		1
VB-00075	121187	2230	230	115	3.5	480.0	4/1	CEL(WANDSTAERKE)/GR	F/L	1/2		1
VB-00076	131187	0100	200	115	3.0	479.0	4/1	MFC	F/L	1/2		1
VB-00077	191187	1130	230	050	389.9	571.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/P/L	2		24
VB-00078	191187	1400	210	015	471.0	570.0	1	BGL/GR	F/P/L	2		24
VB-00079	231187	0930	200	100	389.2	643.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1		25
VB-00080	231187	1130	150	030	471.0	643.0	1	BGL/GR	F/L	1	2x	25
VB-00081	271187	1800	230	100	395.0	708.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1		26
VB-00082	271187	2030	100	030	0.0	706.0	1	SINGLE SHOT				1
VB-00083	271187	2130	200	030	476.0	708.0	1	BGL/GR	F/L	2		26
VB-00084	301187	000	400	015	475.0	740.0	1	BGL/GR	F/L	2		27
VB-00085	011287	1145	245	135	390.0	764.9	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1		28
VB-00086	011287	1430	100	025	471.0	764.9	1	BGL/GR	F/L	2		28
VB-00087	031287	1430	145	045	475.0	804.9	1	BGL/GR	F/L	2		29
VB-00088	051287	330	130	045	467.3	818.3	1	BGL/GR	F/P/L	1/2		30
VB-00089	081287	1300	400	130	440.0	865.1	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1		31
VB-00090	081287	1700	315	045	460.5	863.0	1	BGL/GR	F/L	2		31
VB-00091	131287	200	215	045	474.0	917.3	1	BGL/GR	F/L	1/2		32
VB-00092	191287	1645	715	600	0.0	992.0	11/1	GYRO			PREUSSAG	1
VB-00093	201287	1400	400	135	465.3	991.9	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1/S		33
VB-00094	201287	1800	230	130	460.5	994.7	1	BGL/GR	F/L	1/2		33
VB-00095	201287	2030	530	430	467.0	994.5	4/1	4-PAD FMST/AMS/GR	F/P/L	2	Prototype Schlumb. Paris	1
VB-00096	211287	230	500	135	463.0	991.9	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1/S		34
VB-00097	211287	730	400	145	476.0	925.0	4/1	FMST/AMS/GR	F/P/L	2		2
VB-00098	211287	1130	330	100	389.0	991.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1/S	aufgestanden bei 991 m	35
VB-00099	211287	1500	500	130	473.0	987.5	4/1	DL/MSFL/AMS/GR	F/P/L	1/2		2
VB-00100	211287	2000	500	130	459.5	992.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1/S		36

Bohrlochmessungen

2/6

Lfd.Nr.	Datum	Uhrzeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten-traeeger	Massstab	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB-00101	221287	100	1730	1430	477.0	986.0	4/1	BHTV/GPIT/GR	F/P/L			2
VB-00102	040188	1030	230	130	290.0	990.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/L	1	aufgestanden bei 990.5 m	37
VB-00103	040188	1300	200	035	460.6	990.0	1	BGL/GR	F/P/L			37
VB-00104	040188	1500	600	145	582.0	971.0	1	FS				6
VB-00105	040188	2100	200	045	514.0	971.0	1	FS				7
VB-00106	040188	2300	200	045	421.0	990.1	4/1	SP	F/P/L	1/2	Salvamoser 2x	2
VB-00107	050188	0100	500	230	480.0	992.0	7	IP				2
VB-00108	060188	1030	200	035	0.0	834.0	1	SURF. READOUT			ELGI	2
VB-00109	080188	0915	245	025	474.0	840.0	1	BGL/AMS/GRL	F/L	1/2	DST 3 LYNES	2
VB-00110	110188	0000	31800	000			11/1	STEERING TOOL				38
VB-00111	130188	1200	1615	1400	400.0	1017.8	4/1	CERT			10x	1
VB-00112	170188	1500	445	130	460.6	1061.5	1	BGL/AMS/GRL	F/L	1/2		39
VB-00113	210188	0545	315	035	392.0	1131.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GRL	F/P/L	1		40
VB-00114	210188	0900	200	035	474.0	1131.5	1	BGL/AMS/GRL	F/L	1/2		40
VB-00115	230188	1530	300	135	441.0	1177.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1		41
VB-00116	230188	1830	130	045	475.0	1177.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		41
VB-00117	290188	0945	245	135	440.0	1229.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1		42
VB-00118	290188	1230	215	100	472.0	1229.0	1	BGL/AMS/GR	F/L	1/2		42
VB-00119	010288	1230	530	040	545.0	585.0	1	FS				8
VB-00120	070288	0600	400	145	440.0	1294.8	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1	GEOCOM 3x	44
VB-00121	070288	1000	245	100	466.0	1293.8	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		44
VB-00122	100288	1030	430	000	0.0	0.0	1	IO			4 EINF. BEI 517 AUFGEST.	45
VB-00123	110288	0615	145	020	476.0	650.0	1	BGL/GR	F/P/L	2		46
VB-00124	110288	0800	730	045	1230.0	1295.0	1	FS				9
VB-00125	150288	1245	300	150	439.0	1374.8	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/L S	1/S		47
VB-00126	150288	1545	315	110	475.0	1374.2	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		47
VB-00127	230288	1800	135	030	1042.0	1109.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/L		aufgestanden bei 1115.0	48
VB-00128	230288	1935	200	100	0.0	1115.0	1	BGL/AMS/GR	F/L		aufgestanden bei 1115.0	48
VB-00129	270288	1430	545	400	462.0	1526.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		49
VB-00130	270288	2015	445	120	465.0	1525.1	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		49
VB-00131	280288	100	430	115	946.0	1521.2	4/1	DL/MSFL/AMS/GR	F/P/L	1/2		3
VB-00132	280288	530	230	130	961.0	1528.2	4/1	4-PAD FMST	F/P/L	2		2
VB-00133	280288	800	630	330	432.0	1524.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		50
VB-00134	280288	1430	300	010	470.0	552.0	4/1	IO LDT/CNL/NGS/AMS	F/L			2
VB-00135	290288	1130	700	315	457.6	1523.0	4/1	LDT/CNL/NGS/AMS	F/P/L	1/2		3
VB-00136	290288	1830	430	320	459.0	1529.4	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1		51
VB-00137	290288	2300	1730	1440	470.0	1529.0	4/1	GLT	F/P/L	1/2		2
VB-00138	010388	1630	1130	900	1104.0	1528.3	4/1	BHTV/GPIT/GR	F/L			3
VB-00139	020388	400	230	120	473.0	1525.0	1	SP	F/P/L	1/2		3
VB-00140	020388	630	1300	830	467.0	1523.0	4/1	SOT	F/P/L	1/2		2
VB-00141	020388	1930	300	000	1205.0	1240.0	4/1	IO BHTV(2)	F/L			4
VB-00142	020388	2230	510	200	499.4	1529.4	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1		52
VB-00143	030388	330	530	400	480.0	1520.0	2	IP	P		(Vogelsang)	2
VB-00144	030388	900	730	320	817.0	1237.5	4/1	RFT/HP/GR	P		a. unter VB-T4 gefuehrt	1
VB-00145	080388	300	530	230	1187.6	1622.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	P/L	1		53
VB-00146	080388	830	245	120	450.0	1618.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		53
VB-00147	180388	330	330	210	1311.7	1723.9	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	P/L	1		54
VB-00148	180388	700	430	130	445.0	1723.5	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		54
VB-00149	260388	930	430	210	1390.0	1816.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	P/L	1		55
VB-00150	260388	1400	600	130	450.0	1814.5	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		55

Bohrlochmessungen

3/6

Lfd.Nr.	Datum	Uhr-zeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten- traeger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB-00151	270388	1230	19230	000			11/1	STEERING TOOL				2
VB-00152	050488	230	5100	000			11	FPI/BO				1
VB-00153	080488	800	230	130	450.0	1785.0	1	BGL/AMS/GR	F/L			56
VB-00154	080488	1030	1500	900	979.0	1786.0	4/1	BHTV/GPIT/GR	F/L			4

Bohr Lochmessungen

Lfd.Nr.	Datum	Uhrzeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten- traeger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB*-0155	120488	1800	19230	000		0	11/1	STEERING TOOL				3
VB*-0156	150488	600	300	130	1500.0	1695.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	2		57
VB*-0157	180488	1700	100	130		526.0	1	BGL/AMS/GR (ID)			aufgestanden bei 526 m	58
VB*-0158	200488	523	100	55	471.0	1720.0	1	BGL/AMS/GR (ID)	F/P/L	2	Azimuth zu niedrig	59
VB*-0159	220488	1522	215	130	441.0	1729.5	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		60
VB*-0160	220488	1833	215	115	1390.0	1730.0	4/1	SHDT/AMS/GR	F/P/L	1/2		4
VB*-0161	230488	1506	100	100	1597.0	1742.0	1	BGL/AMS/GR	F/L	1/2		61
VB*-0162	290488	942	130	130	442.5	1804.2	1	BGL/AMS/GR	F/L	1/2		62
VB*-0163	080588	258	245	205	1638.9	1939.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		63
VB*-0164	080588	623	215	135	448.0	1941.7	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		63
VB*-0165	170588	1052	320	210	1682.0	2045.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		64
VB*-0166	170588	1523	245	135	449.0	2042.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		64
VB*-0167	300588	600	555	435	439.8	2201.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S	1. Messfahrt	65
VB*-0167	300588	1154	305	225	962.8	2199.5	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S	2. Messfahrt	65
VB*-0168	300588	1500	330	155	450.0	2201.6	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		65
VB*-0169	300588	1830	230	105	479.5	2201.9	4/1	SP/GR	F/P/L	1/2		4
VB*-0170	300588	2100	500	410	450.0	2202.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		66
VB*-0171	310588	200	400	205	479.5	2200.0	4/1	DIL/AMS/GR	F/P/L	1/2	Phasor Induction	2
VB*-0172	310588	600	330	50		2160.0	1	FS			Salvamoser	10
VB*-0173	310588	930	1000	605	1623.0	2203.0	6/1/4	BHTV/GR	F/P	A	WBK mit Schlumb.-GR	3
VB*-0174	310588	1930	610	240	1500.0	2201.0	4/1	FMST-4PAD	F/P/L	2		3
VB*-0175	010688	300	630	445	479.0	2202.2	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		68
VB*-0176	010688	930	700	210	1500.0	2201.3	4/1	LDL/CNL/NGS	F/P/L	1/2		3
VB*-0177	010688	1630	630	435	1500.0	2199.0	4/1	SOT/AMS/GR	F/P/L	2		3
VB*-0178	020688	030	600	55	1800.0	2191.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		69
VB*-0179	020688	630	1500	1045	1500.0	2199.2	4/1	GLT	F/P/L	1/2		3
VB*-0180	020688	2130	400	100	1500.0	2197.5	4/1	DLL	F/P/L	1/2		4
VB*-0181	030688	030	200	100	1870.0	2202.0	1	TEMP-SAL/AMS/GR	F/P/L	1/S		70
VB*-0182	030688	230	4530				8	VSP			Prakla-Seismos	1
VB*-0183	040688	2300	530	415	470.0	2202.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		71
VB*-0184	050688	430	230	200	450.0	2201.6	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		71
VB*-0185	050688	700	100	100		1933.0	1	FS			GEOCOM	11
VB*-0186	050688	800	230	230		2164.0	1	FS			Salvamoser	12
VB*-0187	050688	1030	300	100	1800.0	2202.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		72
VB*-0188	170688	1430	400	215	1900.0	2315.3	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		73
VB*-0189	170688	1830	200	50	1800.0	2315.3	1	TEMP-SAL/AMS/GR	F/P/L	1		73
VB*-0190	170688	2030	430	30	450.0	2314.9	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		73
VB*-0191	260688	100	400	210	2000.0	2429.8	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		74
VB*-0192	260688	500	300	205	450.0	2429.8	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		74
VB*-0193	050788	1800	430	230	2080.0	2581.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		75
VB*-0194	050788	2230	330	230	449.0	2581.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		75
VB*-0195	090788	1730	230	100	1991.0	2634.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		76
VB*-0196	110788	1200	10400	-			11/1	STEERING TOOL				4
VB*-0197	130788	700	200	30	2498.0	2663.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	2	Sondenarme geschlossen	77
VB*-0198	150788	600	200	30	2495.0	2685.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	2		78
VB*-0199	150788	800	430	300	1.2	479.0	4/1	MFC	F/P/L	1/E		2
VB*-0200	200788	2300	400	220	2300.0	2705.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		79
VB*-0201	210788	300	330	225	450.0	2704.6	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		79
VB*-0202	010888	600	500	300	1950.0	2786.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		80
VB*-0203	010888	1100	315	220	450.0	2785.6	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		80

Bohrlochmessungen

5/6

Lfd.Nr.	Datum	Uhrzeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		Ausf.	Messungen	Daten-traeeger	Massstab	Bemerkungen	Run
					Top	Basis						
VB*-0204	040888	900	830	320	479.5	2785.5	1	DIL	F/P/L	1/2	Suche nach Kaliberarm	3
VB*-0205	050888	000	500	225	450.0	2788.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		81
VB*-0206	120888	830	230	120	2500.0	2817.6	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		82
VB*-0207	170888	2230	830	045	2164.0	2833.0	1	FS			3xGEOCOM	13
VB*-0208	190888	830	400	120	1140.0	2840.0	4/1	GR/CCL	F/P/L	1/2	Teufenkorr.Log/Gestaenge	84
VB*-0209	260888	800	430	245	2486.0	2922.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/2		85
VB*-0210	260888	1230	430	230	448.0	2923.2	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		85
VB*-0211	050988	2300	600	330	1920.0	3011.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		86
VB*-0212	060988	500	600	430	480.0	3011.0	1	TEMP/SAL/AMS/GR	F/P/L	1/S		86
VB*-0213	060988	1100	430	230	450.0	3011.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/2		86
VB*-0214	060988	1530	400	230	480.0	3011.0	1	SP/AMS/GR	F/P/L	1/S		5
VB*-0215	060988	1930	530	400	2500.0	3011.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		86
VB*-0216	070988	100	200	030		2833.0	1	FS			GEOCOM	14
VB*-0217	070988	300	330	100		2163.0	1	FS			Salvamoser, ohne Erfolg	15
VB*-0218	070988	630	1330	1030	2150.0	3011.0	6/1	BHTV/GR	P	4	WBK	4
VB*-0218	070988				1525.0	1626.0	6/1/4	BHTV/GR	P	4	WBK, Ergaenzung zu 2200m	4
VB*-0219	070988	2000	430	300	2150.0	3010.5	4/1	DLI/AMS/GR	F/P/L	1/2		5
VB*-0220	080988	030	730	600	2150.0	3011.0	4/1	LDL/NGL/CNL	F/P/L	1/2		4
VB*-0221	080988	800	600	400	2000.0	3011.0	4/1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		87
VB*-0222	080988	1400	130	030		2163.0	1	FS			GEOCOM	16
VB*-0223	080988	1530	500	400	2150.0	3009.0	4/1	DIL/AMS/GR	F/P/L	1/2	PhasorInduction 20+40kHz	3
VB*-0224	090988	2030	800	700	2150.0	3009.0	4/1	SDT(6")AMS/GR	F/P/L	1/2		4
VB*-0225	090988	430	2530	2200	2150.0	3009.0	4/1	GLT	F/P/L	1/2		4
VB*-0226	110988	600	530	130	2500.0	3011.0	1	TEMP-DIFF/AMS/GR	F/P/L	1/S		88
VB*-0227	110988	1130	930	630	1050.0	3010.0	4/1	TOT-P/AMS/GR	F/P/L	1/2		2
VB*-0228	140988	1030	730	530	1500.0	2990.0	4/1	TEMP/SAL/AMS/GR	F/P/L	1/S		89
VB*-0229	140988	1800	1800	1500	480.0	1220.0	/1	3-D MAGNETOMETER			Bosum, BGR	2
VB*-0230	160988	1200	200	030		2327.0	1	FS			GEOCOM	17
VB*-0231	160988	1400	400	230	450.0	2990.0	1	BGL/AMS/GR	F/P/L	1/S		89
VB*-0232	160988	1800	500	300	475.0	2780.0	/1	MS			U-Muenchen	2
VB*-0233	160988	2300	430	030		2163.0	1	FS			Salvamoser, ohne Erfolg	18
VB*-0234	160988	330	700	500	900.0	2990.0	5	DEL4/DEL2	F/P	1/2	DEL2 nur 900-1250m	1
VB*-0235	160988	1030	330	130	100.0	475.0	1	6-ARM CAL			GEOCOM 6-ARM KALIBER	1
VB*-0236	160988	1400	230	030		1927.0	1	FS				19

Bohrlochmessungen

6/6

Lfd.Nr. (Ausw.)	Datum	Lfd.Nr. (Mess.)	Teufe		Ausf.	Auswertung	Daten- traeger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
			Top	Basis						
VB-A0001	301087	VB-00037	190.0	478.0	4/1	CYBERDIP	F/L	2		1
VB-A0002	271087	VB-00037	27.4	478.0	4/1	CYBERDR	P/L		H30045LR	1
VB-A0003	121187	VB-00073	5.0	478.0	4/1	CYBERBOND	F/L	2	CBL/VDL-Film	1
VB-A0004	121187	VB-00074	5.0	478.0	4/1	CET (ak. Kaliber)	F/P/L	2	CET-Film	1
VB-A0005	111287	VB-00035	27.4	478.0	4	PHASOR PROCESSING	F/L	2		1
VB-A0006	271087	VB-00037	27.4	478.0	4	BOL (DCA)	P/L	2	H30044RL	1
VB-A0007	271087	VB-00037	27.4	478.0	4	MSD/CSB	P/T/L	2/1	H30044RL	1
VB-A0008	271087	VB-00037	27.4	478.0	4	FMST (2-Pad)	P/T/L	2	H30045LR	1
VB-A0009	271087	VB-00037	27.4	478.0	4	FMST (orient. 2-Pad)	P/T/L	2/4	H30045LR	1
VB-A0010	211287	VB-00043	60.0	478.0	4	BHTV/GR	P/T/L	4	Abschnitte 1-6	1
VB-A0011	290188	VB-00039	27.4	478.0	4	STC (SDT)	P/T/L	2	H10096WW	1
VB-A0012	010787	DFG-Bu			12	ENDBERICHT-Berlin	R		Porositaet/Permeabilit.	
VB-A0013	011287	8604/01				ENDBERICHT Fa.Neumann	R		siehe KTB 87-3,PL 5	
VB-A0014	011287	8604/31	30.0	470.0	3	ZW.BERICHT-1 BGR	R/A		Bosum 3-D Magnetik	
VB-A0015	011287	8604/07			3	ENDBERICHT-BGR	R		s. KTB 87-3,PL 2, TEM	
VB-A0016	111287	VB-00090	27.4	864.6	4	CYBERDR	F/L		Directional Plots	31
VB-A0017	031287	VB-T1,T2			13	ENDBERICHT-Lynes	R/A		Drill Stem Tests DST-1,2	
VB-A0018	051287	VB-00052	27.0	478.0	7	ENDBERICHT-ELGI	R/A		IP	
VB-A0019	180188	VB-00101	480.0	992.0	4	BHTV/GR	P/T/L	4	Abschnitte 7-13	2
VB-A0020	200188	VB-39,41	27.4	478.0	4	NORM	P/T/L	2/1	Compositelog	1
VB-A0021	210188	VB-00047	27.4	478.0	4	GLT	T/L	2/1	Elementanalyse	1
VB-A0022	210188	VB-00095	480.0	992.0	4	FMST (4-Pad)	F/P/L	B	Prototype Schlumb. Paris	1
VB-A0023	210188	VB-00114	478.0	1131.0	4	CYBERDR	F/P/L		Directional Plots	40
VB-A0024	210188	VB-00094	30.0	990.0	4	CYBERDR	F/L		Directional Plots	
VB-A0025	290188	VB-00039	27.4	478.5	4	CYBERFIL	L	2		
VB-A0026	010288	8604/03			11	ENDBERICHT-Preussag	R		siehe KTB 87-3,PL 7	
VB-A0027	020288	VB-00118	475.0	1228.8	4	CYBERDR	F/P/L		Directional Plots	
VB-A0028	100288	VB-T3	813.0	839.0	13	ENDBERICHT-Lynes	R/A		DST-3	
VB-A0029	150288				9				VAL	
VB-A0030	190288	VB-39,41	27.4	478.0	4	NORM	P/T/L	2/1	Compositelog ueberarb.	1
VB-A0031	010388	8604/29			11	ENDBERICHT-Preussag	R		HT	
VB-A0032	150488				14	ZWISCHENBERICHT1-Karlsru.	R		Hauptspannungsrichtungen	
VB-A0033	180488	NL103167			1	VORTRAG DGG/KOELN- KTB	R		Temp.Stoerungen	
VB-A0034	200488	VB-54,55	0.0	480.0	8	ENDBERICHT-Prakla	R/A		Geophonvers.mess.44Plots	
VB-A0035	270488	NL103278			1	VORTRAG KTB-KOLL.Giessen	R		Stabilitaetsbetr.	
VB-A0036	290488	VB-00140	467.0	1523.0	4	SDT-GR	P/L	2	STC	
VB-A0037	020588	NL103347	0.0	480.0	1	KURZINFORMATION- KTB	R/P		T-Messungen	
VB-A0038	040588	VB-00130	27.4	1529.4	4	CYBERDR	P/L		Directional Plots	49
VB-A0039	090588	93/-/102	500.0	992.0	4/1	COMPOSITE BGL-TEMP	F/P/L	1	Temp. Zusammenspielung	
VB-A0040	110588	VB-00062	194.0	474.0	2	IP				
VB-A0041	150588	VB-00140	467.0	1523.0	1	SDT-DTL/VP/VS	T		manuelle Ausw. Dr. Bram	
VB-A0042	110588	VB-00037	30.0	480.0	1	FMS-IMAGING	F/P	B	f.Vergl.m. BHTV, 16Plots	1
VB-A0043	110588	VB-00132	961.0	1525.0	4	FMS-BOREHOLE-IMAGING	P	4/B	azimuth. Present. orient	1
VB-A0044	110588	VB131/35	485.0	1515.0	4	NORM	P/T/L	1/2	Composite Log	
VB-A0045	110588	VB137/35	485.0	1515.0	4	GLT	P/T/L	1/2	Geochemical Log	
VB-A0046	130488	VB-00150	450.0	1814.5	4	CYBERDR	F		Directional Plots	55
VB-A0047	050588	VB*-0162	442.0	1803.0	4	CYBERDR	F		Directional Plots	62
VB-A0048	100588	VB*-0164	450.0	1939.6	4	CYBERDR	F/P	2000	Directional Plots	63
VB-A0049	180588	VB*-0166	450.0	2041.6	4	CYBERDR	F	2000	Directional Plots	64
VB-A0050	240688	VB*-0174	1512.0	2202.0	4	FMS-BOREHOLE-IMAGING	F/P	4/B	zum Vergleich BHTV	4

Auswertungen

1/2

Lfd.Nr. (Ausw.)	Datum	Lfd.Nr. (Mess.)	Teufe		Ausf.	Auswertung	Daten- traeger	Mass- stab	Bemerkungen	Run
			Top	Basis						
VB-A0051	240688	VB*-0174	961.0	2202.0	4	SHDT (MSD-CSB)	F/P	4	6 Plots	4
VB-A0052	240688	VB171/80	1500.0	2200.0	4	NORM	F/P/L	1/2	Composite Log	
VB-A0053	240688	VB171/80	1500.0	2200.0	4	GLT	F/P	1/2	Geochemical Log	
VB-A0054	250588	VB-00154	980.0	1780.0	4	BHTV/GR	P/T	4	Abschnitte 14-24	
VB-A0055	010688	VB*-0177	1500.0	2200.0	4	SDT /GR	F/P/L		STC	
VB-A0056	010688	VB-00101	480.0	986.0	4	BHTV	F/P	B	H10104SK, 36 Plots	
VB-A0057	270788	VB-00138	986.0	1160.0	4	BHTV	F/P	B	H10165WR, 7 Plots	
VB-A0058	220688	VB-00138	1185.0	1523.0	4	BHTV	F/P	B	H10122WW, 15 Plots	
VB-A0059	110788	VB-00043	58.0	477.3	4	BHTV	F/P	B	H10156WR, 21 Plots	
VB-A0060	250788	VB-00050	60.0	475.0	5	EPILOG	F/P	1/2/D/2000	Element-Analyse	
VB-A0061	080888	VB*-0173	1656.0	2207.0	6	BHTV	F/P	B	WBK, 3 Abschnitte	
VB-A0062	230888	VB-00047	90.5	477.0	6	BHTV	P	4/B	WBK	
VB-A0063	250888	VB*-0182	0.0	2200.0	8	VSP AUSWERTUNG	R/A		Prakla Seismos	
VB-A0064	220988	VB*-0224	2150.0	3009.0	4	SDT/GR	F/P/L	2	STC	
VB-A0065	101088	VB*-0214	2150.0	3005.0	4	NORM	F/P/L	1/2	Composite Log	
VB-A0066	011088	VB*-0182	0.0	2200.0	8	SYNTH. SEISMOGRAMME	P/R	1	Prakla Seismos	
VB-A0067	170988				14	ZB TEMPERATUR	R		Geoph.Karlsruhe, Stiefel	
VB-A0068	061287				15	ZB FACIOLOG	R		Faciolog Urach	
VB-A0069	280688	VB*-0176	1500.0	3009.0	4	WAERMEPRODUKTIONSRATE	P	1		

Auswertungen

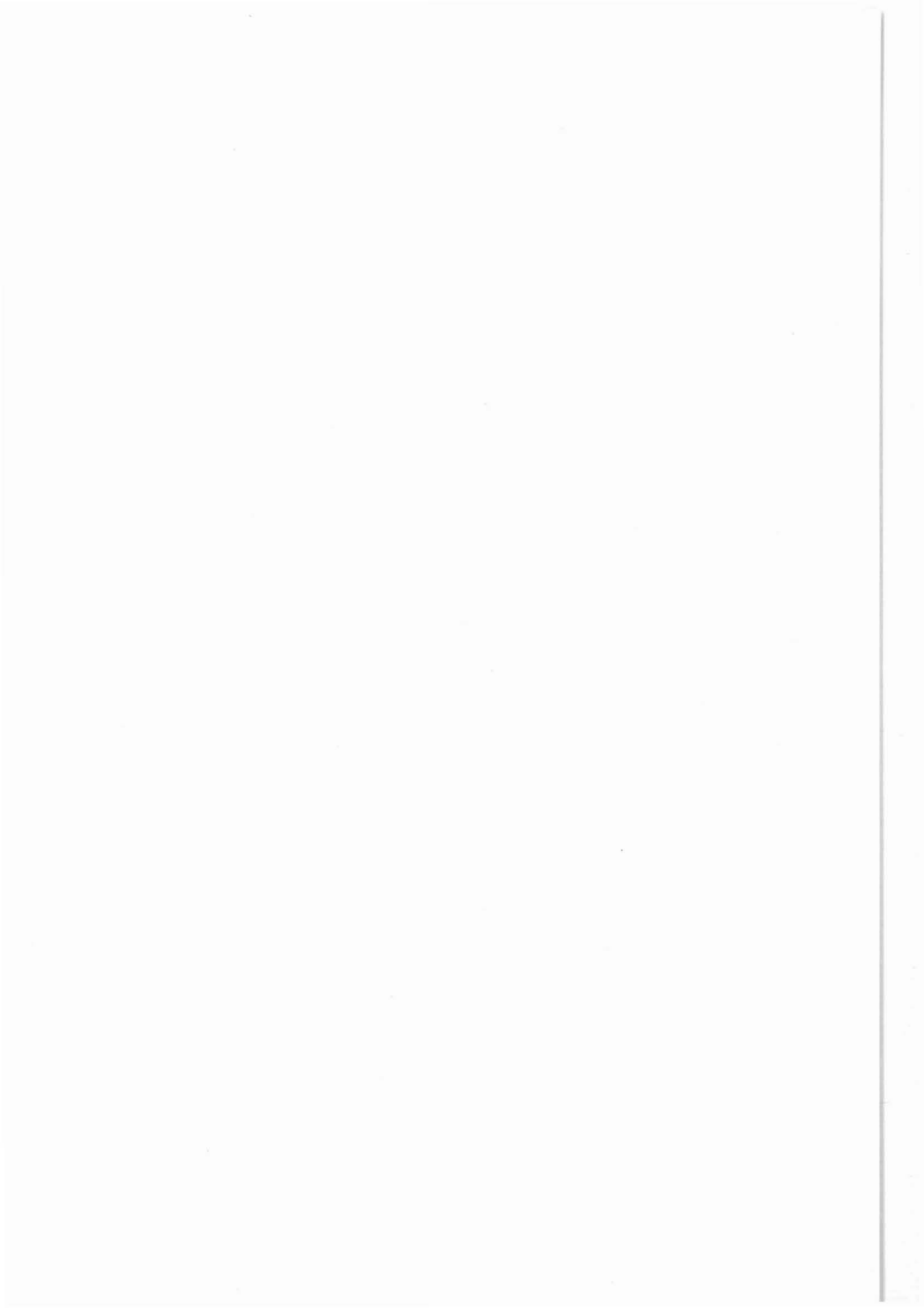
Tab. 3.3
Hydraulische Tests

Lfd.Nr.	Datum	Uhr-zeit	Ges.zeit	Messzeit	Teufe		A.	Test	Daten- traeger	Bemerkungen	Surf- RO
					Top	Basis					
VB-T0001	061187	530	810	340	219.8	257.0	13	DST 1	O/B/P	Geraet verstopft, kein Zufluss	NEIN
	061187	1600	300	0	219.8	257.0	13	DST 1.2		Packer nicht gesetzt	NEIN
	061187	2000	140	0	219.3	256.5	13	DST 1.3		Packer nicht gesetzt	NEIN
	061187	2200	100	0	216.8	254.0	13	DST 1.4		Packer nicht gesetzt	NEIN
VB-T0002	061187	2300	340	0	347.8	385.0	13	DST 2		Packer nicht gesetzt	NEIN
	071187	250	220	0	219.8	257.0	13	DST 1.5		Packer nicht gesetzt	NEIN
VB-T0003	060188	2150	1700	0	813.0	839.0	13	DST 3	B/P		
VB-T0004	030388	900	730	320	817.0	1237.5	1/4	AFT/HP/GR	P	auch unter VB-144 gefuehrt	

A. ==> Ausfuehrender
Surf RO ==> Surface Read-out



4. Intervallmessungen



4 INTERVALLMESSUNGEN 1529,4 - 3009,7 m

In der Zeit vom 08.03.1988 bis zum Erreichen der Teufe bei 3009,7 m am 05.09.1988 wurden folgende Messungen mit KTB-eigenen Geräten gefahren:

4.1 Temperaturmessungen, KTB-Geräte

Hierfür wurden zwei speziell für KTB gebaute Temperatursonden (TEMP-DIFF) eingesetzt:

- die Temperatursonde, TEMP-DF mit einem festen (F) Abstand von 114 cm zwischen zwei Temperaturfühlern, (114 cm = 15 R, R = Bohrlochradius) und
- die Temperatursonde, TEMP-DV mit einem variablen (V) Abstand von 120 - 200 cm zwischen zwei Temperaturfühlern. Bisher wurde bei TEMP-DV stets ein Spacing von 120 cm eingestellt. Eine weitere Beschreibung der Geräte befindet sich im Bericht, Archiv/NLFB-103 347.

Diese Sonden werden in Kombination mit der Gammastrahlenmessung (GRL) und dem Auxiliary Measurement System (AMS) gefahren; also TEMP-DF/GR/AMS, bzw. TEMP-DV/GR/AMS.

Die Messungen wurden jeweils nach dem Ausbau des Bohrgestänges im Hängen vom Rohrschuh bei 478,5 m bis zur jeweiligen Sohle oder von etwa 500 m über Sohle bis zum Bohrlochtiefsten ausgeführt. Auf Sohle wurde dann die Temperatur für einen Zeitraum von 90 Minuten registriert. Die Aufzeichnung erfolgte auf Film und gleichzeitig auf Magnetband.

In Abb. 4.1 ist ein Logbeispiel (VB*-191) gegeben und in Tab. 4.1 sind alle durchgeführten Messungen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 4.1: Temperaturmessungen mit KTB-Geräten TEMP; Auflistung analog den Meßintervallen zwischen 1529,4 - 2200,6 und 2200,6 - 3009,7 m.

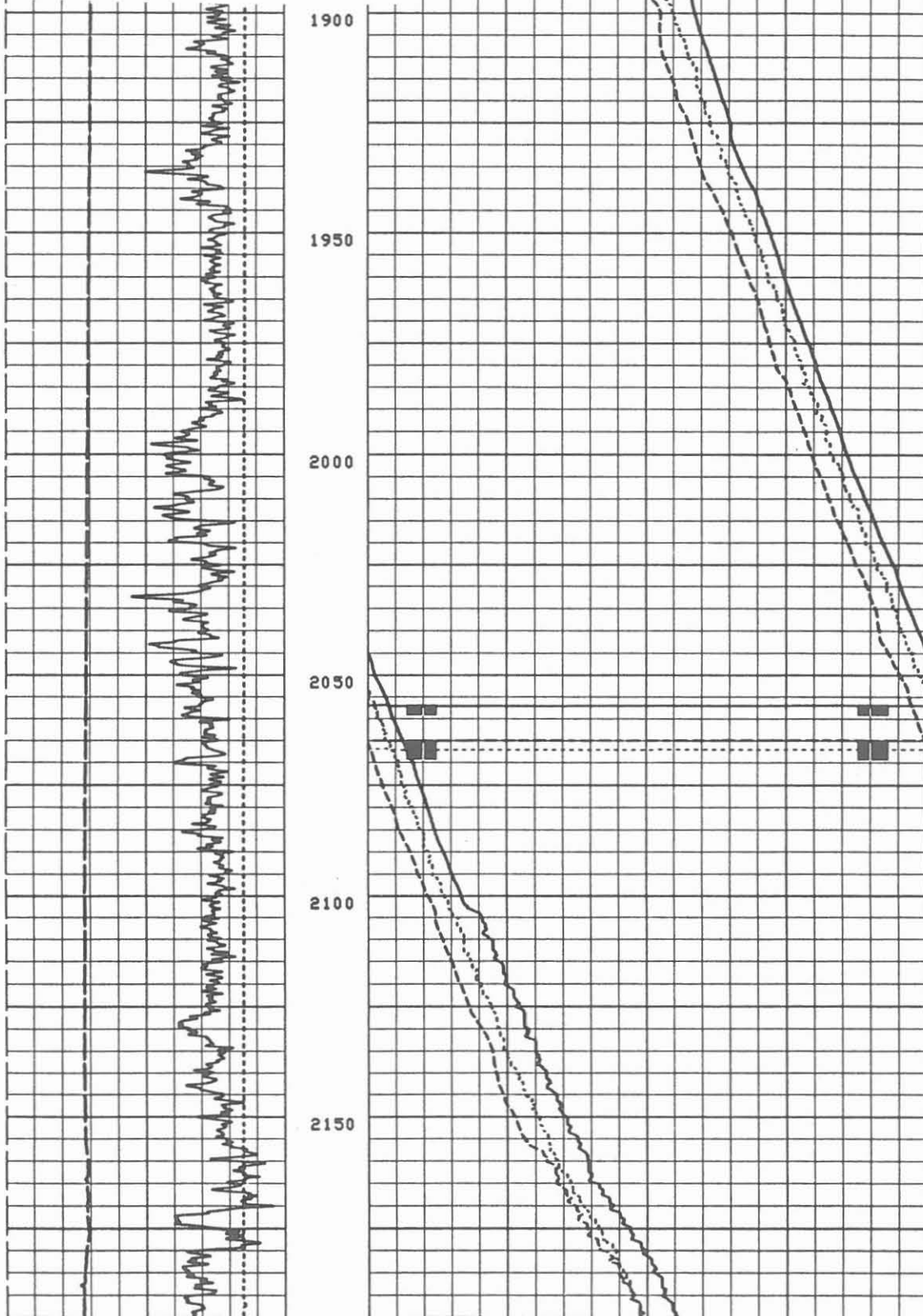
Datum	Lfd. Nr.	Run-Nr.	Intervall	min. Meßzeit		h nach Ende
				gesamt	stat.	d.Zirkulat.
24.09.87 - 23.10.87			KTB-Report 87-4 (VB 1 - VB 28)			
19.11.87 - 23.02.88			KTB-Report 88-4 (VB 77 - VB 127)			
08.03.88	VB -145	53	1187,6 - 1623,6	153	95	9,5
18.03.88	VB -147	54	1311,7 - 1726,4	83	35	4,5
26.03.88	VB -149	55	1388,9 - 1817,8	95	35	5,0
08.05.88	VB*-163	63	1638,9 - 1937,6	120	90	5,5
17.05.88	VB*-165	64	1682,0 - 2045,0	130	90	14,0
17.06.88	VB*-188	73	1882,0 - 2316,0	138	90	11,0
17.06.88	VB*-189	73	1786,4 - 2319,0	52	-	15,5 ¹⁾
26.06.88	VB*-191	74	1974,0 - 2431,0	157	90	8,5
05.07.88	VB*-193	75	2080,0 - 2581,0	140	90	9,0
20.07.88	VB*-200	79	2288,0 - 2705,9	141	90	9,2
01.08.88	VB*-202	80	1939,9 - 2787,2	174	89	10,0
26.08.88	VB*-209	85	2486,0 - 2922,0	126	90	6,75

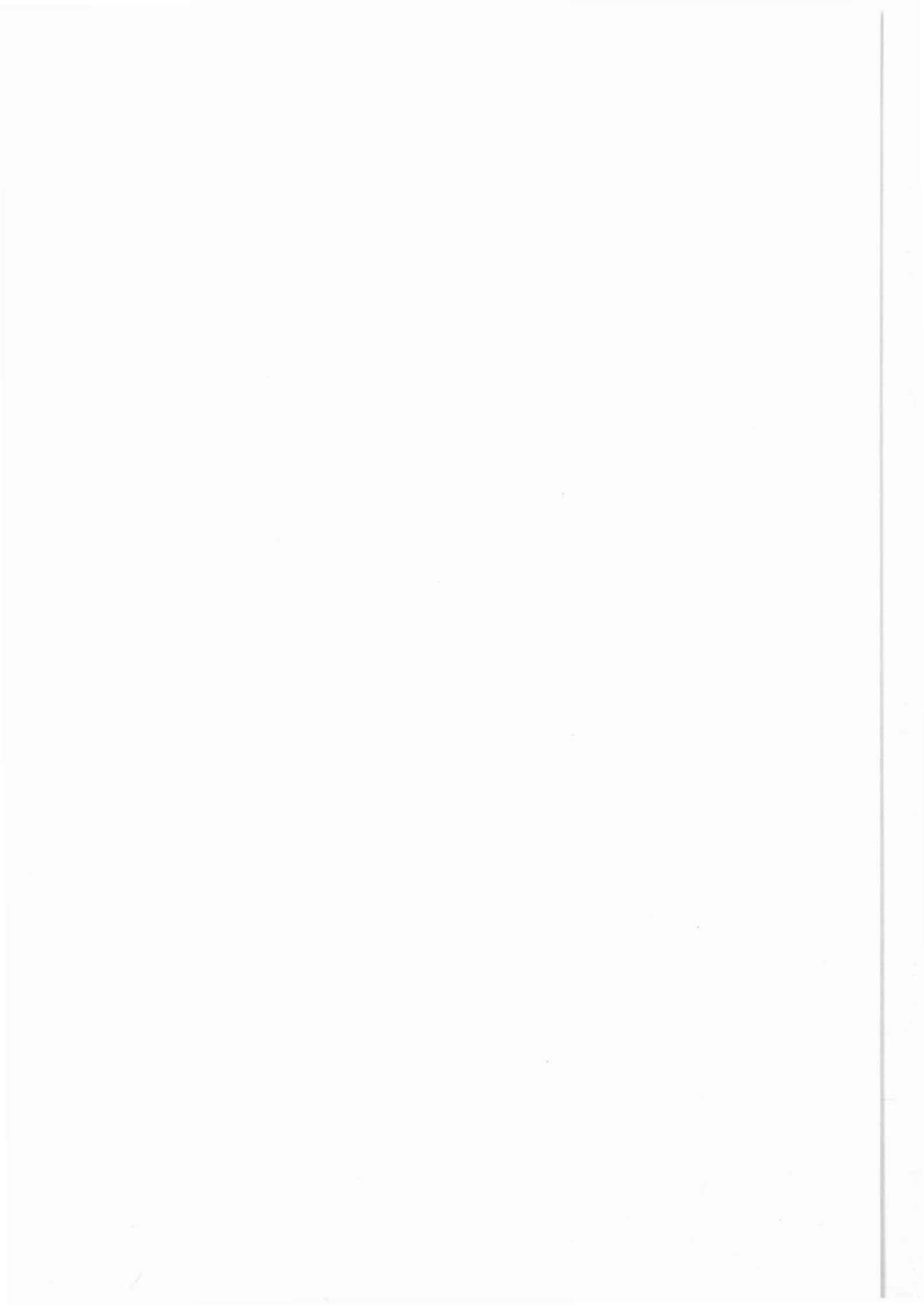
¹⁾ TEMP-SAL Sonde

0.0	150.00	50.000	60.000
GR (GAPI)		MYEH(DEGC)	
10000.	0.0	50.000	60.000
YENS(LB)		TMP1(DEGC)	
0.0	5.0000	50.000	60.000
MRES(DHMM)		TMP2(DEGC)	

KTB

TEMP-DIFF/AMS/GRL





4.2 Neigungs-, Orientierungs- und Temperaturmessungen mit den Memory-Geräten

Der KTB-Report 88-4, Abschnitt 8.1, gibt eine Beschreibung dieses Meßsystems. Seit dieser Berichterstattung wurde das Gerät modifiziert und um eine sogenannten "High Side"-Orientierung erweitert. Damit wurde eine Möglichkeit geschaffen, durch Ritzen markierte Kerne mit Hilfe von am Kabel gefahrenen Orientierungs- und Neigungsmessungen nachzuorientieren.

Der Tabelle 4.2 können alle mit dem Kernbohrmeßsystem aufgezeichneten Temperaturdaten entnommen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zu jeder Aufzeichnung ein Datensatz analog der Abb. 4.2 zur Verfügung steht.

Darüber hinaus stehen die Neigungsdaten zur Verfügung.

Bezeichnung: MEMT = Memory Temperatur
MEMN = Memory Neigung

Tabelle 4.2: Temperatur- und Neigungsmessung mit KTB-Geräten MEM.

Gerät I

Lfd. Nr.	Initialisierung		Datei-name	Datum	Meßzeiten		Teufen	
	Datum	h			von h	bis h	von m	bis m
1 - 6	04.12. - 16.12.87				KTB-Report 88-4			
	1988							
7	04.02.	09:25	K880204	04.02.	22:11	22:36	1245,0	
				04.02.	23:32	23:35	0	
				05.02.	09:27	09:42	1251,5	
8	Daten nicht lesbar							
9	04.05.	15:32	Kalibrierarbeiten bis 05.05.88					
10	05.05.	11:45	kein Einsatz					
11	09.05.	16:50	K880510	10.05.	02:59	09:17	1945 -	1951
12	11.05.	11:48	K880512	11.05.	15:20	15:28	1975	
					20:13	20:21		1980,5
				12.05.	00:43	00:53	1985	
13	13.05.	18:00	K880515	14.05.	08:42	16:01	2004 -	2009,5
14	16.05.	14:46	K880516	14.05.	16:55		2011 -	
				15.05.		01:50		2013
15	19.05.	08:38	K881520	19.05.	12:15		2065 -	
				20.05.		16:48		2090
16	22.05.	19:20	K880523	23.05.	04:43	14:06	2117 -	2116
17	24.05.	16:38	K880525	25.05.	08:15	12:39	2149 -	2152
18	Ausfall/Reparatur							
19	17.06.	02:00	K880617	16.06.	03:07	03:50	2300 -	2306
20	21.06.	08:45	K880621	20.06.	21:19		2349 -	
				21.06.		08:47		2358
21	21.06.	12:04	K880622	21.06.	21:08	21:18	2365	
22	22.06.	09:23	K880622	Neigungstest im Hängen				
23	23.06.	12:14	K880623	23.06.	15:07	15:17	2381	
24	24.06.	08:32	K880624	24.06.	10:55	11:05	2397	
25	25.06.	13:14	K880625	25.06.	16:16	16:26	2431	
26	20.07.	09:01	K880720	20.07.	11:21	11:31	2796	
27	22.07.	08:14	K880723	23.07.	10:51	11:01	2798	
28	27.07.	08:23	K880727	27.07.	14:05	14:15		
				(Toolface/Magn. Side)				
29	29.07.	16:04	K880729	29.07.	18:27	18:37	2752	
30	31.07.	10:43	K880731	31.07.	13:20	13:30	2777	

Gerät I, Fortsetzung

Lfd. Nr.	Initialisierung		Datei- name	Datum	Meßzeiten		Meßdaten Teufen	
	Datum	h			von h	bis h	von m	bis m
31	10.08.	09:29	K880810	10.08.	13:45	14:55	2795	
32	11.08.		K880811	11.08.	09:54	10:04	2804,5	
33	14.08.	12:37	K880814	14.08.	19:05	19:15	2826	
34	16.08.	17:35	K880816	16.09.	21:20	21:30	2843,5	
35	19.08.	12:27	K880819	19.08.	15:00	15:10	2857,3	
36	23.08.	09:12	K880823	23.08.	18:32	18:42	2888	
37	24.08.	08:05	K880824					
Orientiertes Kernen:								
			vor dem Kernen	24.08.	12:22	12:32	2898,7	
			nach dem Kernen	24.08.	16:30	16:40	2904	
38	31.08.	10:21	K880831	31.08.	17:16	17:26	2953	
39	02.09.	09:01	K880902	02.09.	15:25	15:35	2971	

Tabelle 4.2 : Fortsetzung

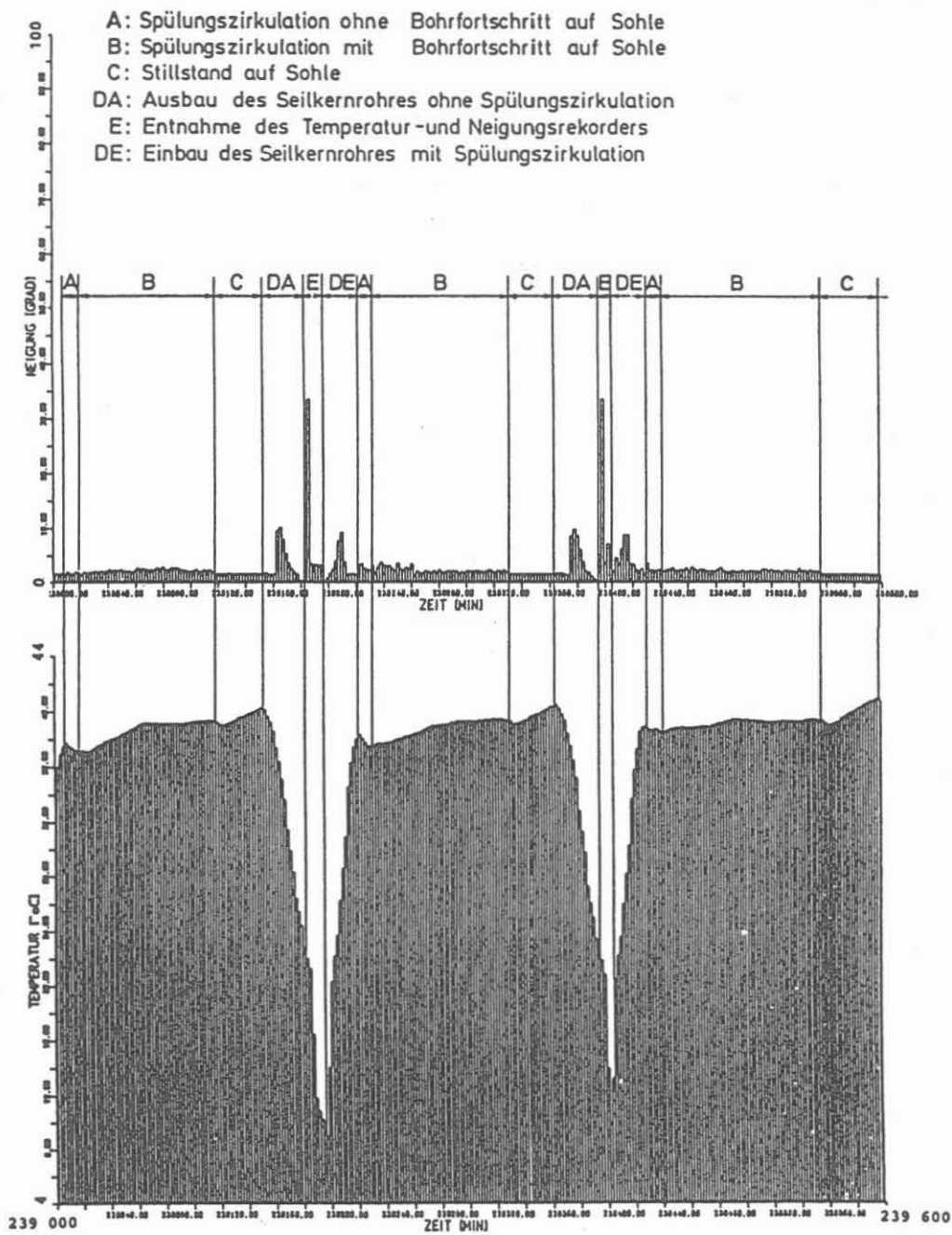
Gerät II

Lfd Nr.	Initialisierung Datum	Datei- name	Datum	Meßzeiten		Meßdaten Teufen		
				von h	bis h	von m	bis m	
1 - 12	04.12.87 - 19.02.88			KTB-Report 88-4				
	1988							
13	05.03.	10:30	K880307	05.03.	14:30			
14	23.03.	11:40	K880324	23.03.	12:16	20:26	1765,5	
15	25.03.	15:31	K880325	25.03.	20:53	21:03	1806	
16	03.05.	18:44	K880504	04.05.	09:31	09:36	1861	
					14:57	15:07	1865,5	
17	05.05.	10:20	Neigungskalibrierung					
18	05.05.	12:12	K880506	05.05.	16:02	16:08	1890,5	
					20:59	21:05	1895,5	
				06.05.	01:52	01:58	1901,5	
					06:40	06:45	1907	
19	08.05.	09:31	Kein Einsatz					
20	10.05.	14:44	K880511	11.05.	01:05	01:14	1964,5	
21	12.05.	13:57	K880513	13.05.	02:27	02:37	1991	
					07:42	07:48	1994	
					11:26	11:34	2001	
22	15.05.	01.49	K880516	16.05	02:52	03:00	2020	
					07:10	07:20	2023,5	
					10:48	10:56	2027	
					14:23	14:34	2030	
23	18.05.	08:53	K880519	18.05	15:52	17:10	2045 -	2061
24	21.05.	12:30	K880522	21.05.	16:58	23:30	2101 -	2107
				22.05.	02:40	04:05	2111	
25	23.05.	14:28	K880524	23.05.	19:05		2131	
				24.05.		08:36	2143	
26	25.05.	13:25	Kein Einsatz					
27	28.05.	23:14	K880529	29.05.	06:00	09:35		
28	30.05.	Test	Sonde defekt					
29	04.07.	16:20	K880704	04.07.	21:13	21:23	2567	
30	05.07.	07:42	K880705	05.07.	09:08	09:18	2572	
31	31.07.	19:10	K880731	31.07.	20:14	20:24	2777	
32	09.08.	14:40	Test					
33	10.08.	15:09	Sonde defekt					

Tabelle 4.2: Fortsetzung

Gerät III

Lfd. Nr.	Initialisierung Datum	Datei- name	Datum	Meßdaten			
				Meßzeiten		Teufen	
	h			von h	bis h	von m	bis m
1 - 13	03.12.87 - 23.02.88			KTB-Report 88-4			
	1988						
14							
15	04.03.	K880307	Ausfall				
16							
17	21.03.	K880322	22.03.	00:07	00:17	1759,9	
				00:49	00:59	1700	
				01:02	01:12	1650	
18	24.03.	K880325	25.03.	09:17	09:25		
19	02.05.	K880503	02.05.	19:36	19:46	1842	
			03.05.	00:45	00:55	1846	
				04:50	05:00	1850	
20	04.05.	K880505	04.05.	20:30	20:36	1871,5	
			05.05.	01:47	01:53	1877	
				07:07	07:12	1882	
				10:56	11:01	1885	
21 - 25	nicht belegt						
26	26.06.	K880627	27.06.	12:43	12:58	2433	
27	29.06.	K880629	29.06.	17:16	17:26	2453	
28	01.07.	K880701	01.07.	06:47	06:53	2481	
				07:42	07:52	2421	
29	02.07.	K880702	02.07.	16:24	16:34	2504	
30	03.07.	K880703	03.07.	12:28	12:38	2524	
31	04.07.	K880704	04.07.	Neigung defekt			



Temperatur und Neigungsaufzeichnung in der KTB
Vorbereitung im Bohrstrang bei einer Bohrteufe von ca.1550m
(Abstand vom Bohrmeißel = 6,5m)

KTB

4.3 Kaliber- Neigungs- und Orientierungsmessungen

Mit der Kalibersonde wird die Bohrlochwand mit vier Kaliberarmen abgetastet. Die gegenüberliegenden Arme sind zu einem Paar zusammengefaßt. Damit ergibt sich eine Aufzeichnung von zwei Kaliberkurven. Das Gerät enthält außerdem ein Neigungs- und magnetisches Orientierungsmeßsystem, um die Neigung und Richtung der Bohrung zu bestimmen. Diese Informationen werden kontinuierlich aufgezeichnet. Ein GRL dient auch hier der Teufenreferenz und das AMS der Meßsicherheit. In Abb. 4.3 ist ein Logbeispiel zu BGL/GRL/AMS dargestellt und in Tab. 4.3 sind alle bisher durchgeführten Messungen aufgelistet.

Die Kalibermessungen haben gezeigt, daß in den Bereichen zwischen 505 - 615 m, 630 - 765 m, 990 - 1170 m, 1380 - 1386 m, 1448 - 1475 m, 1530 - 1845 m (Ablenkungszone), 1870 - 1995 m, 2110 - 2180 m, 2234 - 2260 m, 2306 - 2320 m, 2390 - 2475 m, 2585 - 2600 m und 2645 - 2655 m Bohrlocherweiterungen aufgetreten sind. Eine wesentliche Vergrößerung einer Auskesselung konnte dabei meist nur bei den ersten Vergleichsmessungen nachgewiesen werden; später trat eine gewisse Stabilisierung ein. Einen entscheidenden Beitrag lieferten BGT-Messungen (als sog. technische Messungen) zur Kontrolle der Richtbohr- und Ablenkungsarbeiten und zur routinemäßigen Überwachung des Bohrlochverlaufes.

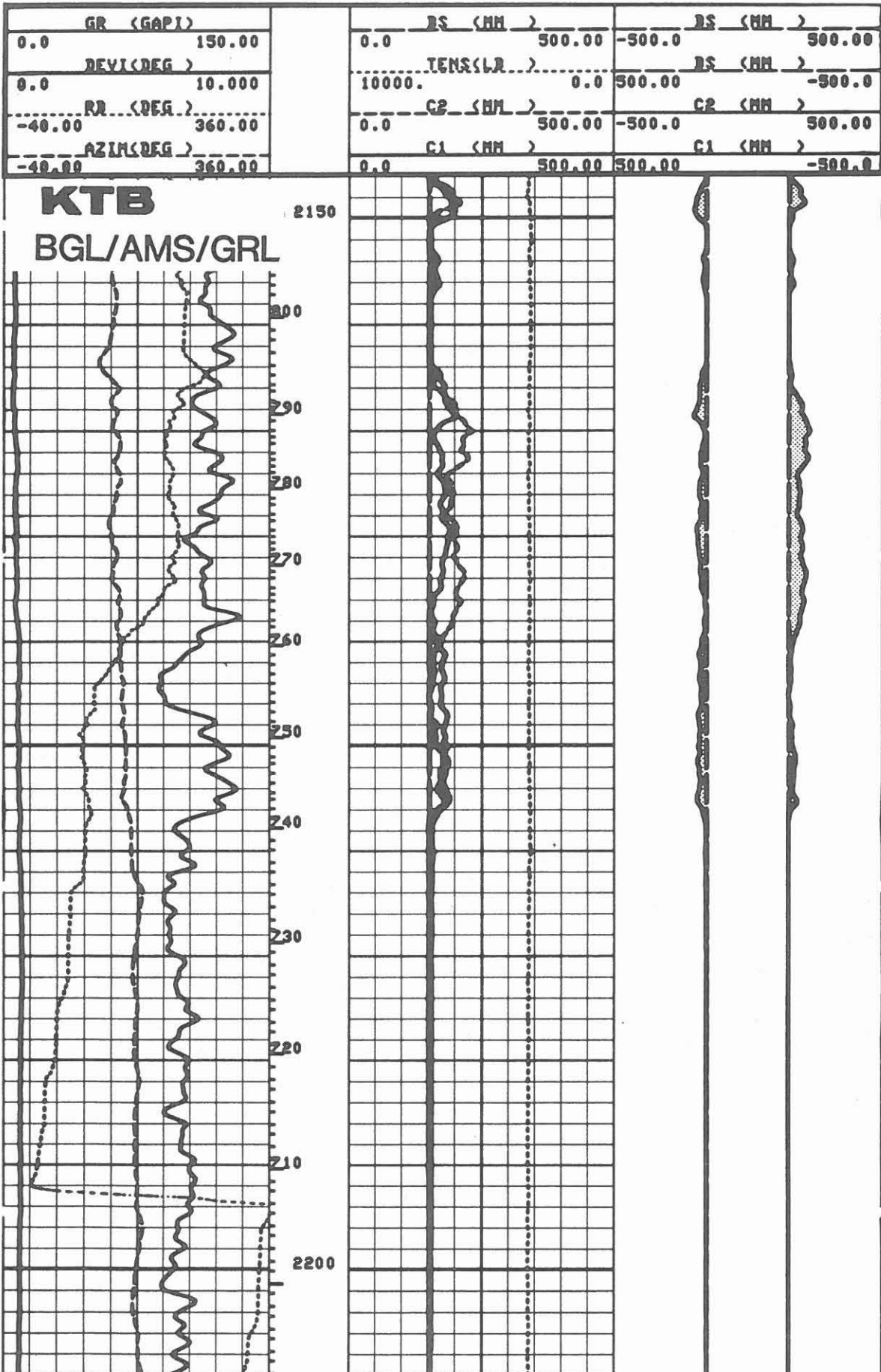
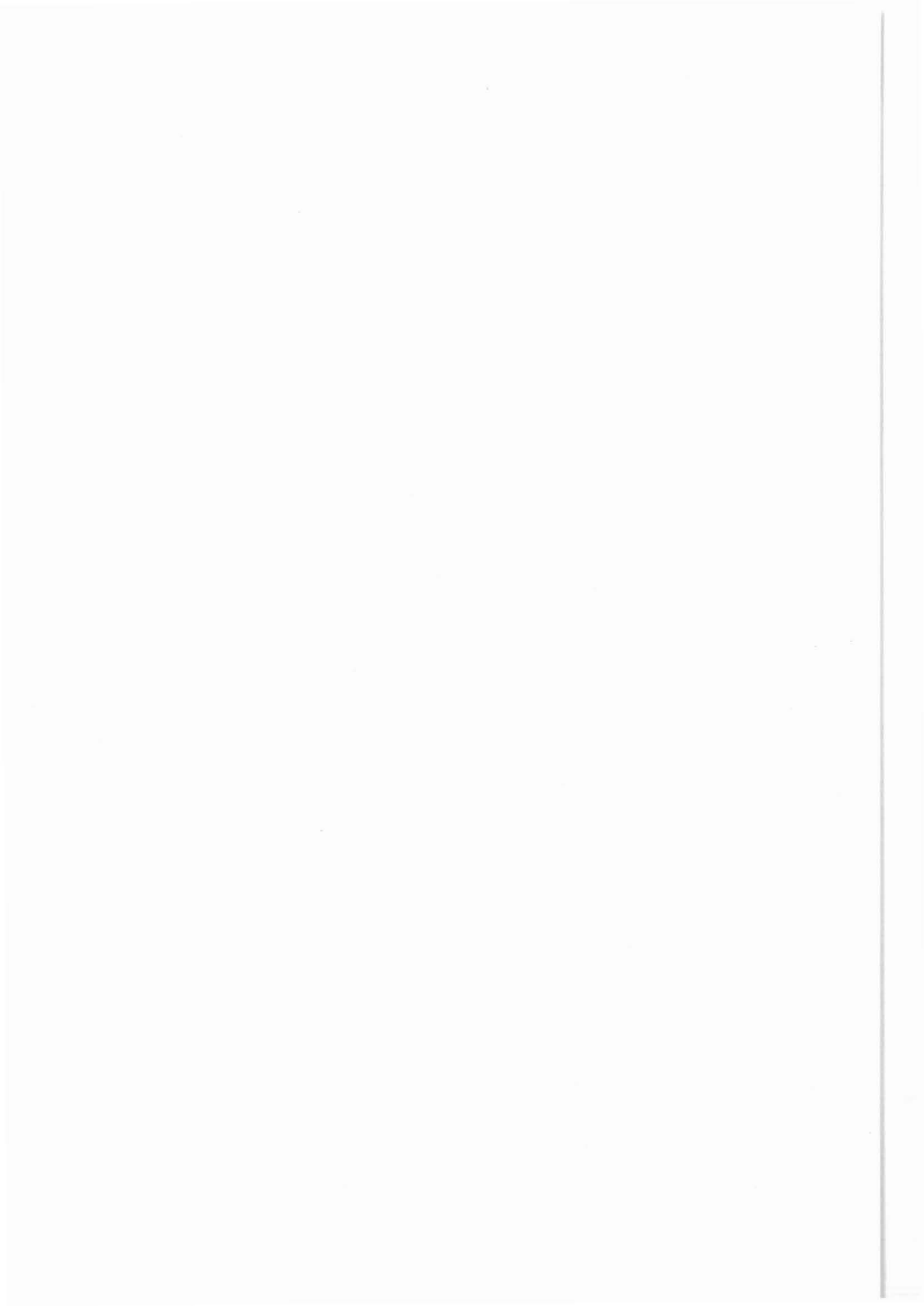


Tabelle 4.3: 4-Arm-Kalibermessungen mit KTB-Geräten BGT; Auflistung analog den Intervallen.

Datum	Lfd. Nr.	Run-Nr.	Meßintervall	Bemerkungen
26.09.87 - 24.10.87				KTB-Report 87-4 (VB- 2 - VB- 29)
19.11.87 - 23.02.88				KTB-Report 88-4 (VB-78 - VB-128)
1988				
08.03.	VB -146	53	450,0 - 1620,0	
18.03.	VB -148	54	445,0 - 1724,7	
26.03.	VB -150	55	449,0 - 1815,9	
08.04.	VB -153	56	449,5 - 1788,8	Einfahrt bis Kopf Fisch
15.04.	VB*-156	57	1500,0 - 1695,0	
18.04.	VB*-157	58	-	bei 526,0 m aufgestanden
20.04.	VB*-158	59	471,0 - 1720,0	Azimut zu niedrig
22.04.	VB*-159	60	441,0 - 1729,0	Ablenkkontrolle
23.04.	VB*-161	61	1597,0 - 1742,0	Ablenkkontrolle
29.04.	VB*-162	62	442,0 - 1804,0	Ablenkkontrolle
08.05.	VB*-164	63	448,0 - 1941,7	
17.05.	VB*-166	64	449,0 - 2042,0	
17.06.	VB*-190	73	450,0 - 2314,9	
26.06.	VB*-192	74	448,0 - 2432,0	
05.07.	VB*-194	75	449,0 - 2581,0	
09.07.	VB*-195	76	1990,0 - 2640,0	Richtbohrkontrolle
13.07.	VB*-197	77	-	nur Orientierung
15.07.	VB*-198	78	2495,0 - 2685,0	Richtbohrkontrolle
21.07.	VB*-201	79	450,0 - 2704,60	
01.08.	VB*-203	80	444,0 - 2789,0	
05.08.	VB*-205	81	450,0 - 2788,0	
12.08.	VB*-206	82	2500,0 - 2817,6	
26.08.	VB*-210	85	448,0 - 2923,2	



5. Vierte Meßserie bei 2200,6 m,
fünfte Meßserie bei 3009,7 m



5 VIERTE MEßSERIE BEI 2200,6 m, FÜNFTHE MEßSERIE BEI 3009,7 m

Die Messungen der vierten und fünften Meßserie wurden entsprechend dem Meßprogramm gemäß Abb. 1.2 dieses Berichtes ausgeführt.

Wegen der nunmehr erlangten hohen Priorität, der starken Nachfrage durch das Feldlabor und die Arbeitsgruppe in Gießen wurde das Geochemical Logging Tool (GLT) über die gesamte Strecke gefahren. Darüber hinaus erfolgten Messungen mit dem DLL, MSFL, DIL, CNL, NGT und SDT, obwohl dafür zunächst noch kein Sofortbedarf vorliegt. Die Messungen erfolgten im Sinne der Datensicherung.

Das gemäß Abb. 1.1 vorgesehene VSP wurde wegen der inzwischen auf ca. 5000 m projektierten Pilotbohrung bei ca. 2200 m zusammen mit dem SDT und LDT ausgeführt.

Für die Temperaturmessungen ließ sich das von der AGRU Geothermik vorgeschlagene Meßschema (KTB-Report 87-4, S. 31, Tab. 5.2) nicht einhalten. Der tatsächliche zeitliche Meßabstand kann der Tab. 5.1 entnommen werden.

Im folgenden wird - soweit möglich - von jeder Messung ein Ausschnitt aus dem Tiefenbereich von etwa 2185 - 2200 m oder 2975 - 3000 m kopiert, verkleinert und als Abbildung beige-fügt. Außerdem werden die aufgezeichneten Meßgrößen erläutert. Ergänzende Anmerkungen sollen die Informationen vervollständigen. Damit ist nicht nur eine möglichst vollständige Dokumentation beabsichtigt, sondern es wird versucht, zugleich einen möglichst umfassenden Überblick über das nunmehr zur Verfügung stehende Meßmaterial zu vermitteln. Interessenten sollten damit in die Lage versetzt werden, Meßmaterial für ihre Aufgabenstellung optimal auswählen und abrufen zu können.

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

Unter der Bezeichnung Datendichte ist die zeitliche Datenaufnahmefrequenz (Sampling Interval) je feststehendem Meßpunkt zu verstehen, z. B. Wellenzugaufnahme der Digital Sonic Messung. Ein Beispiel hierzu findet sich in Abb. 5.1.

Es ist zu berücksichtigen, daß bei fast allen Messungen von Sohle aufwärts gefahren wird. Ausnahmen sind die Messungen, die das Verhalten in einer ungestörten Spülungssäule messen, z.B. TEMP oder TEMP-SAL.

Tabelle 5.1: Beginn der Temperaturmessungen nach Beendigung der Spülungszirkulation in Stunden (h).

Vierte Meßserie (2200,6 m)

Meßbeginn ab Einfahrt:

19,0 23,8 33,6 54,3 76,8 99,1 145,5 159,4

Meßbeginn im Bohrlochtiefsten:

22,1 26,1 35,8 57,5 77,9 99,9 148,3 -

Fünfte Meßserie (3009,7 m)

Meßbeginn ab Einfahrt:

31,0 35,75 88,1 133,7

Meßbeginn im Bohrlochtiefsten:

33,35 40,25 89,95 134,75

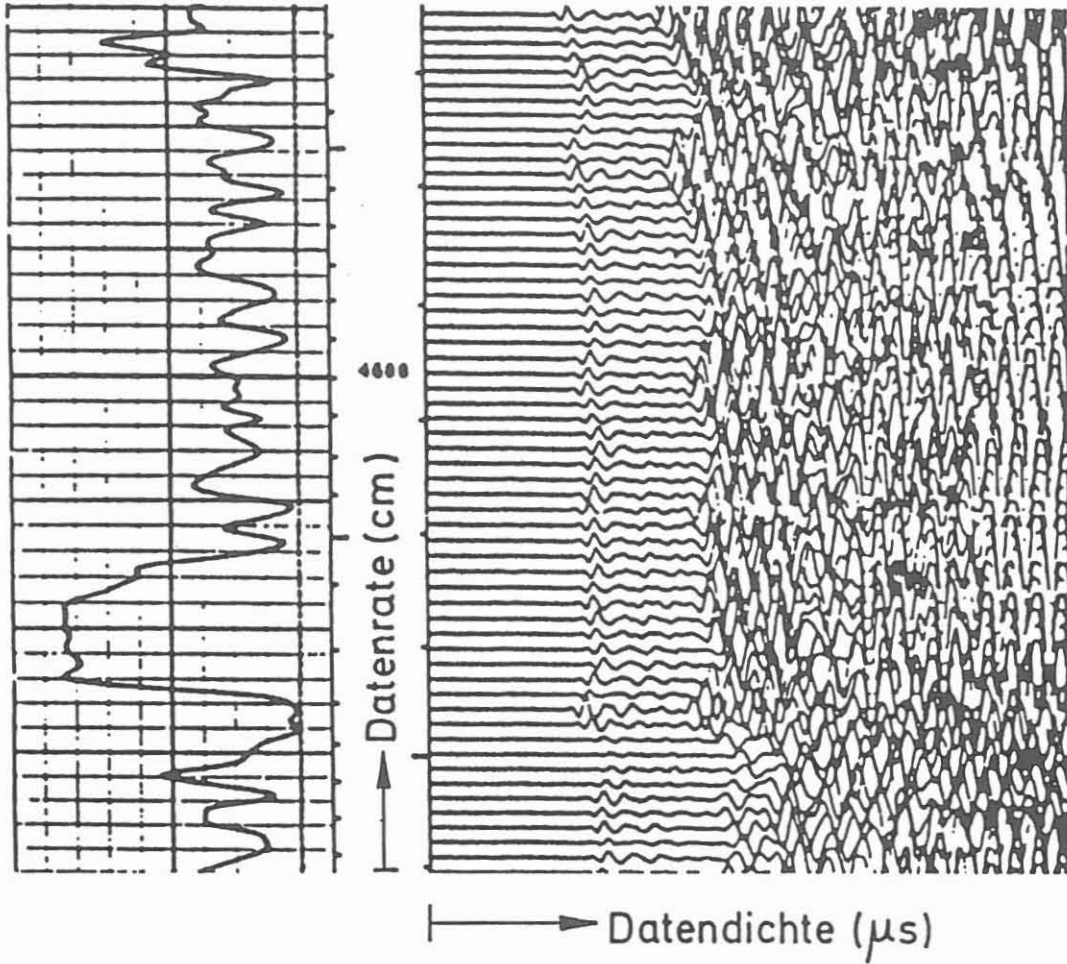


Abb. 5.1

Für die in den KTB-Reporten 87-4 und 88-4 dokumentierten Meßabschnitte wurden keine Kopien eines Filmkopfes gegeben. Für die Auswertung der Bohrlochmeßdaten sind die auf dem Filmkopf dargestellten Informationen jedoch wichtig. Die Abbildungen 5.2a - 5.2e geben die Daten für die fünf bisher durchgeführten Meßserien bei 478,0 m, 992,0 m, 1525,0 m, 2200,6 m und 3009,7 m wieder.



		KTB-OPF-VB DLL-MSFL-GR	
 Field Log			
COMPANY: NIEDERSAECHSISCHES LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG WELL: KTB-OPF-VB FIELD: OBERPFALZ KREIS: NEUSTADT/WH LAND: BAYERN NATION: B. R. D. LOCATION: NAABDEMENREUTH WINDISCHESENACH		OTHER SERVICES- SDT-GR LDL-CNL-NGS FMS-SHDT BHTV GLT SP-GR	
LATITUDE: HW:55 19 865 LONGITUDE: RW:45 08 590		PROGRAM TAPE NO: 29.620A	
PERMANENT DATUM: ACKERSOEHLE ELEV. OF PERM. DATUM: 513.5 M LOG MEASURED FROM: ACKERSOEHLE 0.0 M ABOVE PERM. DATUM DRLG. MEASURED FROM: ACKERSOEHLE		ELEVATIONS- KB: 7.4 M DF: 0.0 M GL: 0.0 M	
DATE: 26 OCT 87 RUN NO: 1			
DEPTH-DRILLER: 478.5 M DEPTH-LOGGER: 478.5 M BTM. LOG INTERVAL: 478.0 M TOP LOG INTERVAL:			
CASING-DRILLER: 27.4 M CASING-LOGGER: 27.4 M CASING: 13-3/8"K55 HEIGHT: 54.5000 LB/F BIT SIZE: 17-1/2" 10-5/8" DEPTH: 27.5 M 478.5 M			
TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL DENSITY: 1.03 G/C3 VISCOSITY: 4962 S PH: 9.3 FLUID LOSS: 30.8 C3 SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF RM: 4.900 OHMM AT 13.0 DEGC RMF: 5.250 OHMM AT 13.0 DEGC RMC: 3.631 OHMM AT 13.0 DEGC SOURCE RMF/RMC: PRESS/PRESS RM AT BHT: 4.177 OHMM AT 19.0 DEGC RMF AT BHT: 4.475 OHMM AT 19.0 DEGC RMC AT BHT: 3.095 OHMM AT 19.0 DEGC TIME CIRC. STOPPED: 12:30 26/10 TIME LOGGER DN BTM.: 20:50 26/10 MAX. REC. TEMP: 19.0 DEGC LOGGING UNIT NO: 701 LOGGING UNIT LOC: KTB RECORDED BY: G. OPOKA, E. KUHR WITNESSED BY: HR. DRAXLER, ZDTH			
REMARKS: GEBOHRT BIS 12:00 26/10/87 GERAET ZENTRIERT GEFAHREN. THERMOMETER UNTEN AM GERAET (BEHAELTER 50 CM). GEMESSEN MIT PROGRAM OHNE BEGRENZUNGEN AUF LLD UND MSFL. TEMPERATUR 19.1 GRAD MIT MAXIMALTHERMOMETER UM 20:50.			
EQUIPMENT NUMBERS- SGC-SA 1247 AMM ENP-04 DLC-D 856 DLS-F 796 SRE-E 727 SRS-D 755 TCC-A 458 TCM-AB 449 LCM-A 740			

Abb. 5.2a

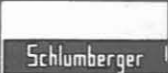

		KTB-DPF-VB #4-PADS FMST -GR# 21/12/87	
			
COMPANY: NIEDERSAECHSISCHE LANDESAMT F BODENFORSCHUNG WELL: KTB-OBEPFALZ-VORBOHRUNG FIELD: OBERPFALZ KREIS: NEUSTADT/WN LAND: BAYERN NATION: B.R.D. LOCATION: NAABDEMENREUTH WINDISCHESCHENBACH LATITUDE: HW:55 19 865 LONGITUDE: RW:45 08 590 PERMANENT DATUM: ACKERSONHLE ELEVATIONS- ELEV. OF PERM. DATUM: 513.5 M KB: LOG MEASURED FROM: ACKERSONHLE DF: 7.4 M ABOVE PERM. DATUM GL: 513.5 M DRLG. MEASURED FROM: ACKERSONHLE DATE: 20 DEC 87 RUN NO: 2		OTHER SERVICES- BHTV-GR FMST DLL-MSFL-GR SP PROGRAM TAPE NO: 29.749	
DEPTH-DRILLER: 992.0 M DEPTH-LOGGER: 992.0 M BTM. LOG INTERVAL: 992.0 M TOP LOG INTERVAL: 479.5 M CASING-DRILLER: 27.4 M 478.0 M 479.5 M CASING-LOGGER: 27.4 M 479.5 M CASING: 13-3/8"K55 8-5/8"K55 7" K55 WEIGHT: 54.5000 LB/F 32.0000 LB/F 29.0000 LB/F BIT SIZE: 17-1/2" 10-5/8" DEPTH: 27.5 M 478.5 M			
TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL DENSITY: 1.02 G/C3 VISCOSITY: 3327 S PH: 9.3 FLUID LOSS: 43.6 C3 SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF RM: 13.40 OHMM AT 16.0 DEGC RMF: AT RMC: AT SOURCE RMF/RMC: PRESSE/PRESSE RM AT BHT: 9.584 OHMM AT 31.0 DEGC RMF AT BHT: AT 31.0 DEGC RMC AT BHT: AT 31.0 DEGC TIME CIRC. STOPPED: 12:10 19/12 TIME LOGGER ON BTM.: 23:26 20/12 MAX. REC. TEMP: 31.0 DEGC LOGGING UNIT NO: 701 LOGGING UNIT LOC: KTB RECORDED BY: KUEHR/STILLER WITNESSED BY: ZOTH			
REMARKS: GEBOHRT BIS 12:10 19/12 GERAET ZENTRIERT,OHNE KNUCKLE GEFAHREN ALLE MESSUNGEN MIT GAIN=2 UND AUTO-VOLT GEFAHREN MAGN DECLINATION= 0 GRAD MESSUNG MIT 4-PAD FMST EP GEFAHREN			
EQUIPMENT NUMBERS- TCC-A 408 AMS- 1720 SGC-SA 87 4-FMST EP GPIC-A 787			

Abb. 5.2b



		KTB-OPF-VBI #BGT-GR-AMS# 27/2/88	
			
COMPANY: NIEDERSAECHSICHES LANDESAMT F BODENFORSCHUNG WELL: KTB-OPF-VB FIELD: OBERPFALZ KREIS: NEUSTADT/WH LAND: BAYERN NATION: B.R.D. LOCATION: WINDISCHESCHENBACH LATITUDE: HW:55 19 865 LONGITUDE: RW:45 08 590 PERMANENT DATUM: ACKERSOHLE ELEVATIONS- ELEV. OF PERM. DATUM: 513.5 M KB: LOG MEASURED FROM: ACKERSOHLE DF: 7.4 M ABOVE PERM. DATUM GL: 513.5 M DRG. MEASURED FROM: ACKERSOHLE DATE: 27 FEB 88 RUN NO: 49		OTHER SERVICES- TEMP-GR- AMS PROGRAM TAPE NO: 30.4	
DEPTH-DRILLER: 1529.4 M DEPTH-LOGGER: 1526.1 M BTM. LOG INTERVAL: 1525.1 M TOP LOG INTERVAL: 465.0 M CASING-DRILLER: 27.4 M 470.0 M 479.5 M CASING-LOGGER: 27.4 M 479.5 M CASING: 13-3/8"K55 8-5/8" 7" K55 WEIGHT: 54.5000 LB/F 32.0000 LB/F 29.0000 LB/F BIT SIZE: 17-1/2" 10-5/8" DEPTH: 27.5 M 470.5 M			
TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL DENSITY: 1.02 G/C3 VISCOSITY: 3630 S PH: 9.4 FLUID LOSS: 40.0 C3 SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF RM: 0.500 DHMM AT 15.0 DEGC RMF: 9.500 DHMM AT 15.0 DEGC RMC: 6.050 DHMM AT 15.0 DEGC SOURCE RMF/RMC: PRESSE/PRESSE RM AT BHT: 4.020 DHMM AT 43.0 DEGC RMF AT BHT: 5.307 DHMM AT 43.0 DEGC RMC AT BHT: 3.004 DHMM AT 43.0 DEGC TIME CIRC. STOPPED: 10:00 27/02 TIME LOGGER ON BTM.: 22:21 27/02 MAX. REC. TEMP: 43.0 DEGC LOGGING UNIT NO: 701 LOGGING UNIT LOC: KTB RECORDED BY: DE GREFFE WITNESSED BY: MADER			
REMARKS: GEBORHT BIS 04:00 27/02/88 OBERFL.TEMP: 0 GRAD C 22:00 27/02			
EQUIPMENT NUMBERS- TCM-AB 449 TCC-B 190 SGC-SA 1247 AME-AA 1720 BGC-BX 010 HDH-J 760 BGS-AB 027			

Abb. 5.2c

Schlumberger		KTB-DPF-VB1A *SP-GR* 30/5/88	
CSU Field Log			
COMPANY: NIEDERSAECHSISCHES LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG WELL: KTB-DPF-VB1A FIELD: OBERPFALZ KREIS: NEUSTADT/WH LAND: BAYERN NATION: BRD LOCATION: NAABDEMENREUTH WINDISCHESCHENBACH LATITUDE: HW:55 19 865 LONGITUDE: RW:45 08 590 PERMANENT DATUM: ACKERSOEHLE ELEVATIONS- ELEV. OF PERM. DATUM: 513.5 M KB: LOG MEASURED FROM: ACKERSOEHLE DF: 7.4 M 0.0 M ABOVE PERM. DATUM GL: 513.5 M DRLG. MEASURED FROM: ACKERSOEHLE		OTHER SERVICES- TEMP-GR-AMS BGL-GR-AMS, FS PROGRAM TAPE NO: 30.4 SERVICE ORDER NO: VB-00169	
DATE: 30 MAY 88 RUN NO: 65			
DEPTH-DRILLER: 2200.6 M DEPTH-LOGGER: 2202.0 M BTM. LOG INTERVAL: 2201.9 M TOP LOG INTERVAL: 479.5 M CASING-DRILLER: 27.4 M 478.0 M 479.5 M CASING-LOGGER: 27.4 M 479.5 M CASING: 13-3/8"K55 8-5/8"K55 7" K55 WEIGHT: 54.5000 LB/F 32.0000 LB/F 29.0000 LB/F BIT SIZE: 17-1/2" 10-3/8" DEPTH: 27.5 M 478.5 M			
TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL DENSITY: 1.03 G/C3 VISCOSITY: 5149 S PH: 10.8 FLUID LOSS: 29.0 C3 SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF RM: 3.420 DHMM AT 15.0 DEGC RMF: 3.680 DHMM AT 15.0 DEGC RMC: 2.930 DHMM AT 15.0 DEGC SOURCE RMF/RMC: PRESSE/PRESSE RM AT BHT: 1.447 DHMM AT 65.0 DEGC RMF AT BHT: 1.557 DHMM AT 65.0 DEGC RMC AT BHT: 1.240 DHMM AT 65.0 DEGC TIME CIRC. STOPPED: 12:00 29/5 TIME LOGGER ON BTM.: 19:30 30/5 MAX. REC. TEMP: 65.0 DEGC LOGGING UNIT NO: 701 LOGGING UNIT LOC: KTB RECORDED BY: KUEHR WITNESSED BY: MADER			
REMARKS: OBERFL. TEMP 20 GRAD C. (17:30 30/5 GEKERNT BIS 06:00 29/5/88			
EQUIPMENT NUMBERS- NSM-A 792 IEM-DA 1712 SGC- SP			

Abb. 5.2d



	KTB-OPF-VB1A "LDL-CNL-NGS" 8.9.88	
 Field Log		
COMPANY: NIEDERSAECHSISCHES LANDESAMT F. BODENFORSCHUNG WELL: KTB-OPF-VB1A FIELD: OBERPFALZ KREIS: NEUSTADT/WN LAND: BAYERN NATION: BRD LOCATION: NAABDEMENREUTH WINDISCHESCHENBACH LATITUDE: HW:55 19 865 LONGITUDE: RW:45 08 590 PERMANENT DATUM: ACKERSOEHLE ELEVATIONS- ELEV. OF PERM. DATUM: 513.5 M KB: LOG MEASURED FROM: ACKERSOEHLE DF: 7.4 M 0.0 M ABOVE PERM. DATUM GL: 513.5 M DRLG. MEASURED FROM: ACKERSOEHLE	OTHER SERVICES- DLL-MSFL DIT-E SDT-GR GLT FMS4 TDT-P PROGRAM TAPE NO: 29.760C SERVICE ORDER NO: VB-00220	
DATE: 8 SEP 88 RUN NO: 4		
DEPTH-DRILLER: 3009.7 M DEPTH-LOGGER: 3011.5 M BTM. LOG INTERVAL: 3010.0 M TOP LOG INTERVAL: 2150.0 M CASING-DRILLER: 27.4 M 478.0 M 479.5 M CASING-LOGGER: 27.4 M 479.5 M CASING: 13-3/8"K55 8-5/8"K55 7" K55 WEIGHT: 54.5000 LB/F 32.0000 LB/F 29.0000 LB/F BIT SIZE: 17-1/2" 10-5/8" DEPTH: 27.5 M 478.5 M		
TYPE FLUID IN HOLE: DEHYDRIL DENSITY: 1.03 G/C3 VISCOSITY: 4840 S PH: 10.4 FLUID LOSS: 26.0 C3 SOURCE OF SAMPLE: UMLAUF RM: 4.640 DHMM AT 16.0 DEGC RMF: 5.950 DHMM AT 16.0 DEGC RMC: 4.530 DHMM AT 16.0 DEGC SOURCE RMF/RMC: PRESSE/PRESSE RM AT BHT: 1.579 DHMM AT 89.0 DEGC RMF AT BHT: 2.025 DHMM AT 89.0 DEGC RMC AT BHT: 1.542 DHMM AT 89.0 DEGC TIME CIRC. STOPPED: 17:30 5 SEPT TIME LOGGER ON BTM.: 03:05 8 SEPT MAX. REC. TEMP: 89.0 DEGC LOGGING UNIT NO: 701 LOGGING UNIT LDC: KTB RECORDED BY: OPDKA/KUEHR WITNESSED BY: ZOTH		
REMARKS: GEBOHRT BIS 05:30 5 SEPT GERAET EXZENTRIERT GEFAHREN. EPITHERMAL NEUTRON MITGEFAHREN: SIEHE SEPARATE FILM MAX. TEMP VON VORHERGEMESSENE TEMP/SAL MESSUNG		
EQUIPMENT NUMBERS- NSC-E 1808 PGD-G 874 DRS-C 5995 TCC-B 190 TCM-AB 449 CNC-GA 74 NGC-C 2751 NGD-B 851		

Abb. 5.2e

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

Ausführender: KTB/NLFB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall Messung	
			im Hängen	stationär
VB - 31 - VB - 59		26.10.87 - 05.11.87	KTB-Report 87-4	
VB - 93 - VB - 102		20.12.87 - 04.01.88	KTB-Report 88-4	
VB - 129 - VB - 142		27.02.87 - 02.03.88	KTB-Report 88-4	
VB*-167	30.05.88	65/1	439,8 - 2201,5 m	2200,8 m
VB*-167	30.05.88	65/2	962,8 - 2201,5 m	2200,8 m
VB*-170	30.05.88	66	972,9 - 2203,0 m	2202,0 m
VB*-175	01.06.88	68	439,0 - 2203,7 m	2201,1 m
VB*-178	02.06.88	69	1757,0 - 2202,4 m	2200,9 m
VB*-181	03.06.88	70	1784,0 - 2203,0 m	2201,0 m ¹⁾
VB*-183	04.06.88	71	460,0 - 2204,0 m	2202,0 m
VB*-187	05.06.88	72	1784,0 - 2204,0 m	2202,0 m
VB*-211	05.09.88	86	1920,0 - 3014,5 m	3011,5 m ¹⁾
VB*-212	05.09.88	86	460,0 - 3012,9 m	3012,5 m ¹⁾
VB*-215	06.09.88	86	2475,0 - 3012,5 m	3011,1 m
VB*-221	08.09.88	87	1988,0 - 3012,5 m	3011,1 m
VB*-226	10.09.88	88	2477,7 - 3012,5 m	3012,0 m ¹⁾
VB*-228	14.09.88	89	1485,0 - 2985,5 m	2988,2 m ¹⁾

¹⁾ TEMP-SAL Sonde

Beispiele:

Einzelmessung im Hängen gemessen, Run 65; siehe Abb. 5.3.

Meßziel:

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

Durchführung:

Die Messungen wurden von Zwischenteufe bis Endteufe im Hängen (im Abwärtsfahren) gefahren. Außerdem wurde auf der Bohrlochsohle die Sonde 90 Minuten stationär gehalten und die Temperatur gegen die Zeit registriert. Die Messungen sind zeitlich in das von der AGRU Geothermik vorgegebene Programm entsprechend den Möglichkeiten eingegliedert worden. Mit diesen Wiederholungsmessungen wurde die Temperaturrückbildung beobachtet, um auch zusätzliche Informationen über eventuelle Zufluß- und/oder Verlustzonen zu erhalten.

Teufenmaßstab 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

Technische Anmerkungen:

Das Meßgerät besteht aus zwei Sensoren TMP1 und TMP2, die im Abstand von 1,20 m voneinander entfernt angeordnet sind. Es sind Temperaturfühler mit einer Meßgenauigkeit von $\pm 0,05$ °C. Als weiterer Temperatursensor steht der des AMS in einem Abstand von 9,65 m (MTEM) zur Verfügung. Bei der Messung im Hängen wird die Temperatur der Sensoren TMP1, TEMP2 und MTEM aufgezeichnet (Abb. 5.3). Bei der stationären Messung befinden sich diese Temperaturfühler dann in 0,02 m (TEMP1), in 1,22 m (TEMP2) und in 9,75 m (MTEM) über der Bohrlochsohle. Ein unterschiedliches Verhalten bei gleicher Empfindlichkeit ist deutlich zu erkennen.

Eine Zusammenspielung der Temperaturmessungen während der 4. Meßserie ist in Abb. 5.4 gegeben.

Das TEMP-SAL-Gerät ist in Abschnitt 8 unter 8.1 erläutert.
Datenrate: 15 cm.

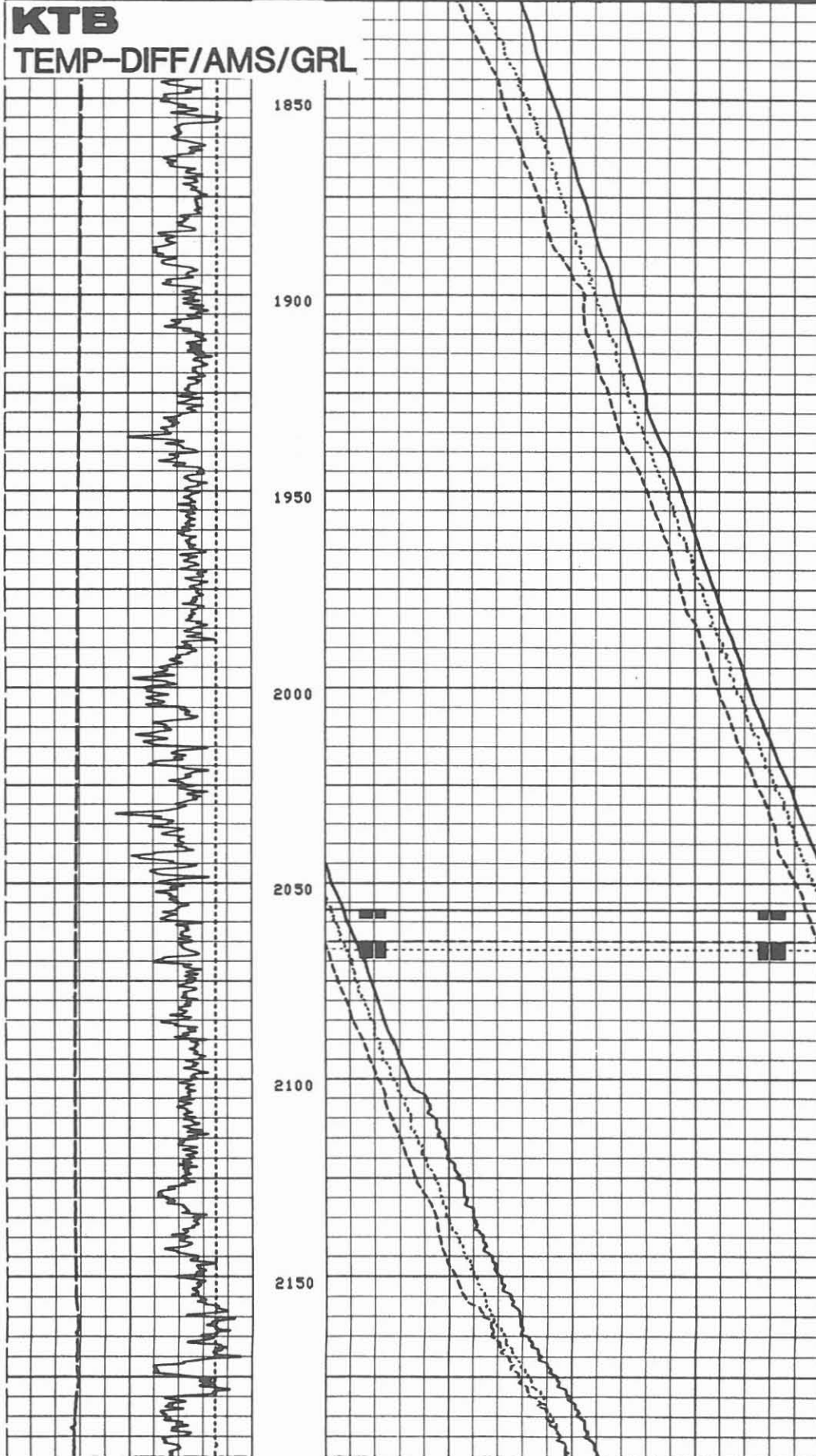
Abkürzungen:

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
GR	Gamma Ray	(GAPI)	Gammastrahlung	API-Einheiten
MRES	Resistivity	(OHMM)	Widerstand	Ohm m
MTEM	Mud Temperature	(DEGC)	Spülungstemperatur	°C
TEMP1	Temperature	(DEGC)	Temperatur	°C
TEMP2	Temperature	(DEGC)	Temperatur	°C
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	engl. Pfund

0.0	GR (GAPI)	150.00	50.000	HTEN(DEGC)	60.000
10000.	TENS(LB)	0.0	50.000	TMP1(DEGC)	60.000
0.0	HRES(DHMM)	5.0000	50.000	TMP2(DEGC)	60.000

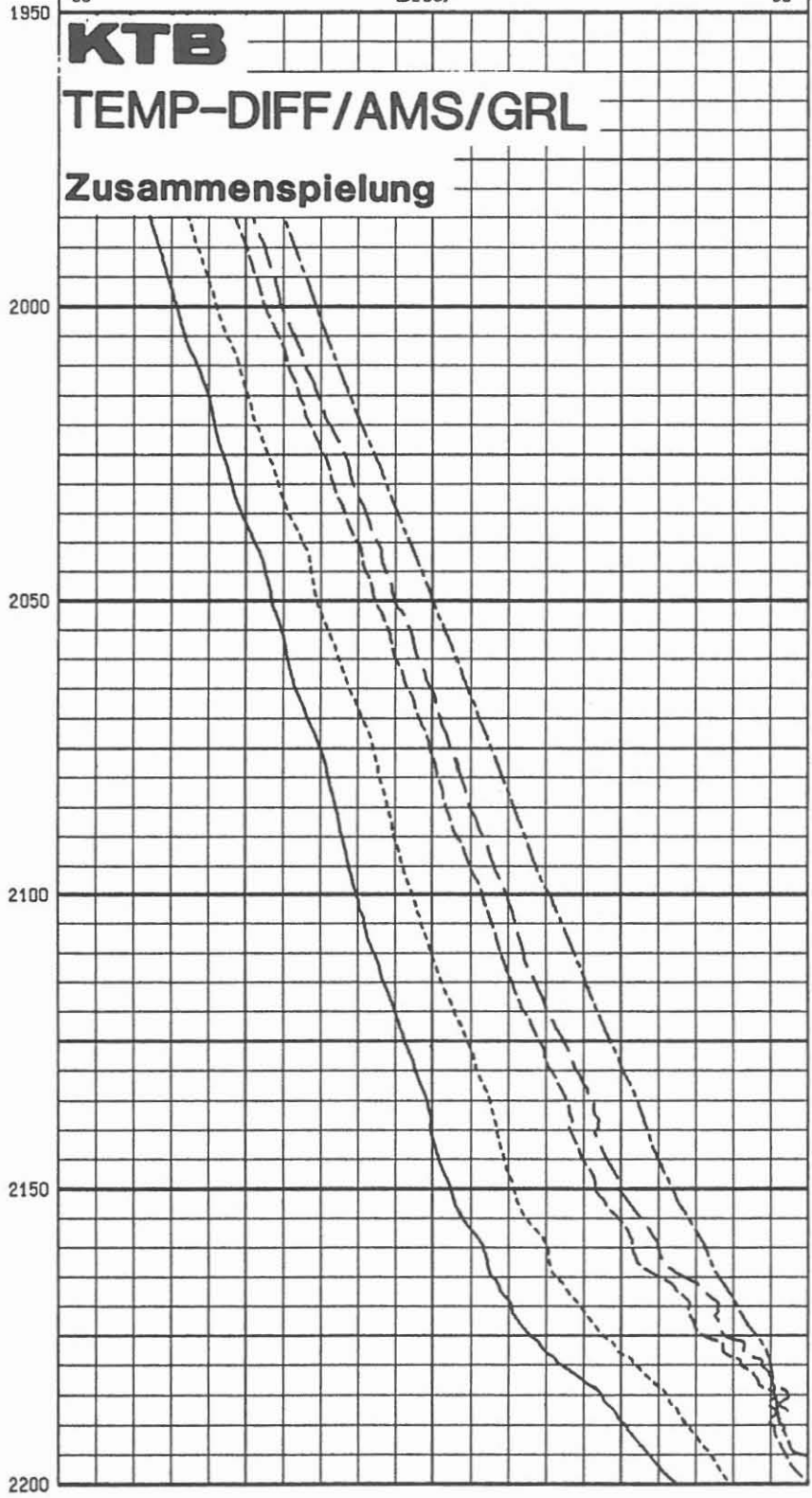
KTB

TEMP-DIFF/AMS/GRL



TMP1	VB*-0167 (26 h)	
56	(DEGC)	66
TMP1	VB*-0170 (36 h)	
56	(DEGC)	66
TMP1	VB*-0175 (67 h)	
56	(DEGC)	66
TMP1	VB*-0178 (88 h)	
56	(DEGC)	66
TMP1	VB*-0183 (158 h)	
56	(DEGC)	66

Abb. 5.4



TEMP-SAL/AMS/GR (Temperaturmessung/Salinitätsmessung/
Auxiliary Measurement System/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall Messung	
			im Hängen	stationär
VB*-181	03.08.88	70	1870,0 - 2202,0 m	2201,0 m
VB*-189	17.06.88	73	1799,0 - 2319,0 m	2316,0 m
VB*-212	05.09.88	86	460,0 - 3012,9 m	3012,5 m
VB*-228	14.09.88	89	1485,0 - 2989,5 m	2988,1 m

Beispiele:

Einzelmessung im Hängen registriert, Run 70; siehe Abb. 5.5.

Meßziel:

Außer der Temperatur soll auch mit Hilfe eines "Salinometers" die Leitfähigkeit der Spülung kontinuierlich gemessen werden. Sollten Zuflüsse auftreten, ist zu erwarten, daß sich die Leitfähigkeit und damit auch die Salinität der Spülung ändern.

Durchführung:

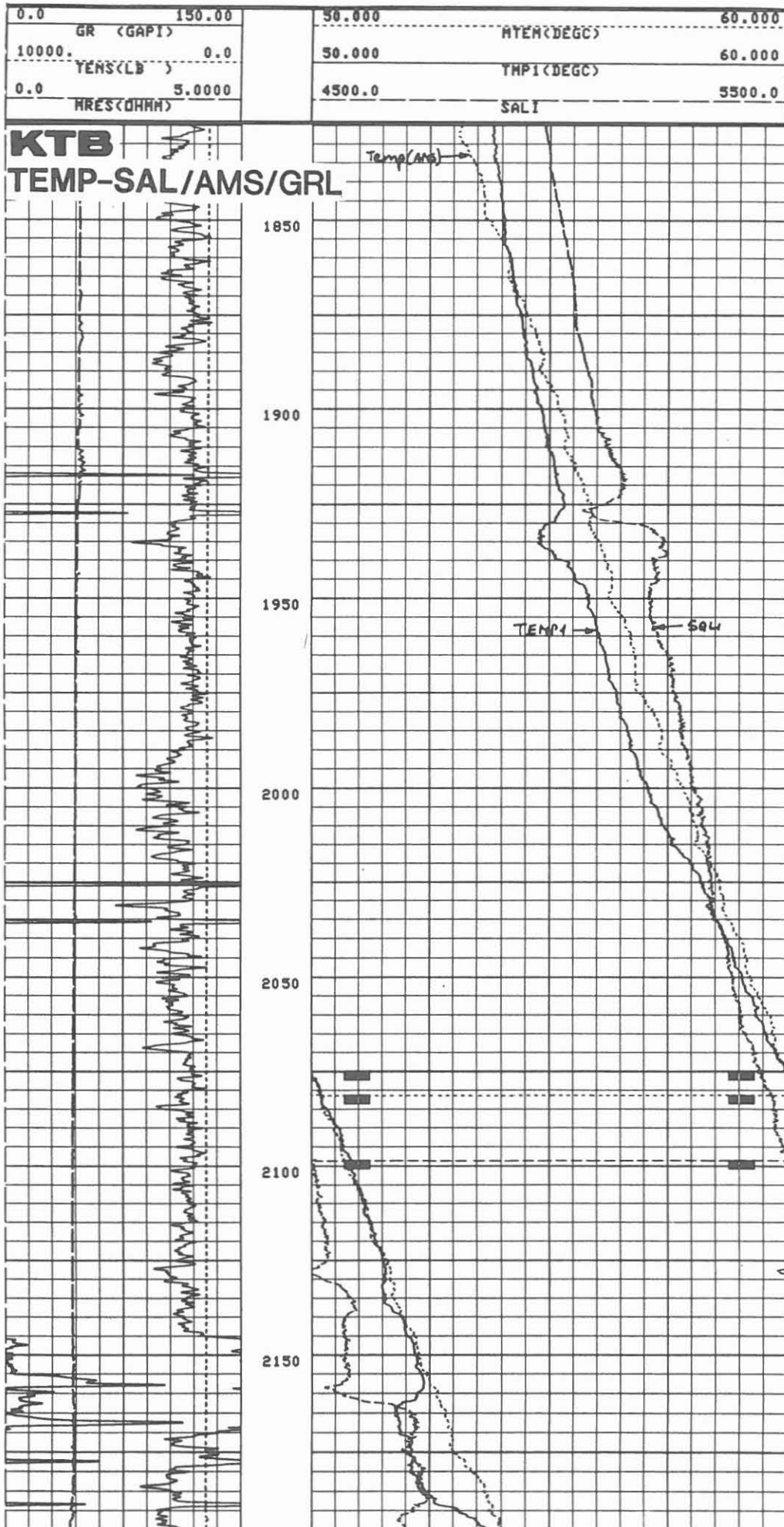
Die Messung wird im Hängen registriert, um Veränderungen in der Spülungssäule sowohl in der Leitfähigkeit wie auch Temperatur zu erkennen. Zufluß- und/oder Verlustzonen können mit diesem Meßsystem gut lokalisiert werden. Teufenmaßstab 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

Technische Anmerkungen:

Das Temperaturmeßsystem AMS und GR ist bereits unter TEMP-DIFF/AMS/GR besprochen worden. Das Salinometer (SAL) ist ein hochauflösendes Leitfähigkeitsmeßsystem, um die Flüssigkeit in der Bohrung zu messen. Eine Gerätebeschreibung ist in Kapitel 8.1 gegeben.
Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
SAL	-	Leitfähigkeit (=Salinität) $\mu\text{s/cm}$



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

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB - 32, VB - 69	26.10.	- 05.11.87	KTB-Report 87-4
VB - 94 - VB-130	20.12.87	- 27.02.88	KTB-Report 88-4
VB*-168	30.05.88	65	450,0 - 2201,6 m
VB*-184	05.06.88	71	450,0 - 2201,6 m
VB*-213	06.09.88	86	450,0 - 3011,0 m
VB*-231	16.09.88	89	450,0 - 2990,0 m

Beispiel:

Run Nr. 71, Abb. 5.6.

Meßziel:

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

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:

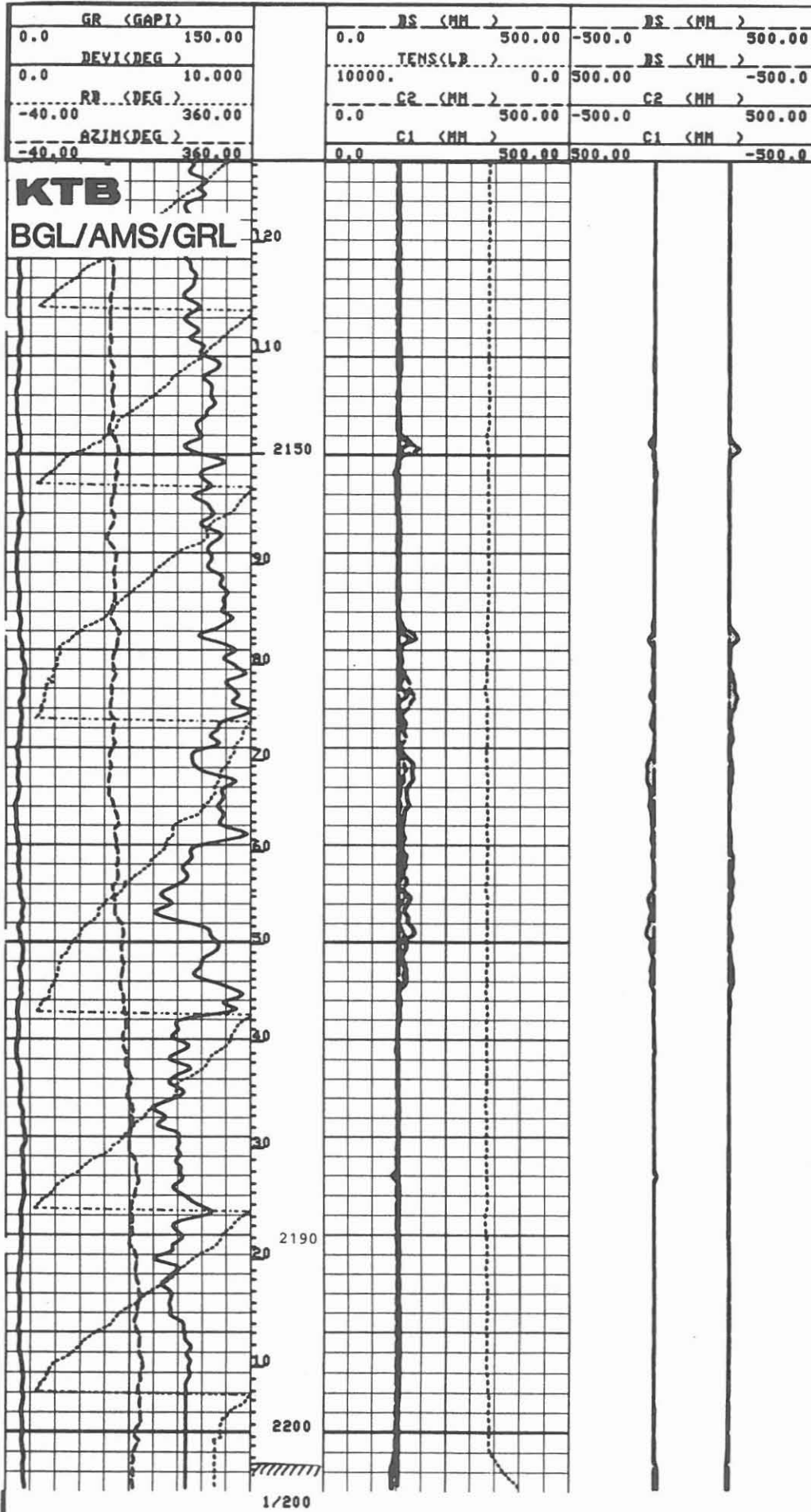
Das Meßsystem wird zentriert eingefahren. Je zwei gegenüberliegende Kaliberarme sind zu einem Meßpaar zusammengefaßt. Außerdem besitzt dieses Meßgerät ein Neigungs- und magnetisches Orientierungssystem. Über ein potentiometer-kontrolliertes Pendel wird die Neigung der Bohrung gemessen. Ein Kompaß ermittelt 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. 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, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>	
BS	Bit Size	(MM) Meißelgröße	mm
C1	Caliper 1	(MM) Kaliber 1	mm
C2	Caliper 2	(MM) Kaliber 2	mm
DEVI	Deviation	(DEG) Neigung	Grad
HAZI	Hole Azimuth	(DEG) Bohrlochazimut	Grad
GR	Gamma Ray	(GAPI) Gammastrahlung	API-Einheiten
RB	Relative Bearing	(DEG) Referenz	Grad
TENS	Tension	(LB) Gewicht am Kabel	Pfund

Abb. 5.6



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 33	26.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB - 99	21.12.87	2	KTB-Report 88-4
VB -131	28.02.88	3	KTB-Report 88-4
VB*-180	02.06.88	4	1500,0 - 2197,5 m
VB*-219	07.09.88	5	2150,0 - 3010,5 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135,0 - 2197,5, Abb. 5.7.

Die Gammastrahlenmessung zeigt über den Bereich von 2179,3 - 2145,5 m erhöhte Strahlung, weil das Gebirge noch von der GLT-Messung aktiviert ist.

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 MSFL, CAL und AMS 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 nur im Rechenzentrum der Service-Firma möglich.

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

Technische Anmerkungen:

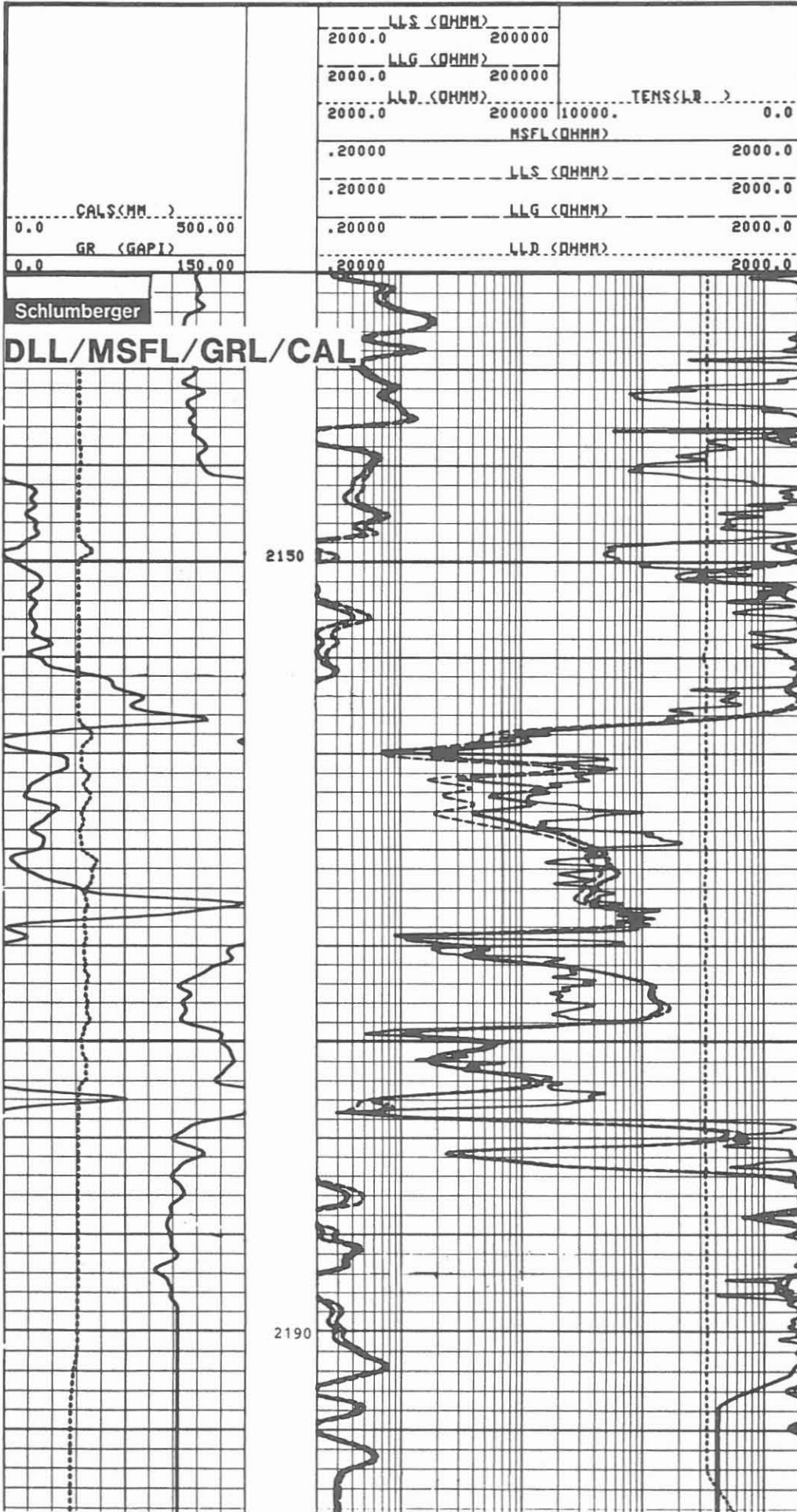
Es wurde das Dual Laterolog DLT-E eingesetzt. Dieses Gerät registriert 3 Laterologkurven, das Laterolog-Shallow (LLS), Laterolog-Deep (LLD) und Laterolog-Groningen (LLG). Das LLS arbeitet mit einer Frequenz von 270 Hz, das LLD und LLG mit 32 Hz. Die Referenzelektrode "N" ist für LLD am Kabel und für LLG an Elektrode VI am Bridle befestigt.

Datenrate Dual Laterolog: 15 cm und Microspherical Focused Log: 5 cm.

Abkürzungen:

englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
BS	Bit Size (MM)	Meißelgröße	mm
CALS	Caliper (MM)	Kaliber	mm
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
MSFL	Microspherical Focused Log	mikrosphärisch fokussierte Messung	Ohm m

Abb. 5.7



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -35	27.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB*-171	31.05.88	2	479,5 - 2200,0 m
VB*-223	08.09.88	3	2150,0 - 3009,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 2135,0 - 2200,0 m, Abb. 5.8.

Meßziel:

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

Durchführung:

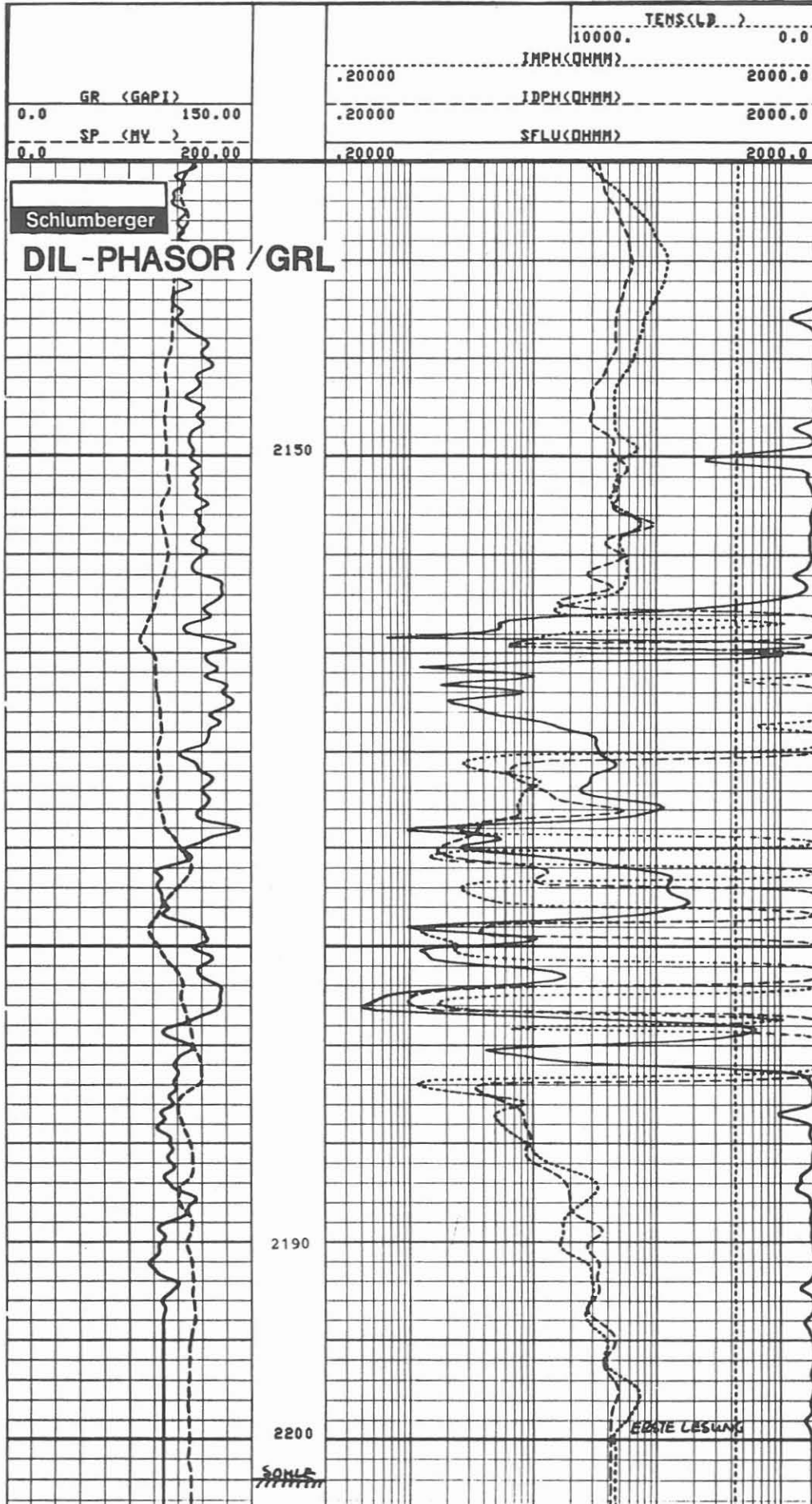
Mit der Leitfähigkeitsmessung DIL wurde auch das Eigenpotential SP registriert. Das SP zeigt Schwankungen, die bis zu 100 MV erreichen. Die Beeinflussung der Widerstandswerte (R-Signal) durch die Auskesselungen ist groß und muß korrigiert werden. Dies erfolgt im Rechenzentrum der Service-Firma, die auch die Rückspielung und Berechnung des "Phasor Logs" (X-Signal) durchführt. Einige Zonen haben hohe Leitfähigkeiten. Bei einem Spülungswiderstand von 3,42 Ohm m bei 15 °C kann ein gemessenes Widerstandsniveau von 0,2 - 0,8 Ohm m nicht durch Fluide erklärt werden. Die Möglichkeit von graphit- oder erzhaltigen Lagen muß angenommen werden; die Reaktionen des Eigenpotentials könnten ein weiterer Hinweis hierzu sein. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; logarithmische Registrierung im Widerstandsbereich von 0,2 - 2000 Ohm m; Meßgeschwindigkeit 11 m/min.

Technische Anmerkungen:

Bei dem eingesetzten Meßgerät handelt es sich um das "Phasor" Dual Induction DIT-E. Die gewählte Frequenz für das Leitfähigkeitsmeßsystem betrug 20 kHz und für den Meßabschnitt 2150,0 - 3009,0 m 20 kHz und 40 kHz. Es wurde mit 37 mm (1 1/2") Stand-Off gefahren. Das vertikale Auflösungsvermögen ist für ILD = 246 cm (8 ft), ILM = 185 cm (6 ft) und für das SFLU 92 cm (3 ft).
Datenrate: 15 cm (6").

Abkürzungen:

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>	
IMPH	Phasor Induction Log medium	"mittlere" Leitfähigkeit als Widerstand (Phasor)	Ohm m
IDPH	Phasor Induction Log deep	"tiefe" Leitfähigkeit als Widerstand (Phasor)	Ohm m
SFLU	Spherical Focused Log	sphärischfokussierte Messung als Widerstand	Ohm m



SP (Eigenpotential)

Ausführender: KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB - 46	29.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -106	04.01.88	2	KTB-Report 88-4
VB -139	02.03.88	3	KTB-Report 88-4
VB*-169	30.05.88	4	479,5 - 2201,9 m
VB*-214	06.09.88	5	480,0 - 3011,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135,0 - 2201,9 m, Abb. 5.9.

Meßziel:

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

Durchführung:

Eine für KTB besonders zusammengesetzte Sonde kam zum Einsatz. Sie wurde allein und stromlos gefahren, um störende Einflüsse zu vermeiden. Nur ein GR und ein isoliertes Gewicht unterstützten das Einfahren. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 22 m/min.

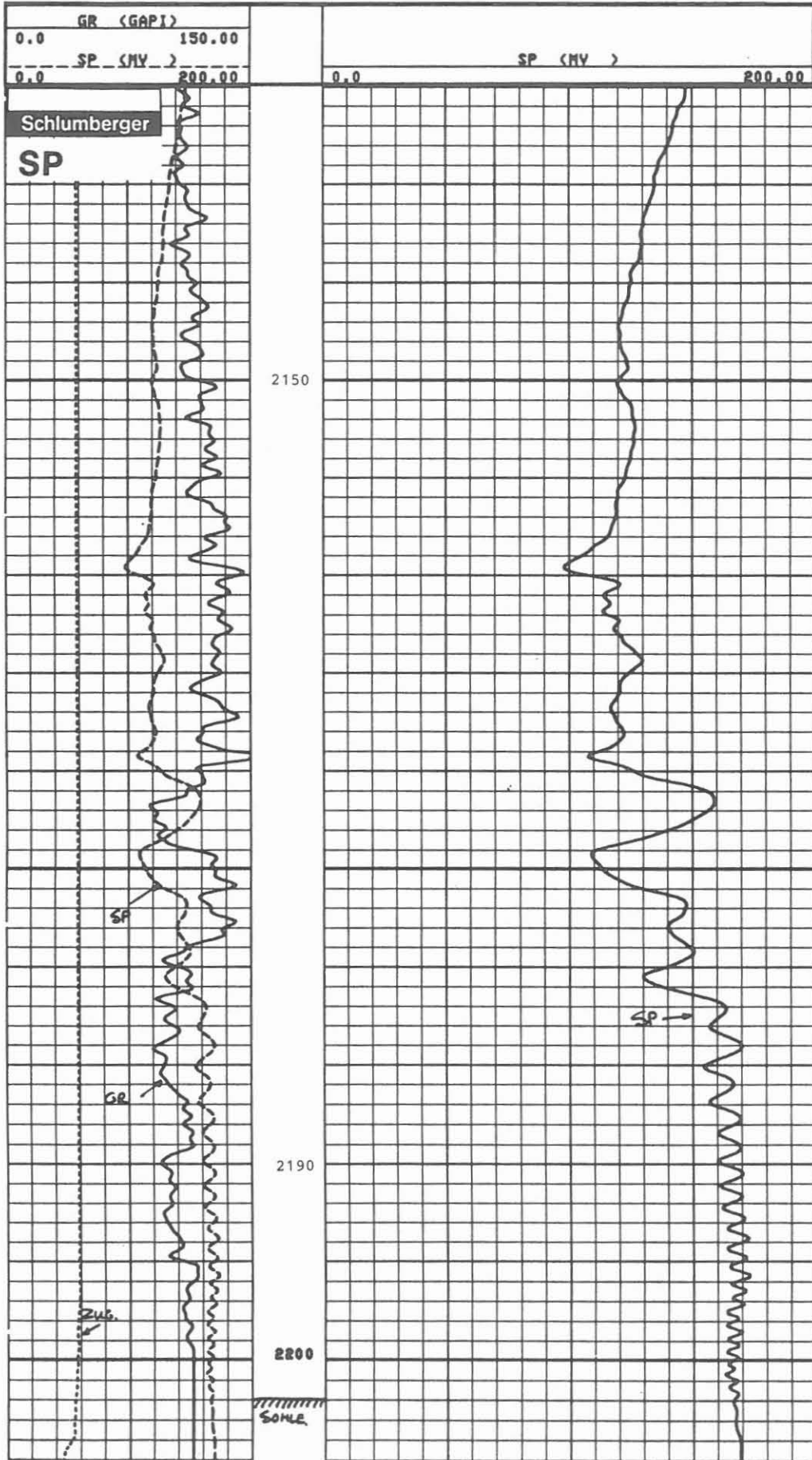
Technische Anmerkungen:

Die Oberflächenelektrode wurde in der Bohrkleingrube plaziert. Von dieser Position war die beste Ansprache des Meßsystems zu beobachten. Die Distanz zur Bohrung beträgt ca. 12 m. Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

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

Abb. 5.9



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 41	28.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -135	29.02.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-176	01.06.88	3	1500,0 - 2201,3 m
VB*-220	08.09.88	4	2150,0 - 3011,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135 - 2201,3 m, Abb. 5.10.

Meßziel:

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

Durchführung:

Sowohl die Dichte- wie auch die Neutronmessung müssen exzentrisch gefahren werden. Als Anpreßarm wird ein Einarm-Kaliber für die Dichtemessung und Exzentrierfedern für die Neutronmessung verwendet. Das Diagramm zeigt das Summen-GR (SGR), das berechnete GR (CGR), Kaliber und Meißeldurchmesser. Außerdem wird die Dichte, Neutronporosität (in Kalksteineinheiten), der photoelektrische Effekt und die Dichtekorrektur. Starke Dichteschwankungen sind meist mit abrupten Kaliberveränderungen zu korrelieren; hier ist bei einer Interpretation Vorsicht geboten.

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

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

Technische Anmerkungen:

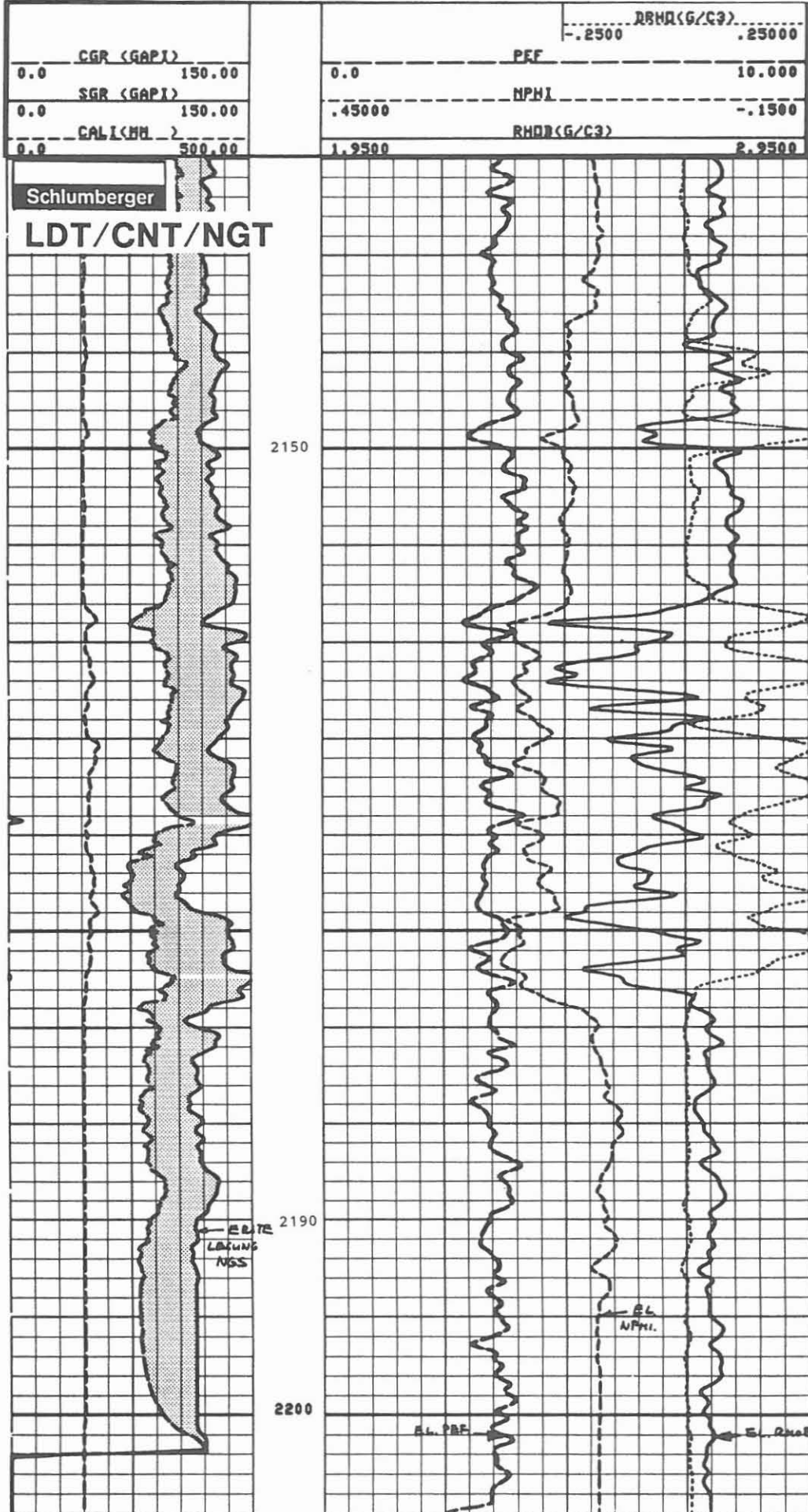
Für die Dichtemessung wird das Gebirge durch eine Cäsium-Quelle und für die Neutronmessung durch eine Americium-Beryllium-Quelle angeregt. Für das Kristallin wurde noch kein neues Kalibrierungssystem für die Kalksteinporositätseinheiten gefunden. Damit sind im Sediment beide Meßsysteme auf ein vergleichbares Porositätsformat gebracht. Es soll jedoch bereits darauf hingewiesen werden, daß die durchschnittliche Anzeige von 12 bis 15 % Neutronporosität keine effektive Porosität repräsentiert, sondern einen Hinweis auf neutronenabsorbierenden Mineralbestand darstellt.

Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

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

Abb. 5.10



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB - 41	28.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -135	29.02.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-176	01.06.88	3	1500,0 - 2195,0 m
VB*-220	08.09.88	4	2150,0 - 3011,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135,0 - 2195,0 m, Abb. 5.11.

Meßziel:

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

Durchführung:

Dieses Gerät wurde mit der Kombination LDT/CNT/NGT gefahren. Die Aufzeichnung der Messung wird in Echtzeit nur auf Magnetband vorgenommen. Die optische Darstellung wird über Playback ausgeführt. Das Diagramm zeigt in Spur 1 das Summen-GR (SGR), die um den Uranium-Anteil korrigierte Strahlung (CGR), Kaliber (der Dichtemessung) (CALI) und die Meißelgröße. In Spur 3 und 4 wird die im thermalen und epithermalen Energiebereich gemessene Neutronporosität in Kalksteinporositätseinheiten wiedergegeben.

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

Technische Anmerkungen:

Mit diesem Gerät wird die Neutronanregung in zwei Energiebereichen erfaßt: thermal und epithermal. Im epithermalen Bereich wird die durch die abgebremsten Neutronen erzeugte Strahlung gemessen, wohingegen im thermalen Bereich die auf dieses Niveau gebremste Neutronstrahlung erfaßt wird.

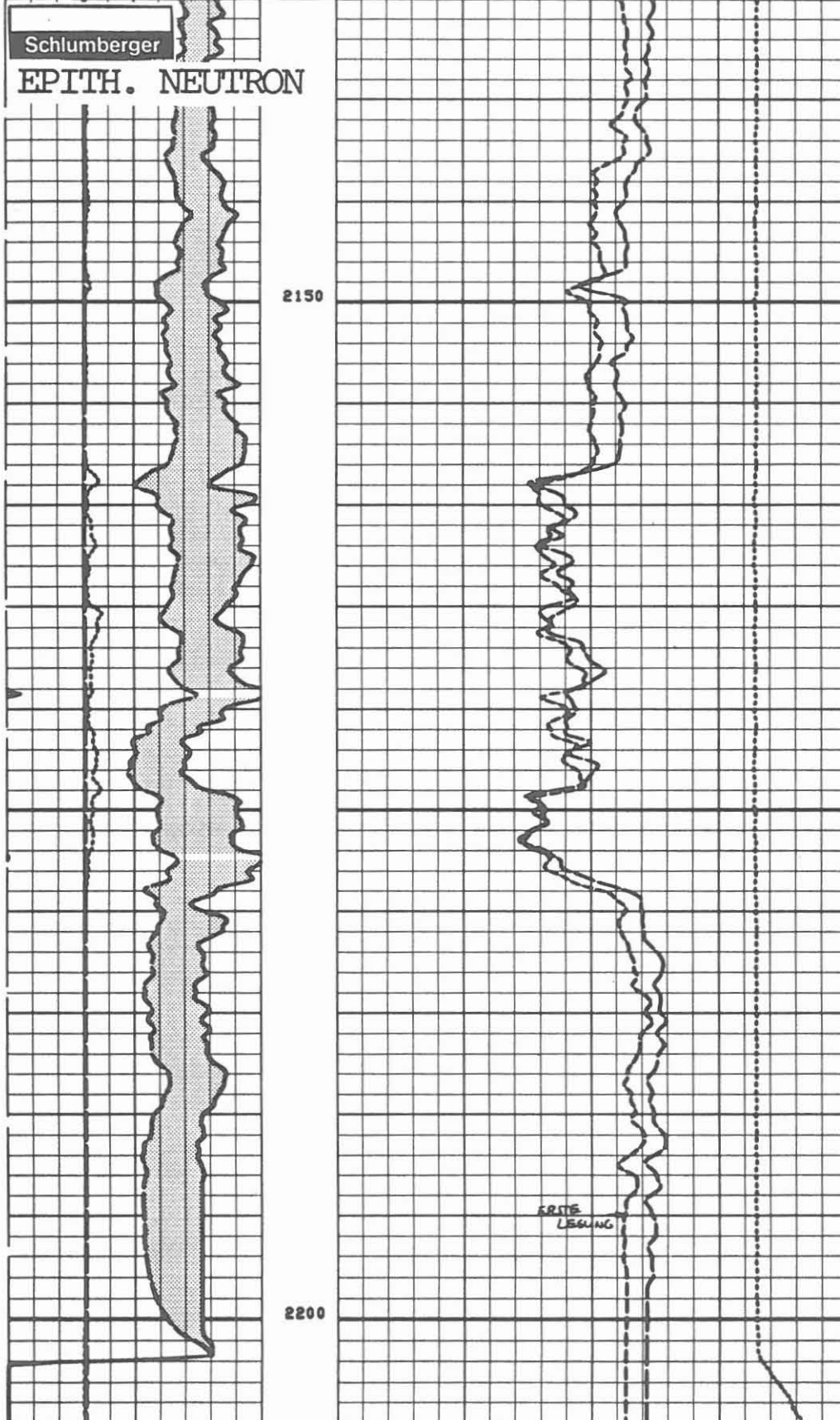
Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>
ENPH	Epithermal Neutron Porosity (% LPU)	epithermale Neutronporosität % Kalksteineinheiten
NPHI	Neutronporosity (% LPU)	Neutronenporosität % Kalksteineinheiten

BS (MM)	500.00		
SGR (GAPI)	150.00		TEMSSLR)
CGR (GAPI)	150.00		10000. 0.0
GOL (MM)	500.00	.45000	NPHJ - .1500
		.45000	ENPH - .1500

Abb. 5.11



NGS-SPEC (Natural Gamma Spectrometer - Spezialaufzeichnung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 41	28.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -135	29.02.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-176	01.06.88	3	1500,0 - 2190,5 m
VB*-220	08.09.88	4	2150,0 - 3008,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135,0 - 2190,5 m, Abb. 5.12.

Meßziel:

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

Durchführung:

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

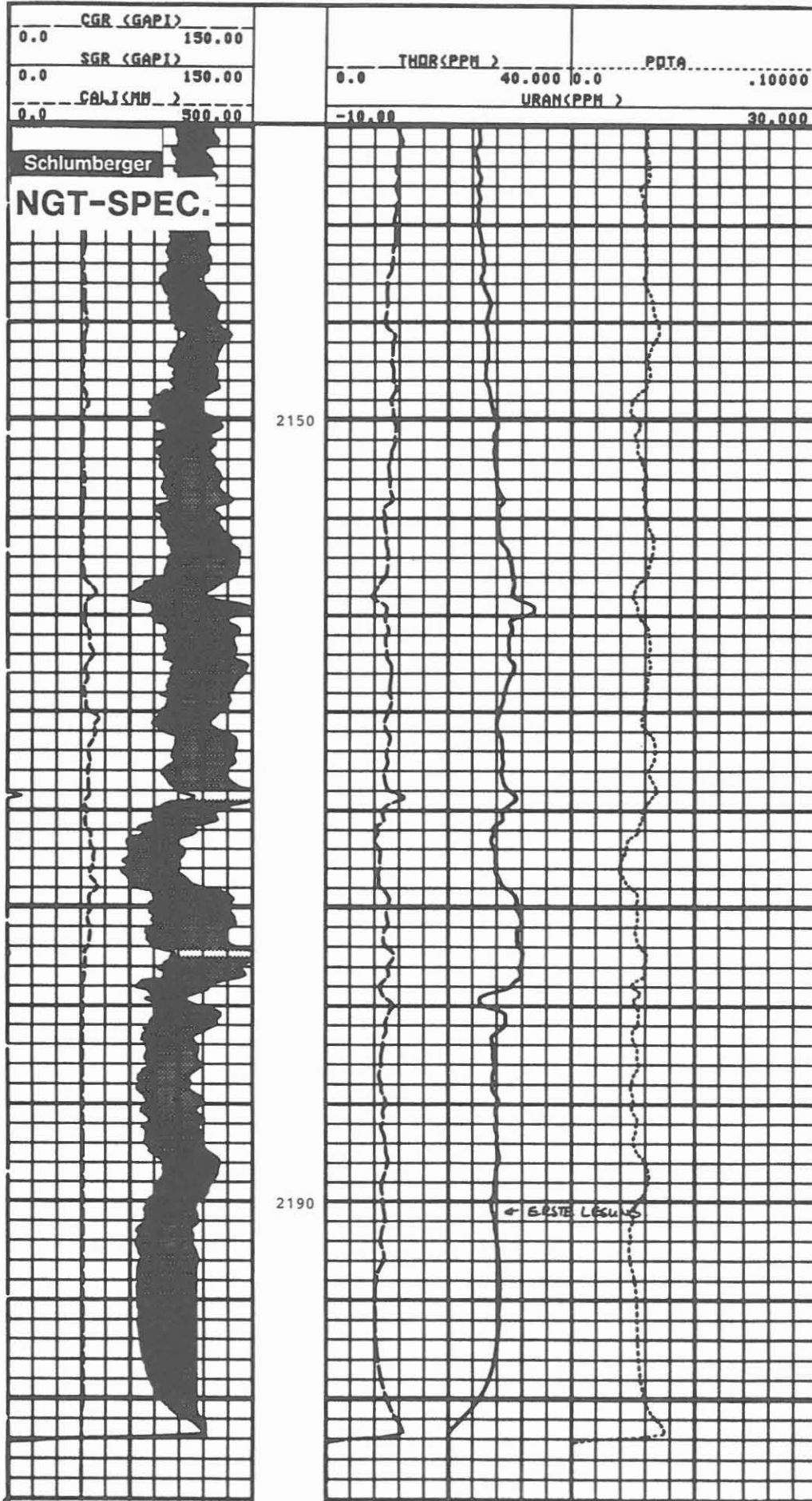
Technische Anmerkungen:

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

Abkürzungen:

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

Abb. 5.12



NGS-RATIO (Natural Gamma Spectrometer - Ratio Präsentation)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 41	28.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -135	29.02.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-176	01.06.88	3	1500,0 - 2190,5 m
VB*-220	08.09.88	4	2150,0 - 3008,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135,0 - 2190,5 m, Abb. 5.13.

Meßziel:

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

Durchführung:

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

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

Technische Anmerkungen:

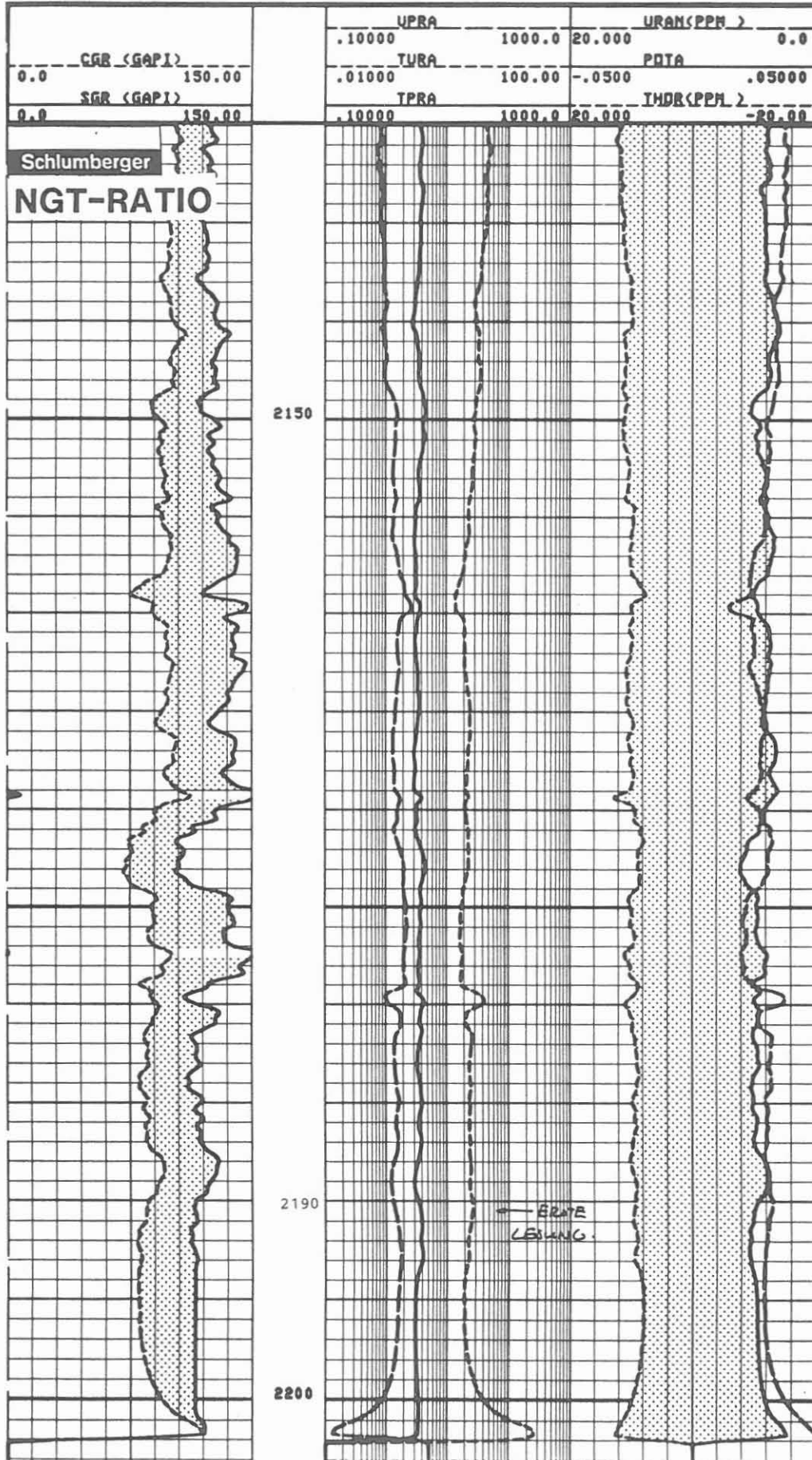
Die Berechnung der Verhältnisse erfolgt, um die Hauptstrahlungskomponente hervorzuheben. Die Zählraten der Einzelstrahlungen werden durch einen Kalmann-Filter von starken statistischen Schwankungen befreit.

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

Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

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



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 37	27.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB - 95	20.12.88	1	KTB-Report 88-4
VB - 97	21.12.87	2	KTB-Report 88-4
VB -132	28.02.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-174	31.05.88	3	1500,0 - 2201,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 2135,0 - 2199,0 m, Abb. 5.14.

Meßziel:

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

Durchführung:

Angaben zur 4-Pad-Aufzeichnung finden sich im Abschn. 8.1 des KTB-Reports 88-4. Durch einen unvorhersehbaren Störfall konnte bei der fünften Meßserie keine FMST-Messung durchgeführt werden. Das Intervall wird zu einem späteren Zeitpunkt gemessen werden.

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

Technische Anmerkungen:

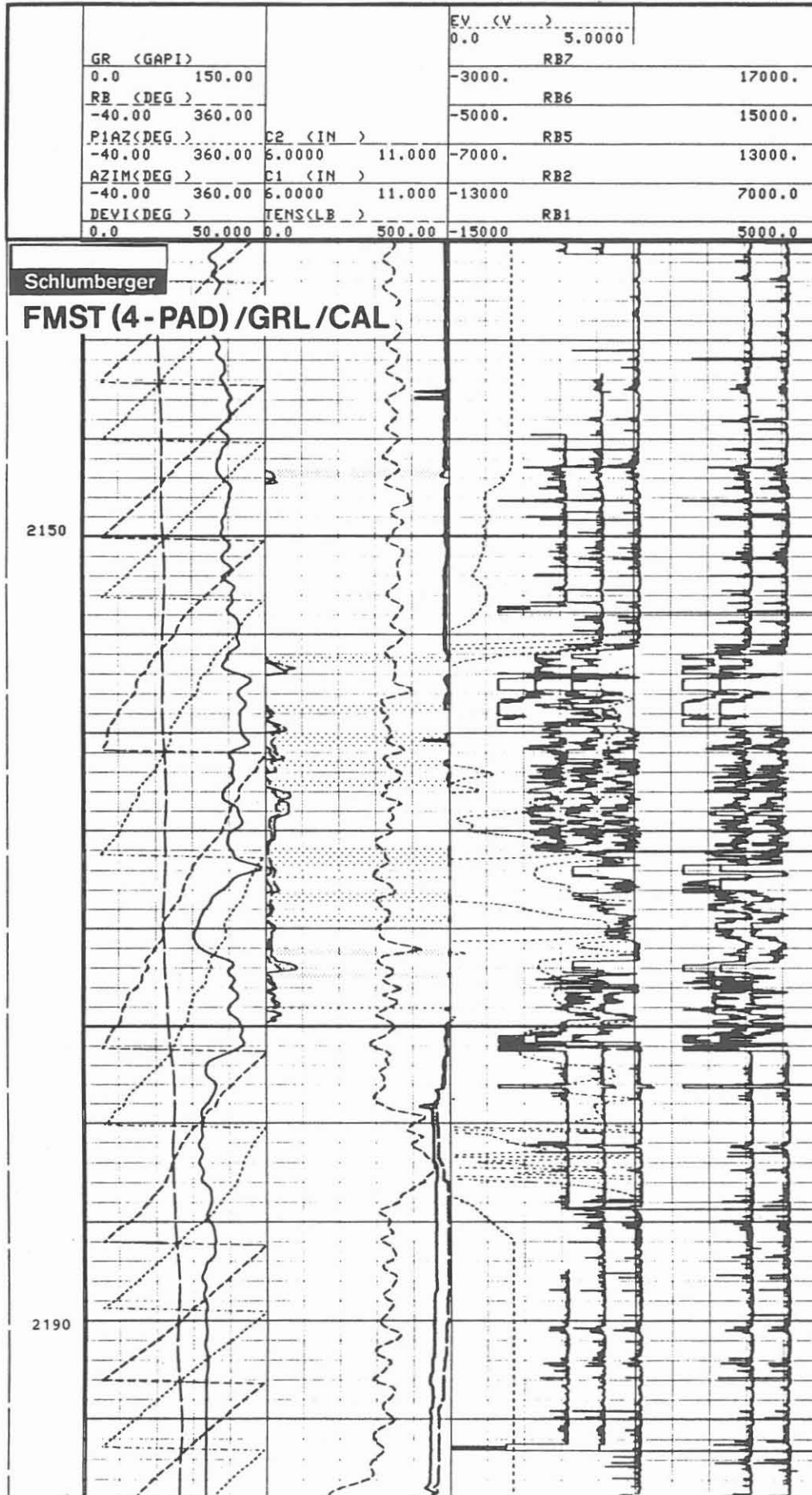
Es wurde das neue 4-Pad-FMST-Gerät eingesetzt. Das Vierarm-Kaliber öffnet bis maximal 549 mm (21,6"). Das Speichervolumen der EDV-Anlage in der Logging Unit erlaubt keine Wiedergabe aller Widerstandskurven. Dies kann nur im Rechenzentrum der Firma erfolgen. Die Meßergebnisse werden als Profilaufzeichnungen 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:

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

Abb. 5.14



SDT/GRL (Sonic Digital Tool/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 39	27.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -140	02.03.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-177	01.06.88	3	1500,0 - 2199,0 m
VB*-224	09.09.88	4	2150,0 - 3009,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135,0 - 2199,0 m, Abb. 5.15.

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.

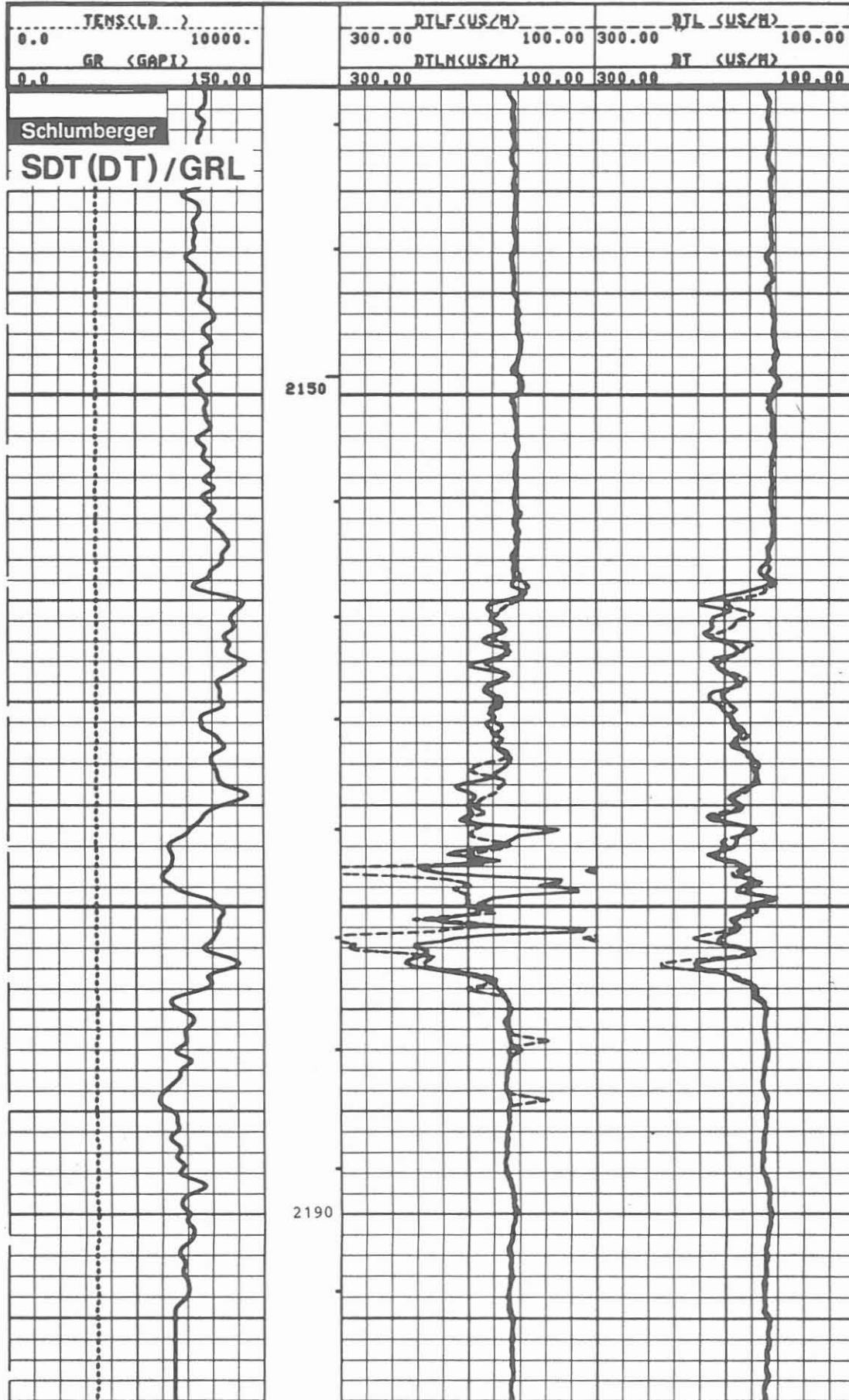
In Spur 2 ist am rechten Rand die integrierte Laufzeit von DTL dargestellt. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 9 m/min.

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.

Abb. 5.15



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 39	27.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -140	02.03.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-177	01.06.88	3	1500,0 - 2199,0 m
VB*-224	09.09.88	4	2150,0 - 3009,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 2135,0 - 2199,0 m, Abb. 5.16.

Meßziel:

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

Durchführung:

Mit dem Digital Sonic Tool ist es möglich, ein 6" (15,24 cm) Borehole Compensated Sonic aufzuzeichnen. Dies wurde in einer separaten Fahrt ausgeführt. Eine sehr detaillierte Aufnahme gibt Aufschluß über die Feingliederung des Intervalls. Die Zone von 2158,0 - 2181,0 m ist als Störungszone deutlich zu erkennen. Es gilt folgende Spurenbelegung:

Spur 1: Gammastrahlung, Gewicht am Kabel, Spur 3: Aufzeichnung der Laufzeit mit hoher vertikaler Auflösung in Sender- und Empfänger-Modus. Spur 4: "Bohrloch-kompensierte Laufzeit 6" (DTHC).

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

Technische Anmerkungen:

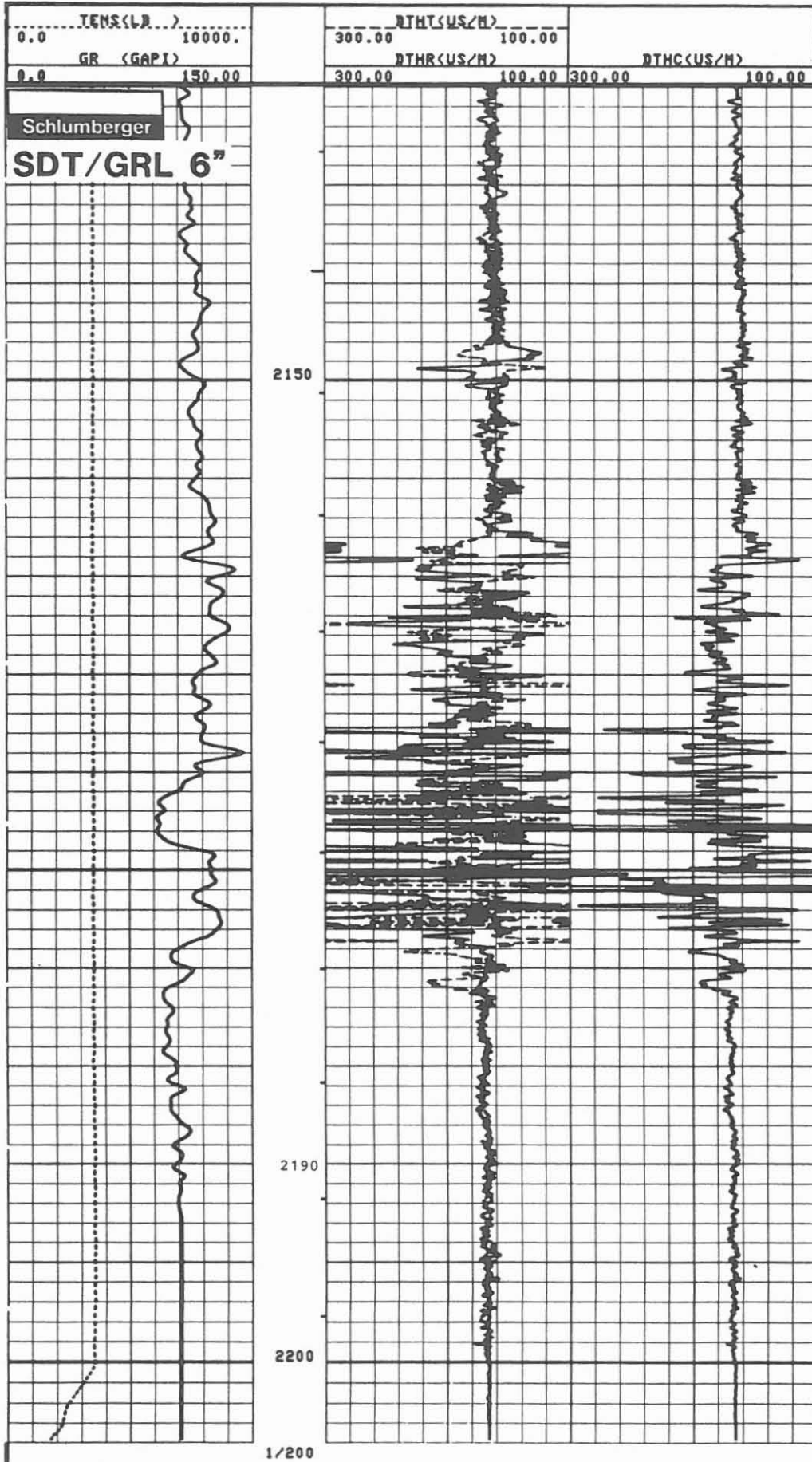
Durch Vereinigung von zwei Gruppen von drei unkompenzierten "slowness" Messungen wird das DDBHC (Depth Derived BoreHole Compensated) 6" Sonic Log erstellt. Um das gute Auflösungsvermögen zu erhalten ist es notwendig, die Datenrate um das fünffache zu erhöhen. Die Datendichte (Sampling Interval) betrug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

Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
DTHC	Borehole Compensated Delta T (US/M)	Bohrlochkorrigierte Laufzeit (μ s/m)
DTHT	Delta T High Resolution Transmitter Mode (US/M)	Laufzeit, hohe Auflösung Sender-Modus (μ s/m)
DTHR	Delta T High Resolution Receiver Mode (US/M)	Laufzeit, hohe Auflösung Empfänger-Modus (μ s/m)

Abb. 5.16



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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB - 39	27.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -140	02.03.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-177	01.06.88	3	1500,0 - 2199,0 m
VB*-224	09.09.88	4	2150,0 - 3009,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 2135,0 - 2199,0 m, Abb. 5.17.

Meßziel:

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

Durchführung:

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

Spur 1: Gammastrahlung, Spur 3 und 4: Variable Density Aufzeichnung des Wellenzuges über 3000 μ s. Die Messung im Abschnitt von 2161,0 - 2185,0 m ist durch einen Störungsbereich stark beeinflusst.

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

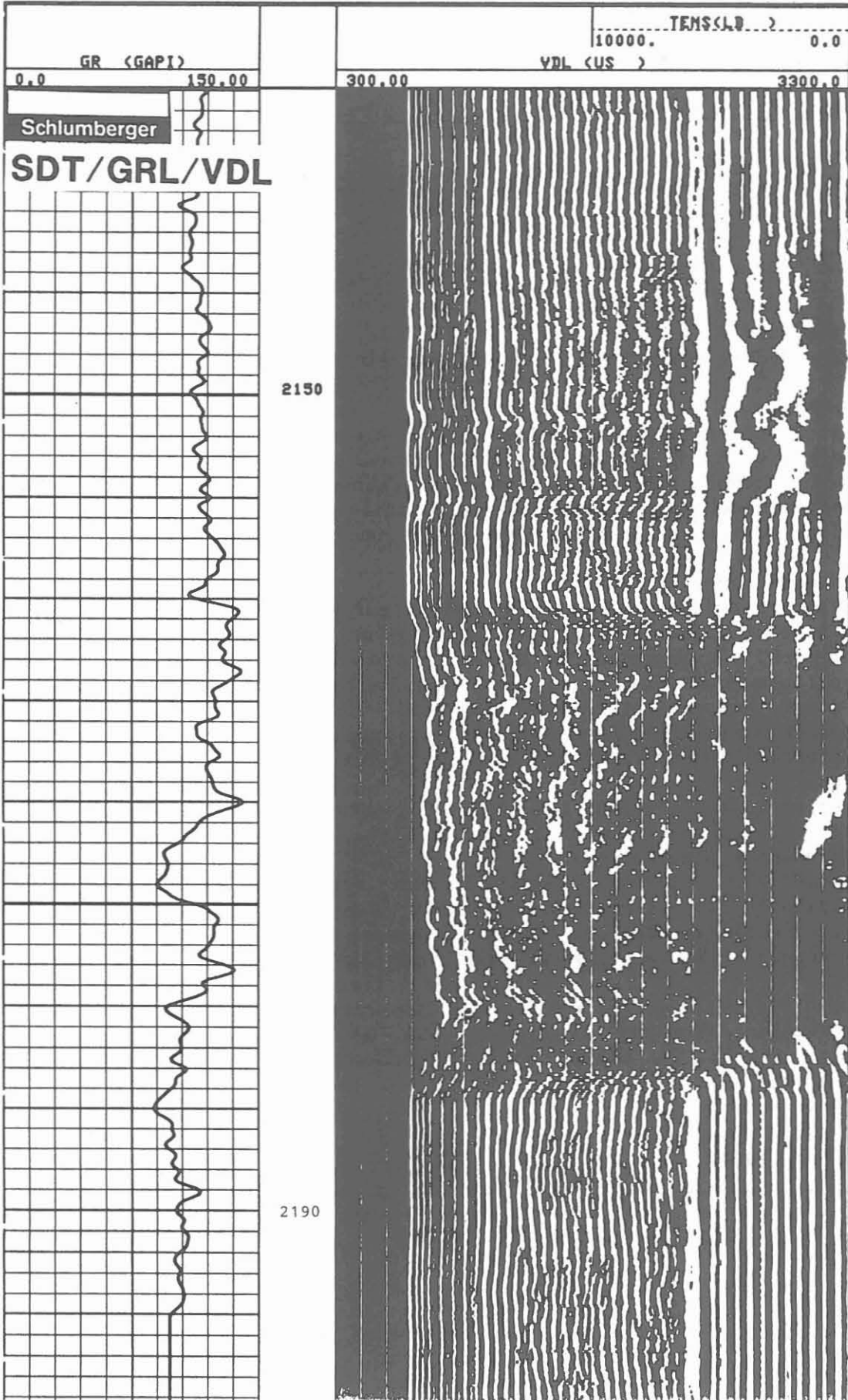
Technische Anmerkungen:

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 Stoneley-Welle noch voll aufgezeichnet werden kann. Das Gerät wurde durch 5 Zentrierfedern zentrisch geführt.

Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

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



GLT (Geochemical Logging Tool)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB - 45	29.10.87	1	KTB-Report 87-4
VB -137	29.02.88	2	KTB-Report 88-4
VB*-179	02.06.88	3	1500,0 - 2199,2 m
VB*-225	09.09.88	4	2150,0 - 3009,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt von 2135,0 - 2199,2 m, Abb. 5.18.

Meßziel:

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

Durchführung:

Alle relevanten Daten werden digital auf Magnetband aufgezeichnet, und nur ein Kontrollfilm mit einigen berechneten Verhältnissen wird im Feld registriert. Die Magnetbänder werden im Forschungszentrum der Firma Schlumberger in Ridgefield/USA und neuerdings auch im Rechenzentrum Hannover ausgewertet. Aus dem vorliegenden Diagramm kann nur die Funktionstüchtigkeit der Gerätekombination abgelesen werden. Eine Auswertung über Elementanalyse, Mineralzusammensetzung und Lithologie ist an der Bohrung nicht durchführbar.

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

Technische Anmerkungen:

Diese neue Gerätekombination besteht aus Gamma Ray Spectrometer (GST), Aluminium Activation Clay Tool (AACT) und Natural Gamma Spectrometer (NGT). Eine Detailbeschreibung ist im KTB-Report 87-3 gegeben. Die kontinuierliche Messung wurde im "Capture Mode" und stationäre Messungen im "Inelastic Mode" registriert. Da die Neutronaktivierung des Gebirges sehr stark ist, kann die Messung des natürlichen Gammastrahlenspektrums der Wiederholungsmessungen davon beeinflusst sein. Eine mehrstündige Abklingzeit ist notwendig. Als Quelle dienen ein Neutronbeschleuniger und eine Californium-Quelle.

Datenrate: 15 cm

Abkürzungen:

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
ALUM	Aluminium Indicator	Aluminiumanzeige
CSIG	Corrected Sigma (CU)	Korrigierter Einfangquerschnitt (Eingangseinheit)
IIR	Iron Indicator Ratio	Eisenanzeigeverhältnis
LIR	Lithology Indicator Ratio	Lithologieanzeigeverhältnis
PIR	Porosity Indicator Ratio	Porositätsanzeigeverhältnis
SIR	Salinity Indicator Ratio	Salinitätsanzeigeverhältnis

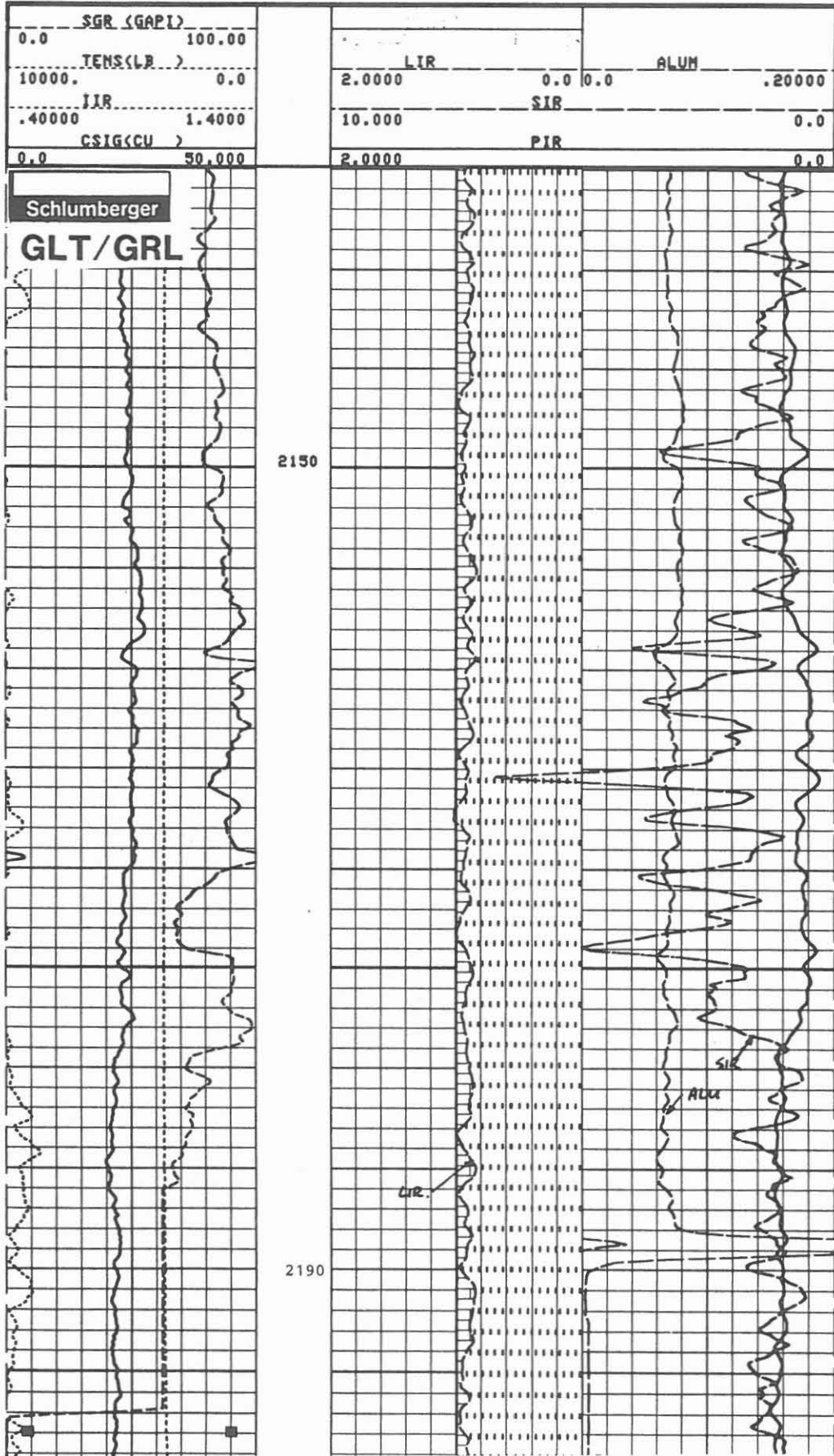


Abb. 5.18

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

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB -56	02.11.87	1	KTB-Report 87-4
VB*-227	11.09.88	2	1045,0 - 1425,0 m 1550,0 - 1710,0 m 2095,0 - 3011,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 2647,0 - 2705,0 m, Abb. 5.19.

Meßziel:

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

Durchführung:

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

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

Technische Anmerkungen:

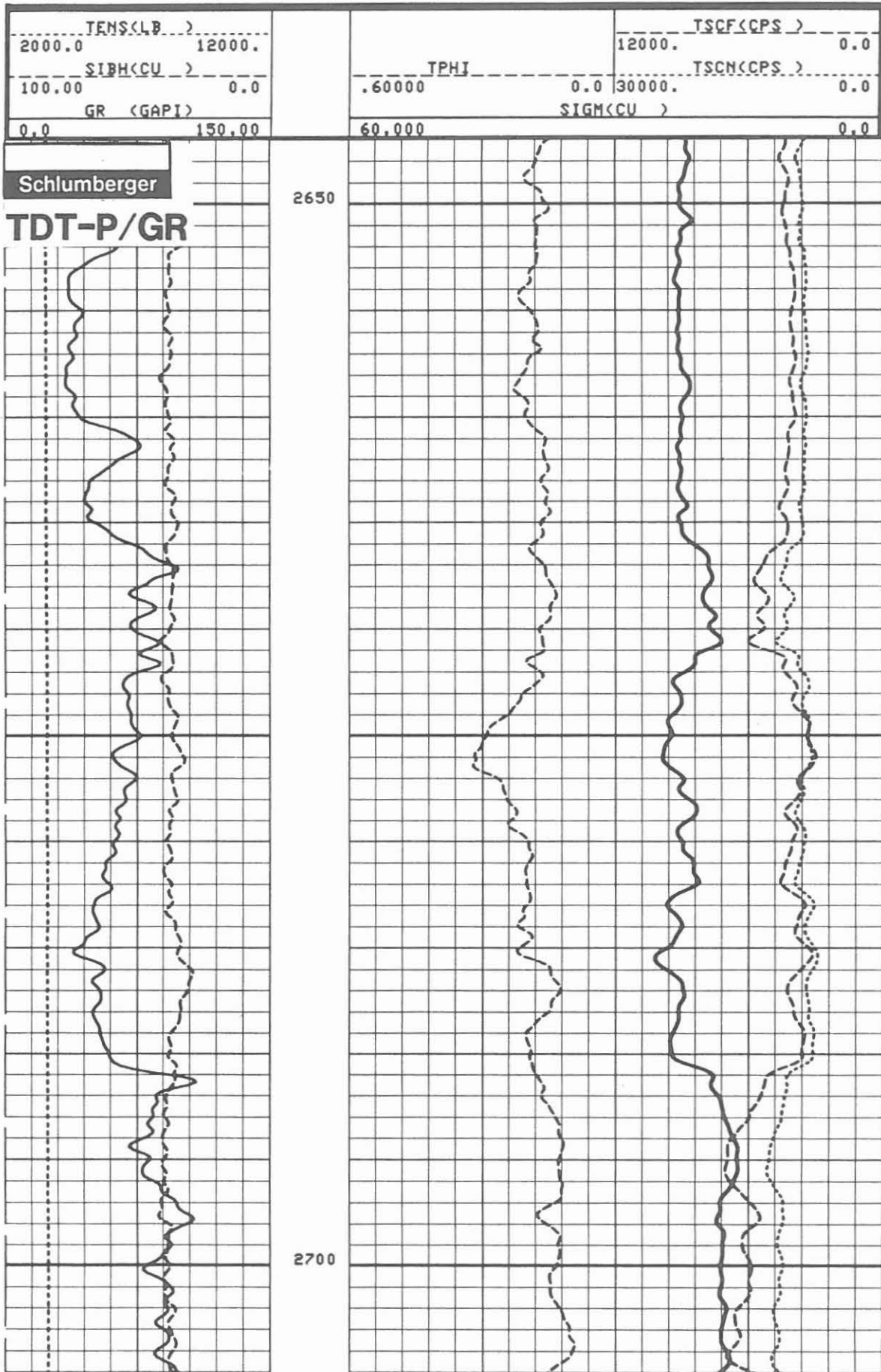
Das Thermal Neutron Decay Time Tool Type "P" ist neu auf dem Markt. Die Veränderung gegenüber früheren Ausführungen bestehen in einer verbesserten Bohrlochkorrektur und in einer Erhöhung der Neutronenabstrahlung. Die Aufzeichnung erfolgt über das Abbauspektrum in einer variablen Fenstertechnik. Mit einem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

SIGMA (Spülung) = 23,0/10 °C.

Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit
SIBH	Sigma Borehole	(CU)	Einfangquerschnitt Bohrung Standardeinheit
SIGM	Sigma	(CU)	Einfangquerschnitt Standardeinheit
TPHI	Thermal Neutron Decay Porosity		Porosität aus Neutronabbauzeit
TSCF	Total selected counts far detector	(CPS)	Summe ausgewählter Zählraten enfernteres Zählrohr
TSCN	Total selected counts near detector	(VPS)	Summe ausgewählter Zählraten Zählungen pro s



BHTV (Borehole Televiewer)

Ausführender: Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK),

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB -46	29.10.87	1/2	KTB-Report 87-4
VB*-173	31.05.88	3	1623,0 - 2203,0 m
VB*-218	07.09.88	4	2150,0 - 3011,0 m 1525,0 - 1626,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt Run 3: 2003,5 - 2014,0 m, Abb. 5.20.

Meßziel:

Klufferkennung, Kluftsysteme, Störungszonen, Textur, akustisches Kaliber.

Durchführung:

WBK hat erstmalig die Messung in Kombination mit einem Gammastrahlenmeßgerät der Firma Schlumberger Verfahren, Diepholz, am Kabel der KTB-Dauermeßstation ausgeführt. Das GR wurde gleichzeitig über die CSU registriert. Das BHTV-Signal wurde von der WBK-Übertageausrüstung aufgezeichnet. Eine Registrierung beider Signale durch ein System ist zur Zeit nicht möglich. Die Echtzeitaufnahme erfolgt in einem 7-Spur-Format. Spur 1 gibt die Teufe (umgekehrte Aufzeichnung), Spur 2 die Amplitude in einer auf Nord normalisierten Aufzeichnung, wobei die zwei vertikalen Linien jeweils Osten zeigen und die Grauabstimmung gegensätzlich zu der Schlumberger-Aufzeichnung ist (hell stellt starke Amplitudendämpfung dar), Spur 3 die Laufzeit, ebenfalls auf Nord normalisiert und in der Grauabstufung auch wieder gegensätzlich zu der Schlumberger-Aufzeichnung (dunkel: lange Laufzeit). In Spur 4 ist eine maximale, minimale und mittlere Amplitude dargestellt. Der Maßstab beträgt 0 - 100 %. Die Spur 5 gibt das maximale, minimale und mittlere Kaliber in Millimetern an. Die Spur 6 gibt die Neigungsmessung (2 x) wieder mit einer Skala von -90° bis +90°. Spur 7 gibt die Temperatur der Bohrung in einer Skala von 0 - 256 °C. Teufenmaßstab 1 : 22; Meßgeschwindigkeit 0,7 - 1,0 m/min.

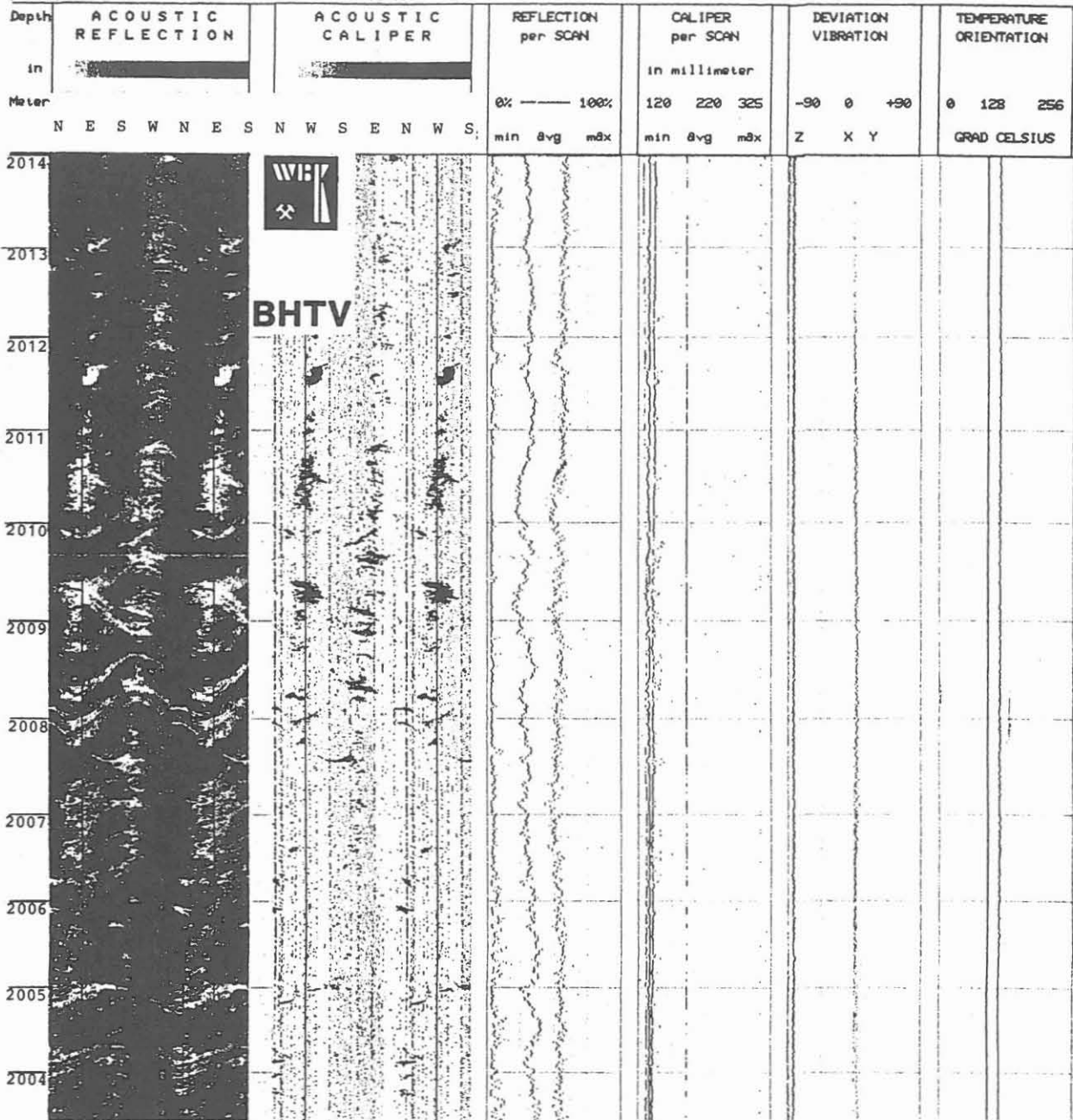
Technische Anmerkungen:

Das SAB 89-Gerät hat einen Außendurchmesser von 89 mm. Das Gerät arbeitet mit einer Frequenz von 1,3 MHz und rotiert mit 3 Umdrehungen/Sekunde. Die Abtastrate ist 256 Punkte pro Umdrehung. Die Rohdatenaufnahme im Feld erfolgt durch Nadelschreiber auf wärmeempfindlichem Papier und Magnetband. Die Feldaufzeichnungen werden im Rechenzentrum überarbeitet. Datenrate: 5 mm.

Abkürzungen:

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

Abb. 5.20



BHTV

GRL (Gammastrahlenmessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz (mit WBK-BHTV)

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB*-173	31.05.88	3	1623,0 - 2203,0 m
VB*-218	07.09.88	4	2150,0 - 3011,0 m 1525,0 - 1626,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt Run 3: 2135,0 - 2198,0 m, Abb. 5.21.

Meßziel:

Teufenkorrektur für WBK-Borehole Televiwer (BHTV)

Durchführung:

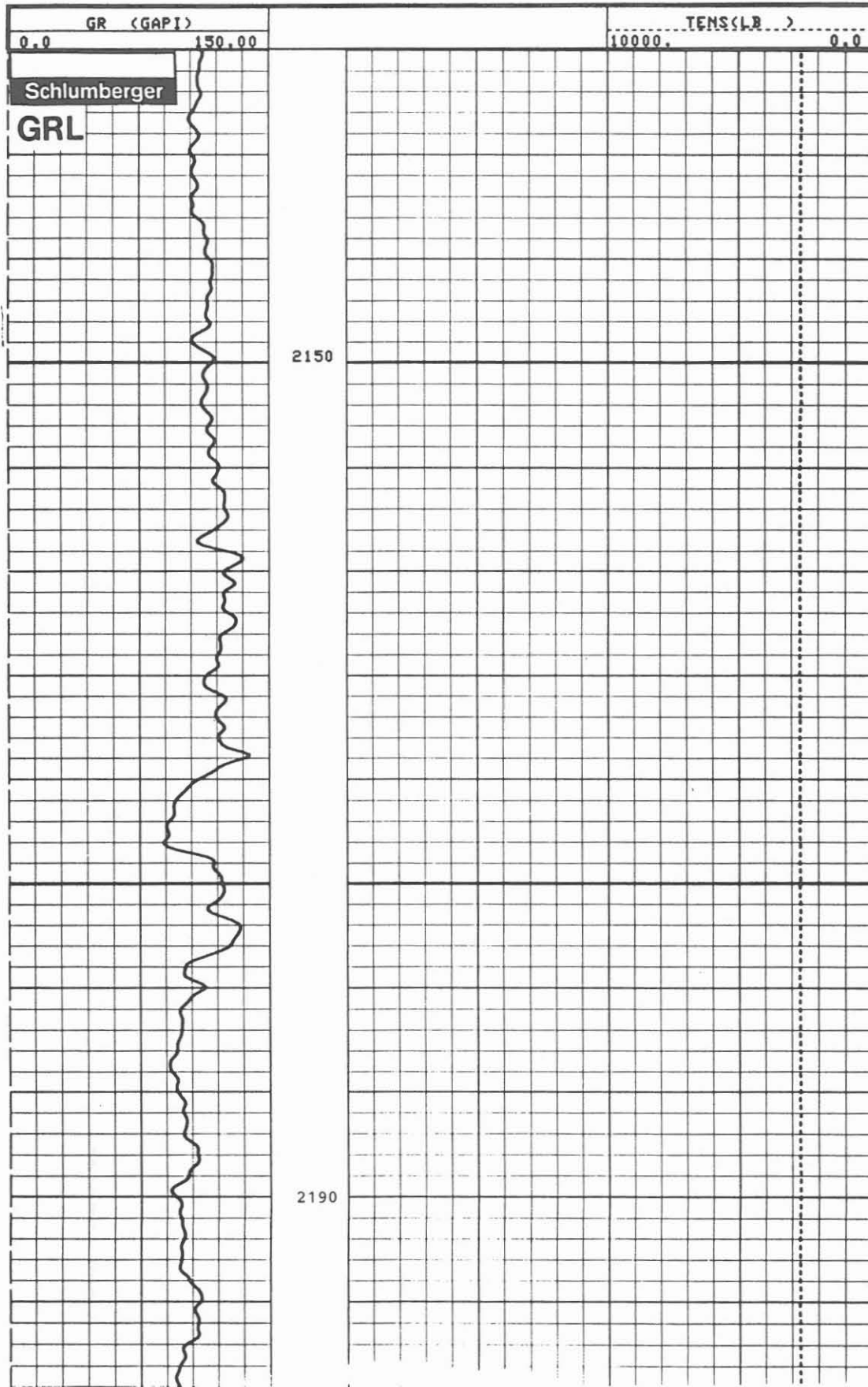
Das Gammastrahlenmeßgerät der Firma Schlumberger Verfahren wird mit dem Borehole Televiwer der Firma WBK kombiniert eingefahren. Die Teufenkontrolle läuft über das Teufenzählwerk am Kabel der Dauermeßstation und der Gammastrahlenregistrierung der CSU. Eine direkte Aufzeichnung des GR auf dem BHTV-Log von WBK ist nicht möglich.
Teufenmaßstab 1 : 200.

Technische Anmerkungen:

Das eingesetzte GR-Gerät hat analoge Datenübertragung.
Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
GR	Gamma Ray	(API)	Gammastrahlung	API-Einheiten
TENS	Tension	(LB)	Gewicht am Kabel	engl. Pfund



DEL 4 Dielectric Log (low frequency - DCLL 47 MHz)

Ausführender: Western Atlas International - Atlas Wireline Service, Bremen

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB*-234	16.09.88	1	900,0 - 1260,0 m 1850,0 - 2210,0 m 2650,0 - 2990,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt Run 1: 2650,0 - 2715,0 m, Abb. 5.22.

Meßziel:

Mit dieser Messung sollen Hinweise auf die Leitfähigkeit des Gebirges gewonnen werden. Durch Messungen mit unterschiedlichen Frequenzen können verschiedene Eindringtiefen erreicht werden.

Durchführung:

Western Atlas führte diese Messungen mit eigener Übertage- wie Untertage-ausrüstung aus. Es wurden die von der Projektleitung vorgegebenen Intervalle gemessen. Sie umfassen Zonen von Gneis und Amphiboliten sowie die Störungsbereiche zwischen 1000,0 - 1150,0 m. Die Messung gilt als Versuch zur Bestimmung der Leitfähigkeit des Gebirges mit Systemen unterschiedlicher Frequenz. Der Vorschlag für diesen Versuch kam von der TU Clausthal, Prof. Dr. J. Schopper.

Teufenmaßstab 1 : 1000, 1 : 200. Meßgeschwindigkeit 3,5 m/min.

Technische Anmerkungen:

Es wurde in "low frequency" mit 47 MHz gemessen. Die Aufzeichnung in Spur 1 gibt eine Porositätsberechnung (%) unter Verwendung der gemessenen "Dielectric Constant", die Gammastrahlung (API) und die Spannung am nahen und fernen Empfänger (MV). Am linken Rand ist durch die Markierungen die Meßgeschwindigkeit/Minute gegeben. In Spur 3 ist der gemessene Widerstand (Ohm m) gegeben. In Spur 4 ist die Laufzeit, die Dielektrische Konstante, die Phasendifferenz und das Gesamtgewicht am Kabel registriert.

Datenrate: 10 cm, Daten wurden im LIS-Format auf Band geliefert.

Abkürzungen:

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>
AGF	Receiver Voltage, far (Amplitude 2) 47 MHz, (MV)	Empfängerspannung, fern (Amplitude) 47 MHz (MV)
AGN	Receiver Voltage, near (Amplitude 1) 47 MHz (MV)	Empfängerspannung, nah (Amplitude 1) 47 MHz (MV)
D4EC	Dielectric Constant, 47 MHz	Dielektrische Konstante, 47 MHz
P4DC	Porosity from D4EC, 47 MHz (%)	Porosität unter Verwendung der Dielektrischen Konstante, 47 MHz (%)
P4HS	Phase Difference, 47 MHz (Deg)	Phasendifferenz, 47 MHz (Grad)
R4SL	Resistivity (Log) 47 MHz (Ohm m)	Widerstand (Messung) 47 MHz (Ohm m)
T4PL	Travel Time, 47 MHz	Laufzeit, 47 MHz
TTEN	Total Tension (kg)	Gesamtes Gewicht am Kabel (kg)

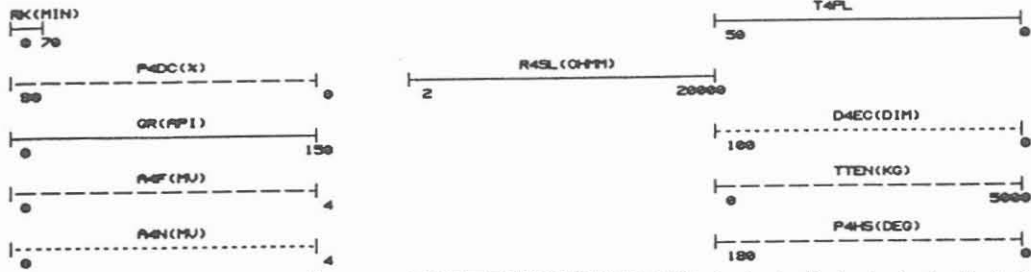
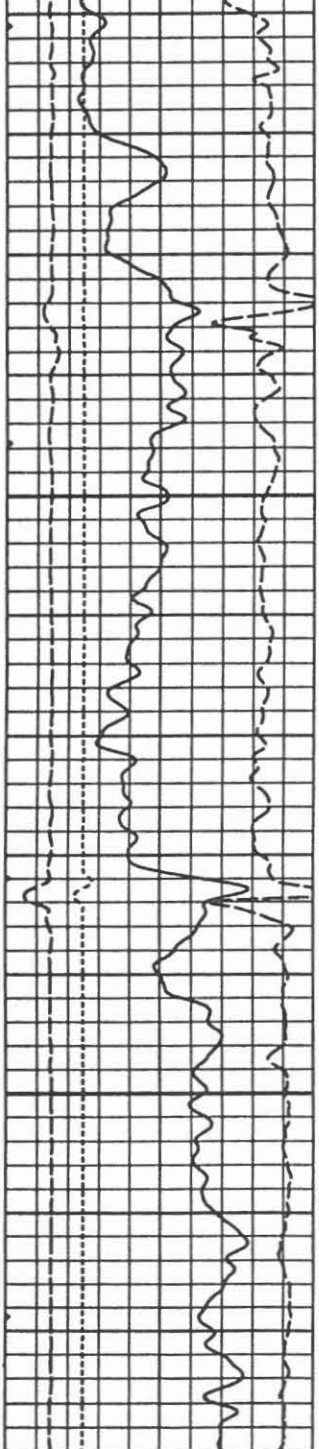


Abb. 5.22



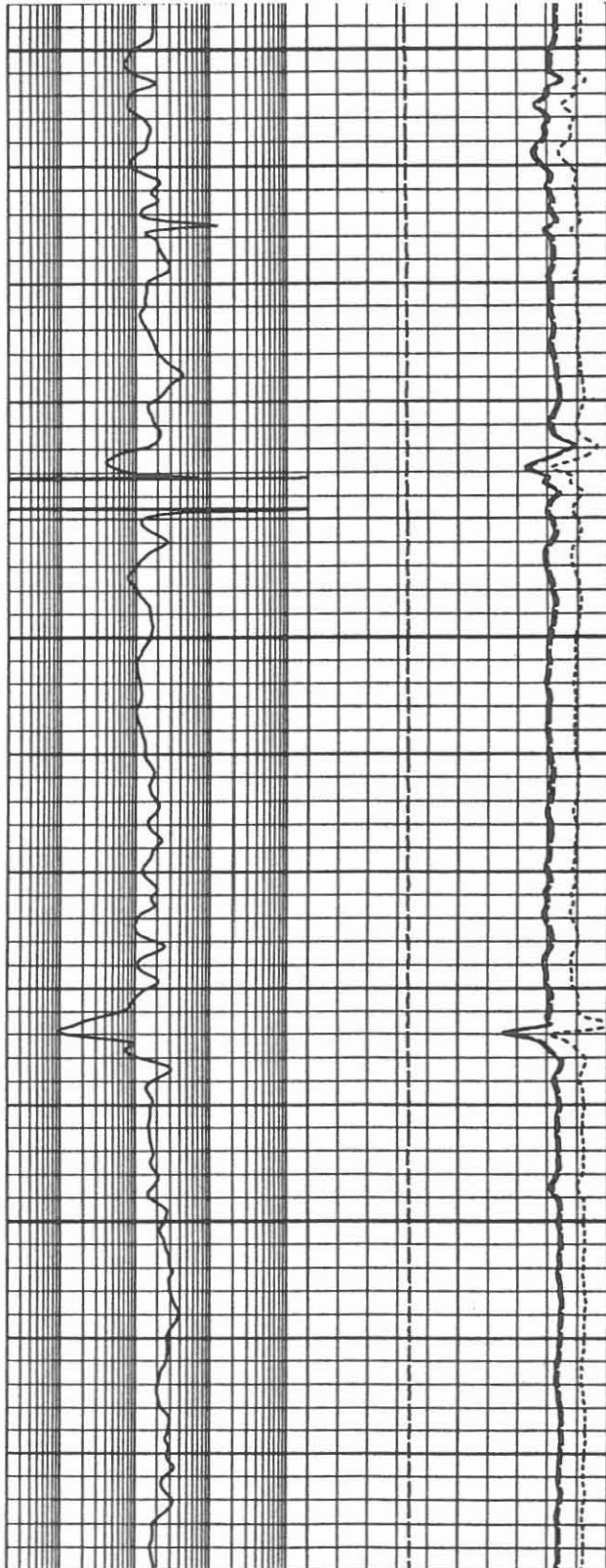
DEL 4



02850

02875

02700



DEL 2 Dielectric Log (high frequency - DCLH 200 MHz)

Ausführender: Western Atlas International - Atlas Wireline Service, Bremen

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB*-234	16.09.88	1	900,0 - 1260,0 m 1850,0 - 2210,0 m 2650,0 - 2990,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt Run 1: 2650,0 - 2715,0 m, Abb. 5.23.

Meßziel:

Mit dieser Messung sollen Hinweise auf die Leitfähigkeit des Gebirges gewonnen werden. Durch Messungen mit unterschiedlichen Frequenzen können verschiedene Eindringtiefen erreicht werden.

Durchführung:

Western Atlas führte diese Messungen mit eigener Übertage- wie Untertageausrüstung aus. Es wurden die von der Projektleitung vorgegebenen Intervalle gemessen. Sie umfassen Zonen von Gneis und Amphiboliten sowie die Störungsbereiche zwischen 1000,0 - 1150,0 m. Die Messung gilt als Versuch zur Bestimmung der Leitfähigkeit des Gebirges mit Systemen unterschiedlicher Frequenz. Der Vorschlag für diesen Versuch kam von der TU Clausthal, Prof. Dr. J. Schopper.

Teufenmaßstab 1 : 1000, 1 : 200. Meßgeschwindigkeit 3,5 m/min.

Technische Anmerkungen:

Es wurde in "high frequency" mit 200 MHz gemessen. Die Aufzeichnung in Spur 1 gibt eine Porositätsberechnung (%) unter Verwendung der gemessenen "Dielectric Constant", die Gammastrahlung (API) und die Spannung am nahen und fernen Empfänger (MV). Am linken Rand ist durch die Markierungen die Meßgeschwindigkeit/Minute gegeben. In Spur 3 ist der gemessene Widerstand (Ohm m) gegeben. In Spur 4 ist die Laufzeit, die Dielektrische Konstante, die Phasendifferenz und das Gesamtgewicht am Kabel registriert.

Datenrate: 10 cm, Daten wurden im LIS-Format auf Band geliefert.

Abkürzungen:

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
A2F	Receiver Voltage, far (Amplitude 2) 200 MHz, (MV)	Empfängerspannung, fern (Amplitude) 200 MHz (MV)
A2N	Receiver Voltage, near (Amplitude 1) 200 MHz (MV)	Empfängerspannung, nah (Amplitude 1) 200 MHz (MV)
D2EC	Dielectric Constant, 200 MHz	Dielektrische Konstante, 200 MHz
P2DC	Porosity from D2EC, 200 MHz (%)	Porosität unter Verwendung der Dielektrischen Konstante, 200 MHz (%)
P2HS	Phase Difference, 200 MHz (Deg)	Phasendifferenz, 200 MHz (Grad)
R2SL	Resistivity (Log) 200 MHz (Ohm m)	Widerstand (Messung) 200 MHz (Ohm m)
T2PL	Travel Time, 200 MHz	Laufzeit, 200 MHz
TTEN	Total Tension (kg)	Gesamtes Gewicht am Kabel (kg)

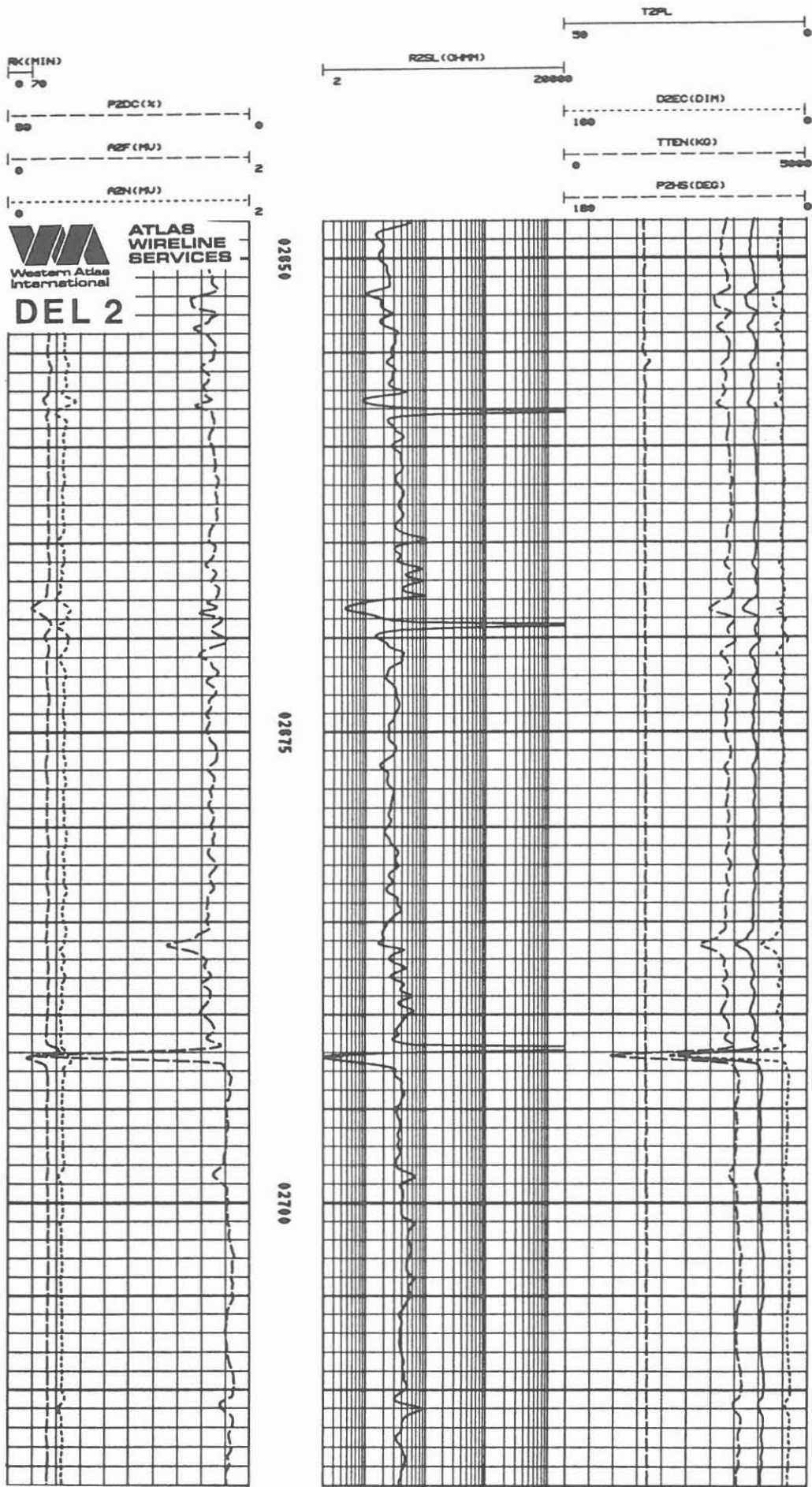
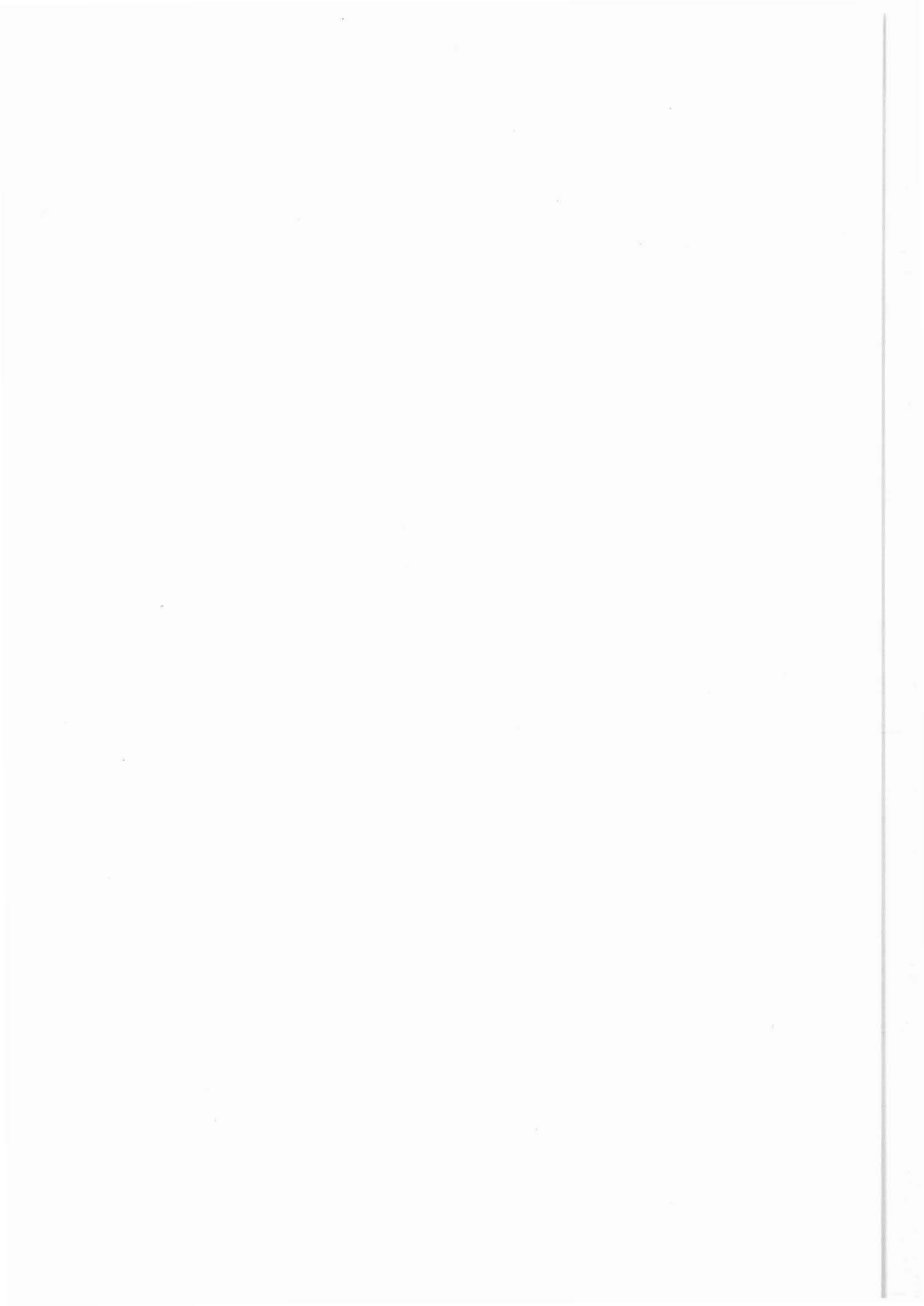


Abb. 5.23



5.1 Seismische Referenzbohrung KTB-Oberpfalz VSP 1

Für die Durchführung von Vertikalen Seismischen Profilen (VSP's) ist die genaue Registrierung des Einsatzpunktes der Anregung von großer Bedeutung. Dieser Ersteinsatz wird immer durch ein Referenzgeophon nahe der Energiequelle (Schußbohrung, Vibrator, Hammer, Luftpulser) aufgezeichnet.

Das geplante Programm für seismische Arbeiten im Rahmen von KTB sieht vor, in der Vorbohrung mindestens 2 und in der Hauptbohrung ebenfalls 2 VSP's durchzuführen. Außerdem ist ein großes seismisches Testprogramm für das Umfeld (3-D-Seismik) in Vorbereitung.

Für diese umfangreichen seismischen Arbeiten ist eine gleichbleibende, fixe Referenz als Bezug unumgänglich. Es wurde deshalb bereits für die erste VSP-Messung diese Referenz geschaffen, die so ausgelegt wurde, daß sie die genannten Forderungen erfüllt. Es wurde nordöstlich der Vorbohrung - in Richtung Hauptbohrung - in einer Entfernung von 205 m von der Vorbohrung eine Bohrung bis in eine Teufe von 60 m niedergebracht, in die eine 3-D-Geophongruppe mit einer Vertikal- und zwei Horizontalkomponenten eingebaut worden ist. Die Bohrung wurde von 0 - 7,0 m mit 244 mm (9 5/8")-Rollenmeißel, von 7,0 - 40,0 m mit 178 mm (7")-Luftbohrhammer und von 40,0 - 59,0 m mit 95 mm (3 3/4") imprägnierten Kernbohrkronen als Kernbohrung niedergebracht. Der Kerngewinn war 95 % und die Kerne zeigten wenig geklüfteten Amphibolit. Die Bohrung wurde vom Meßtrupp des NLFb vermessen und anschließend bis 7,0 m mit einem 216 mm (8 1/2")-Standrohr und bis 39,0 m mit 146 mm (5 3/4")-Rohren verrohrt.

Die Geophongruppe wurde auf Endteufe der Bohrung einzementiert und die Bohrung wurde mit Bohrklein bis kurz unter Ackersohle verfüllt, wobei die Geophonanschlußkabel bis übertage geführt worden sind. Damit ist eine einwandfreie Koppelung der Geophone zum Gebirge gewährleistet.

Die Bohrung wurde mit einer Abdeckung versehen und steht für alle weiteren Seismik-Experimente als permanente Referenz zur Verfügung.

ES/SP/GR/CAL (Elektriklog mit Eigenpotential, Gammastrahlen und Kaliber)

Ausführender: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB),
Hannover

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VSPl-1	02.06.88	1	7,0 - 60,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 7,0 - 60,0 m, Abb. 5.1.1.

Meßziel:

Aufzeichnung eines Widerstandsprofiles, des Eigenpotentials, der Gammastrahlung und des Kalibers.

Durchführung:

Das Gerät stellt eine Kombination von kleiner Normale (16"), großer Normale (64") und einer SP-Anordnung dar. Die 16"-Normale und die 64"-Normale zeigen Widerstände bis über 2000 Ohm m. Das Eigenpotential wie auch die Gammastrahlenmessung sind mit der Widerstandsmessung gut korrelierbar. Das Kaliber zeigt einen leichten Ausbruch der Bohrlochwand zwischen 51,5 - 54,0 m. Zur Aufzeichnung dienten Papier und Floppy, wobei die Präsentation linear erfolgte.

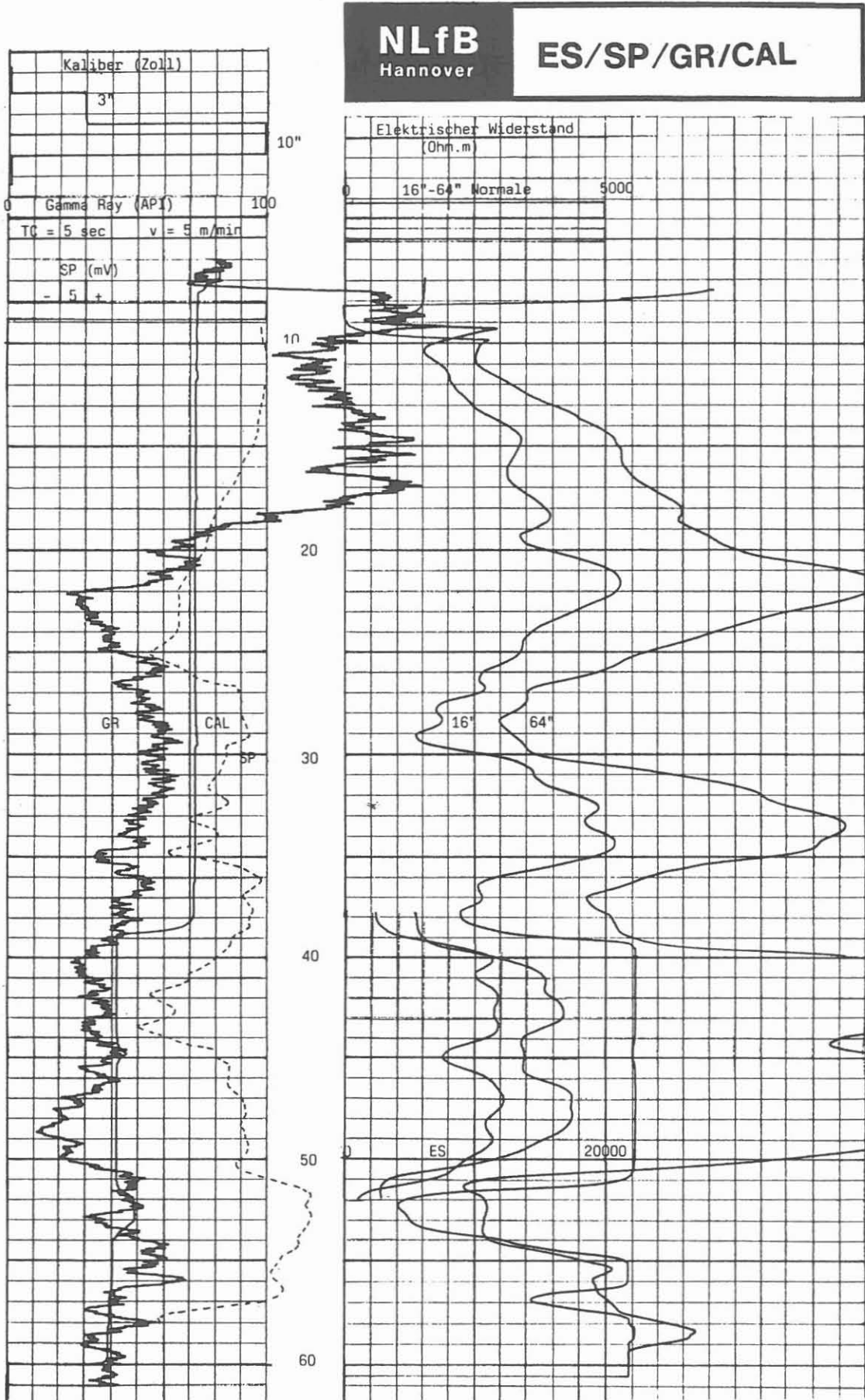
Vollständige Information über Meßsystem im NLfB-Bericht, Archiv-Nr. 96 611. Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000; Meßgeschwindigkeit 10 m/min.

Technische Anmerkungen:

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

Abkürzungen:

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit	
ES	Electrical Survey	Ohm m	Elektrische Messung	Ohm m
SP	Self Potential	mV	Eigenpotential	mV
TC	Time Constant	S	Zeitkonstante	S



TEMPSAL (Temperatur-Salinometer-Messung)

Ausführender: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB),
Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VSP1-2	02.06.88	1	7,0 - 60,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 7,0 - 60,0 m, Abb. 5.1.2.

Meßziel:

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

Durchführung:

Die Messungen wurden mit dem NLfB-Meßwagen im Hängen durchgeführt. Die lineare Aufzeichnung erfolgte auf Papier und Floppy. Am Absatz in der Bohrung, der durch die Durchmesseränderung bedingt ist, war das Gerät kurz aufgestanden, dann jedoch weitergefahren.

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

Technische Anmerkungen:

Datenspeicherung auf Floppy, jedoch nicht IBM-kompatibel.

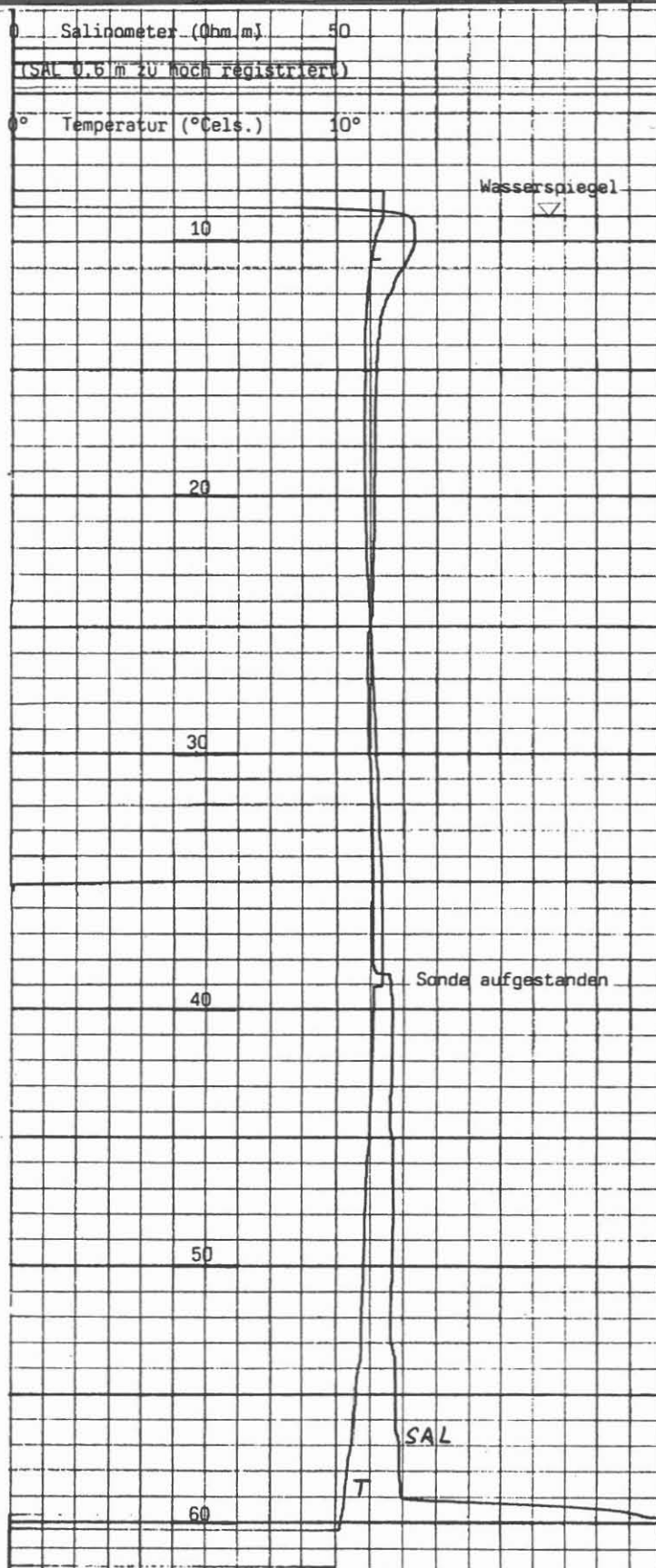
Datenrate: 10 cm.

Abkürzungen: -

NlFB
Hannover

TEMPSAL

Abb. 5.1.2



Multi-Shot (Neigungs- und Orientierungsmessung)

Ausführender: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB),
Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VSP1-3	02.06.88	1	7,0 - 60,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 7,0 - 60,0 m, Abb. 5.1.3.

Meßziel:

Horizontal- und Vertikalprojektion 0,0 - 60,0 m.

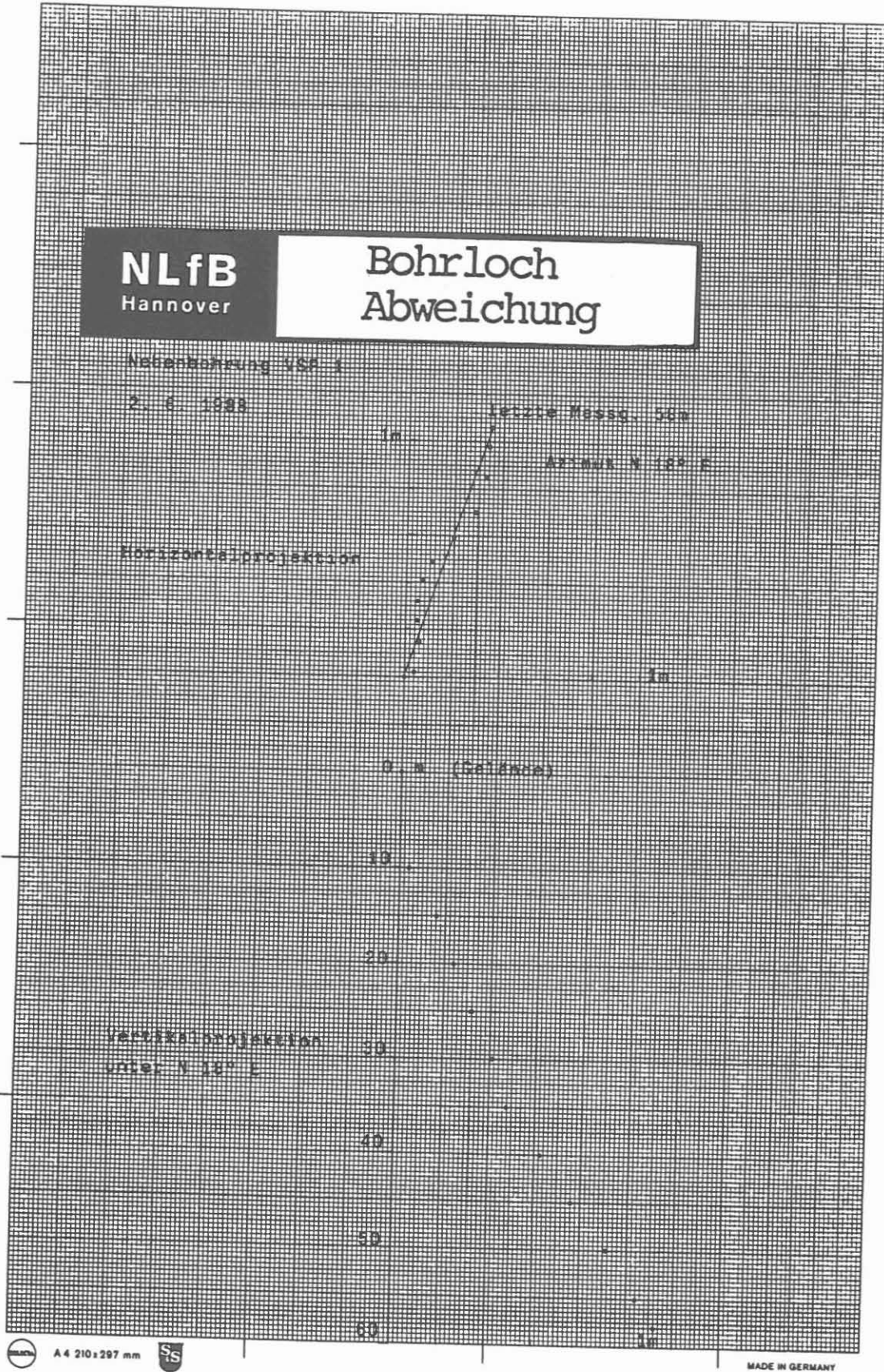
Durchführung:

Mit dem Multit-Shot-Gerät wurde von Sohle aufwärts fahrend alle 5 m angehalten und eine Neigungs- und Orientierungslesung registriert. Diese Daten wurden ausgelesen und zu einer Vertikal- und Horizontalprojektion des Bohrlochverlaufes verarbeitet. Die Bohrung weicht in N 18° E ab und landete bei Endteufe 1,0 m vom Ansatzpunkt.

Technische Anmerkungen:

Die Messungen werden stationär vorgenommen.

Abkürzungen: -





5.2 Technische Messungen

Unter dem Begriff Technische Messungen sind alle Arbeiten zu verstehen, die am Kabel durchgeführt werden, um Untertageausrüstung wie z. B. Verrohrung zu kontrollieren, oder die bei Fangarbeiten notwendig werden. Ausgenommen sind hiervon Kaliber-, Neigungs- und Orientierungsmessungen.

Folgende Arbeiten/Messungen wurden ausgeführt:

Datum	Ausführender	Arbeiten/Messungen	Intervall
27.03.88	KTB/Preussag	Steering Tool-Richtbohren	1816,4-1998,3 m
05.04.88	Preussag	Freipunktbestimmung (FPI)	Festpunkt bei 1813 m
		Perforation (Schwerstange)	1947,1-1948,1 m
			1920,0-1920,7 m
		Perforation (Gestänge)	1863,0-1863,7 m
		Freipunktbestimmung (FPI)	Kopf DC frei
		Back-off (BO) 3 x	1785,8 m - ohne Erfolg
		Casing Collar Locator (CCL)	Kontrollfahrt
		Back-off (BO) 1 x	1813,8 m - ohne Erfolg
06.04.88		Casing Collar Locator	Kontrollfahrt - bei 1785,4 m abgeschraubt
12.04.88	KTB/Preussag	Steering Tool-Ablenkung	1677,0-1802,0 m
11.07.88	KTB/Preussag	Steering Tool-Richtbohren	2635,0-2687,0 m
15.07.88	KTB/Schlumberger	Multi-Finger-Caliper (MFC)	1,2- 479,0 m
04.08.88	KTB/Schlumberger	Induction Log (DIL) Fang- operation	479,5-2785,0 m
19.08.88	KTB/Schlumberger	Gammastrahlenmessung/Casing Collar Locator (GR/CCL) Teufenbestimmung	1140,0-2840,0 m

Eine Beschreibung der Freipunktbestimmung und der Back-off-Methode ist in KTB-Report 87-3, Seite 121, gegeben.

Unter Perforation versteht man das Verfahren, bei dem mehrere Sprengstoff-Hohlladungen in der Bohrung gezündet werden, um Verrohrung (Gestänge, Schwerstangen) zu "perforieren".

MFC (Multi-Finger Caliper)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB*-199	15.07.88	2	1,2 - 479,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 190,0 - 255,0 m, Abb. 5.2.1.

Meßziel:

Der Innendurchmesser der 7"-Rohrfahrt soll im Vergleich zur "Nullmessung" vom 13.11.1987 (VB-76) auf Verschleiß untersucht werden.

Durchführung:

Die 7" Extreme Line Schutzrohrfahrt wurde erstmals als Verschleißbeobachtung zur Kontrolle vermessen. Der Grund hierfür lag in der nunmehr neunmonatigen Gestängebefahrung. Der Film zeigt in Spur 1 für die drei Segmente von je 120° des Umfanges je einen Radius als ein Minimum (RAD 4, 5, 6) und ein Maximum (RAD 1, 2). Bei dieser Messung war RAD 3 ausgefallen und konnte deshalb nicht aufgezeichnet werden.

In Spuren 3 und 4 wird ein simulierter Rohrquerschnitt gegeben. In Spur 3 wird der Durchschnittswert des minimalen Radius (MNRD) im Vergleich zum Sollwert (NIRD) und in Spur 4 der Vergleich mit dem maximalen Wert gegeben. Außerdem ist der Sollwert des Außenradius (NARD) gegeben. Die schraffierte Fläche ist die Wandstärke der Verrohrung.

Teufenmaßstab: 1 : 200, 1 : 1000, Meßgeschwindigkeit 4 m/min.

Detailmaßstab: 1 :

Technische Anmerkungen:

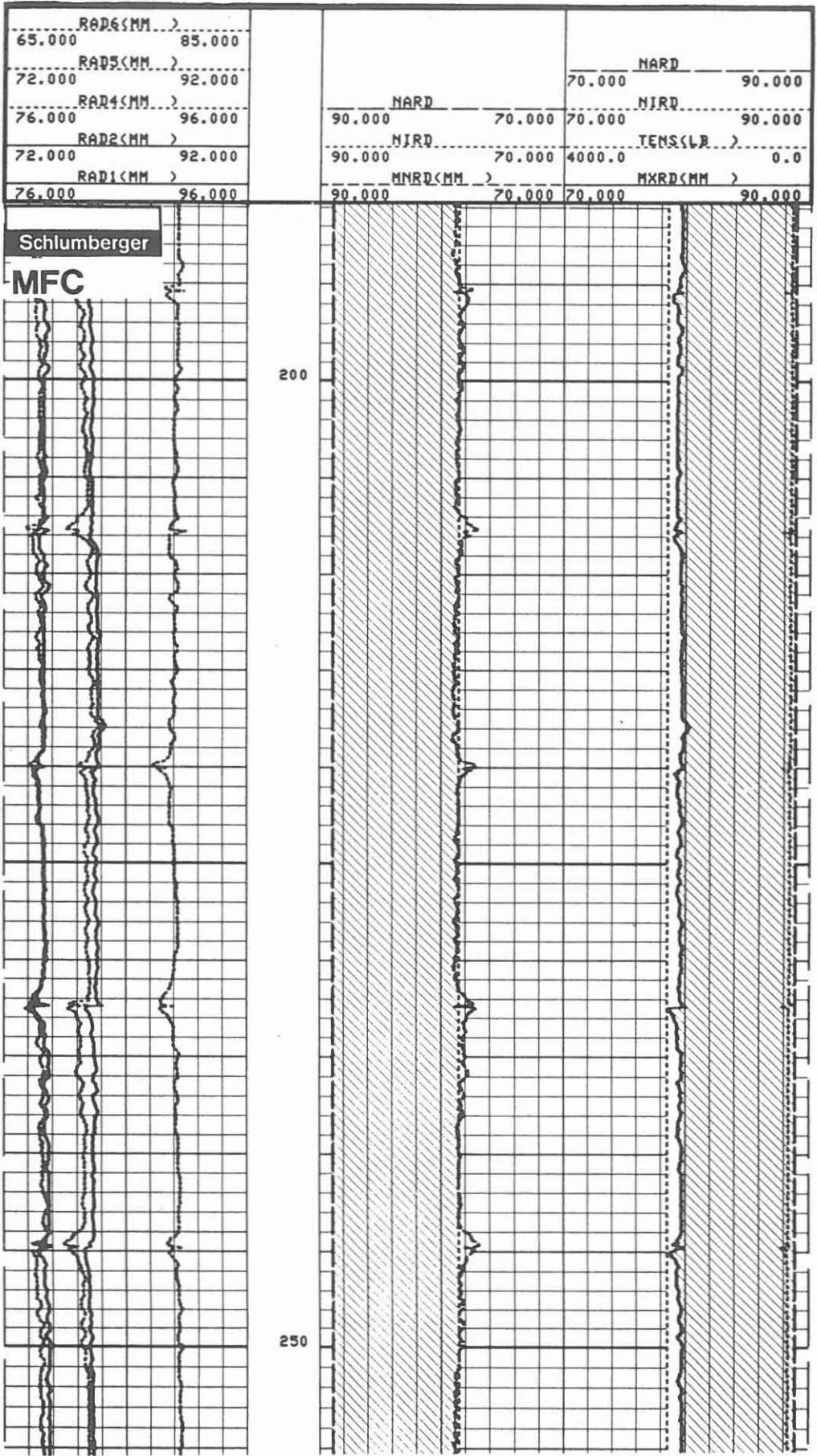
Das Gerät hat 60 Finger, um die Rohrrinnenwand abzutasten. Im Unterschied zu Geräten anderer Firmen werden bei diesem Gerät aus je 20 Fingern (Segment von 120°) die Maximal- und Minimalausschläge abgegriffen und kontinuierlich registriert. Die horizontale Auflösungsgenauigkeit beträgt 0,25 mm und die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

Datenrate: 3 cm.

Abkürzungen:

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit	
MNRD	-	Minimaler Radius	mm
MXRD	-	Maximaler Radius	mm
NARD	-	Nominaler Außenradius	mm
NIRD	-	Nominaler Innenradius	mm
RAD 1-3	-	Maximaler Radius Segmente 1-3	mm
RAD 4-6	-	Minimaler Radius Segmente 4-6	mm
TENS	Tension	(LB) Gewicht am Kabel	Pfund

Abb. 5.2.1



MFC (Multi-Finger Caliper)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB-199	15.07.88	2	1,2 - 479,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 1,2 - 7,0 m, Abb. 5.2.2.

Meßziel:

Der Innendurchmesser der 7"-Rohrfahrt soll im Vergleich zur "Nullmessung" vom 13.11.1987 (VB-76) auf Verschleiß untersucht werden.

Durchführung:

Die Durchführung der Messung ist auf Seite 112 beschrieben. Das hier gezeigte Beispiel des Meßausschnittes ist eine Wiedergabe von 7 Metern des obersten Rohres in vergrößertem Maßstab. Sie zeigt eine deutliche Beschädigung des Rohres ab 3,4 m. Der Innendurchmesser der 7"-Rohrfahrt hat einen Sollwert von 157,1 mm (Drift 153,9 mm). Von 3,4 m bis 2,05 m ist eine Abnahme um maximal 3,0 mm angezeigt, die sich ab 1,95 m auf 5,9 mm erhöht. Die Beschädigung ist einseitig und dürfte durch Schleifen des Gestänges beim Ein- und Ausbau verursacht worden sein.

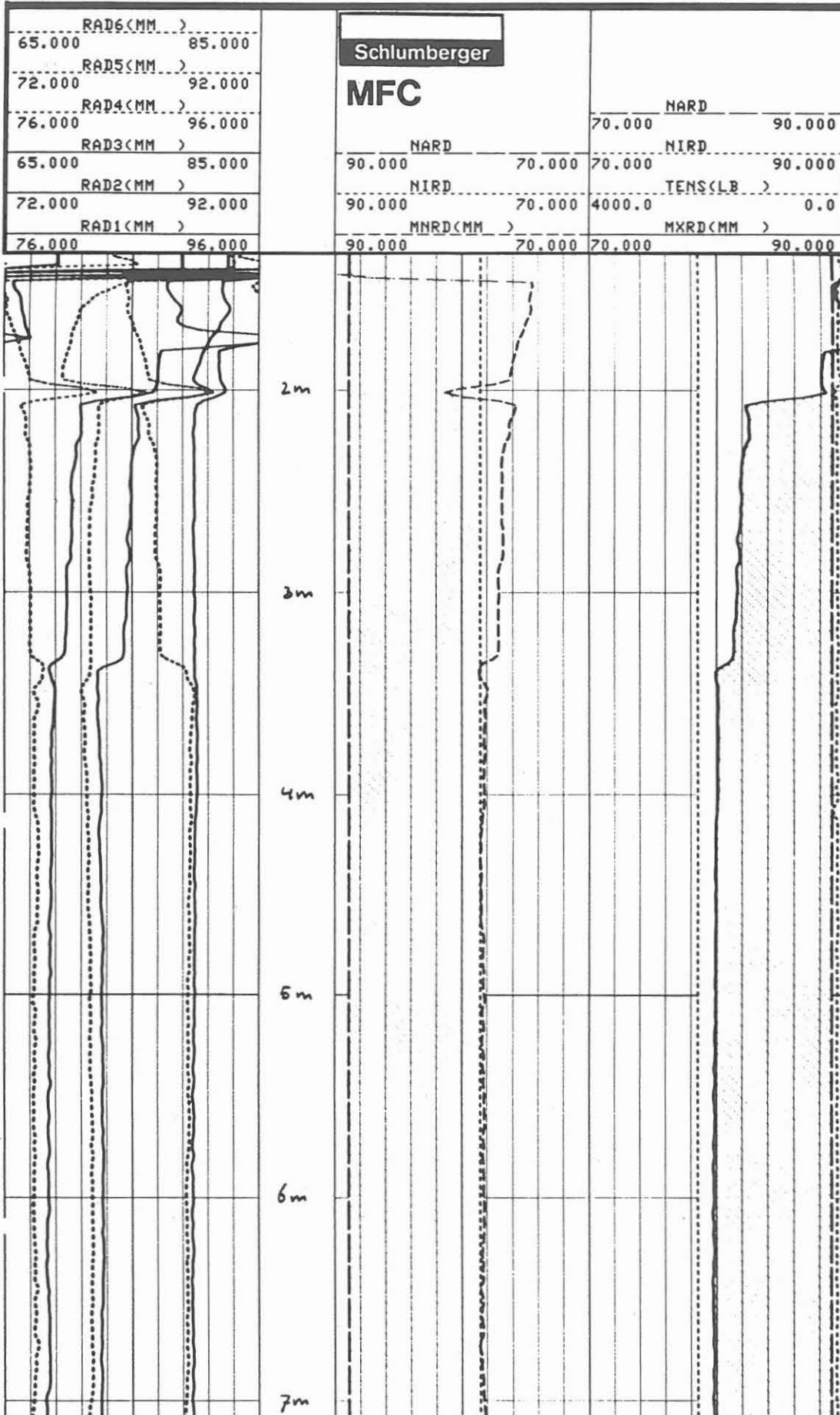
Technische Anmerkungen:

siehe Beschreibung auf Seite 112.

Abkürzungen:

siehe Seite 112.

Abb. 5.2.2



GR/CCL (Gammastrahlenmessung mit Casing Collar Locator)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Run Nr.</u>	<u>Intervall</u>
VB*-208	19.08.88	1	1137,0 - 1187,0 m 1573,0 - 1629,0 m 2473,0 - 2839,0 m

Beispiel:

Meßausschnitt 2600,0 - 2673,0 m, Abb. 5.2.3.

Meßziel:

Diese Messung wurde gefahren, um die Teufendifferenz "Bohrmeister-" : "Bohrlochmessung" zu erfassen.

Durchführung:

Der Bohrstrang (5 1/2"-Seilkernstrang) war im Bohrloch. Es wurde mit einem Gammastrahlenmeßgerät mit 43 mm (1 11/16") Außendurchmesser im Gestänge gemessen. Die Gammastrahlenmessung wurde mit der teufenrichtigen Messung aus dem offenen Bohrloch verglichen. Die registrierten Gestängeverbindungen werden mit dem Gestängemaß kontrolliert und die Teufendifferenz bestimmt. Es wurden die oben genannten Intervalle zur Kontrolle gemessen.

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

Technische Anmerkungen:

Es wurde nur bis in die Teufe des obersten Stabilizers eingefahren. Dieser ist auf der CCL-Kurve als deutlicher Doppelausschlag von 0,68 m Länge innerhalb der Schwerstangen (DC = Drill Collars) mit einfachem Ausschlag zu erkennen. Das Bohrgestänge zeigt einen dreifachen Ausschlag in den Rohrverbindungen. Der Grund hierfür ist: die Verbinder sind an das Gestängerohr angeschweißt.

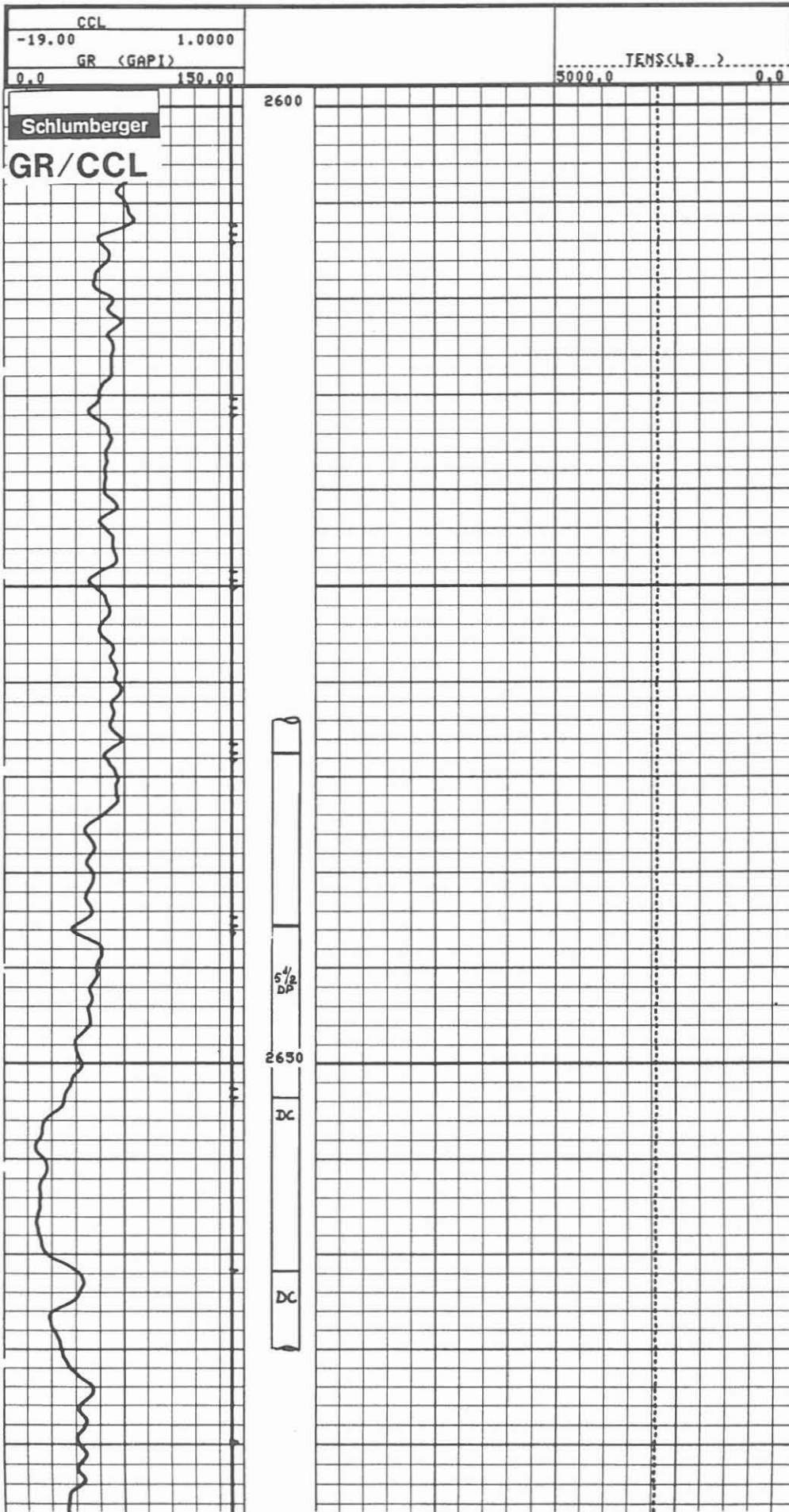
Die gemessenen Teufendifferenzen nehmen mit der Teufe zu und betragen bei 2800 m 1,60 m (Meßteufe tiefer als Bohrteufe).

Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>
CCL	Casing Collar Locator	Rohrverbindungsanzeige
GR	Gamma Ray (API)	Gammastrahlung (API-Einheiten)
TENS	Tension (LB)	Gewicht am Kabel (Pfund)

Abb. 5.2.3



DIL/SP/GR (Dual Induction Log/Eigenpotential/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Diepholz/KTB

Lfd. Nr.	Datum	Run Nr.	Intervall
VB*-204	04.08.88	3	479,5 - 2785,5 m

Beispiel:

Meßausschnitt 1000,0 - 1064,0 m, Abb. 5.2.4.

Meßziel:

Die Messung wurde eingesetzt, um einen metallischen Gegenstand, der im Bohrloch verblieben war, zu finden.

Durchführung:

Die Messung wurde sowohl im Hängen als auch im Auffahren registriert. Der metallische Gegenstand ist ein Teil eines Kaliberarmes des Prototyp 6-Arm-Kalibers von GEOCOM, der im Bohrloch verblieben war. Eine Leitfähigkeitsmessung sollte diesen Gegenstand erfassen können.

Aus dem aufgezeichneten Diagramm könnte der "Fisch" in Teufe 1060,7 m liegen.

Teufenmaßstab 1 : 200, Meßgeschwindigkeit 12 m/min.

Technische Anmerkungen:

Teste Übertage haben gezeigt, daß mit diesem Meßsystem eine entsprechende Anzeige für das Auffinden des Kaliberarmes erreicht werden kann. Die gemessenen Leitfähigkeiten werden als Widerstände aufgezeichnet.

Datenrate: 15 cm.

Abkürzungen:

	englisch, Einheit		deutsch, Einheit
SP	Self Potential (MV)		Eigenpotential (MV)
ILD	Induction Log "Deep" (Ohm m)		Leitfähigkeitsmessung "tief" (Ohm m)
ILM	Induction Log "Medium" (Ohm m)		Leitfähigkeitsmessung "mittel" (Ohm m)
SFLU	Spherical Focused Log (Ohm m)		sphärisch fokussierte Messung (Ohm m)

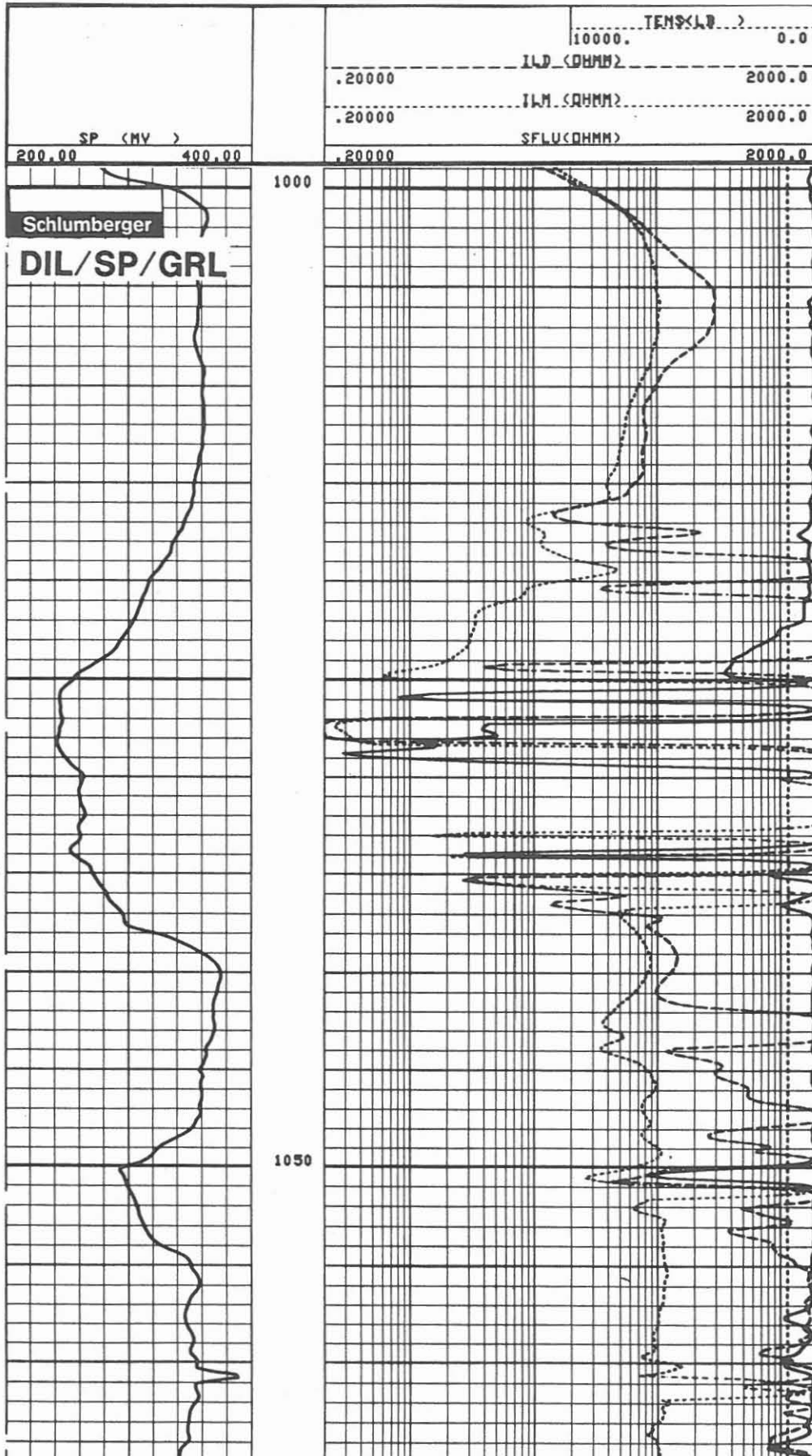
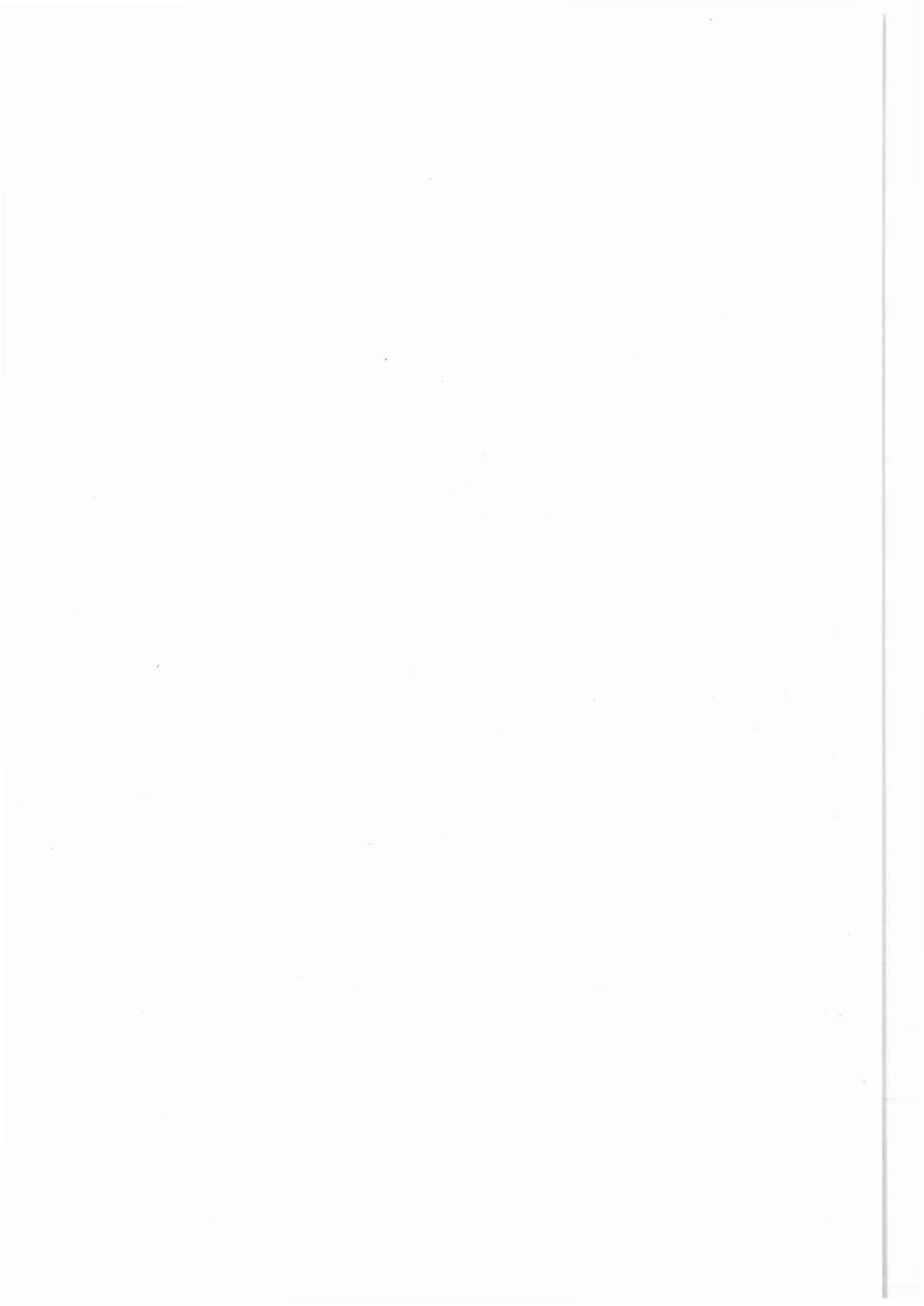
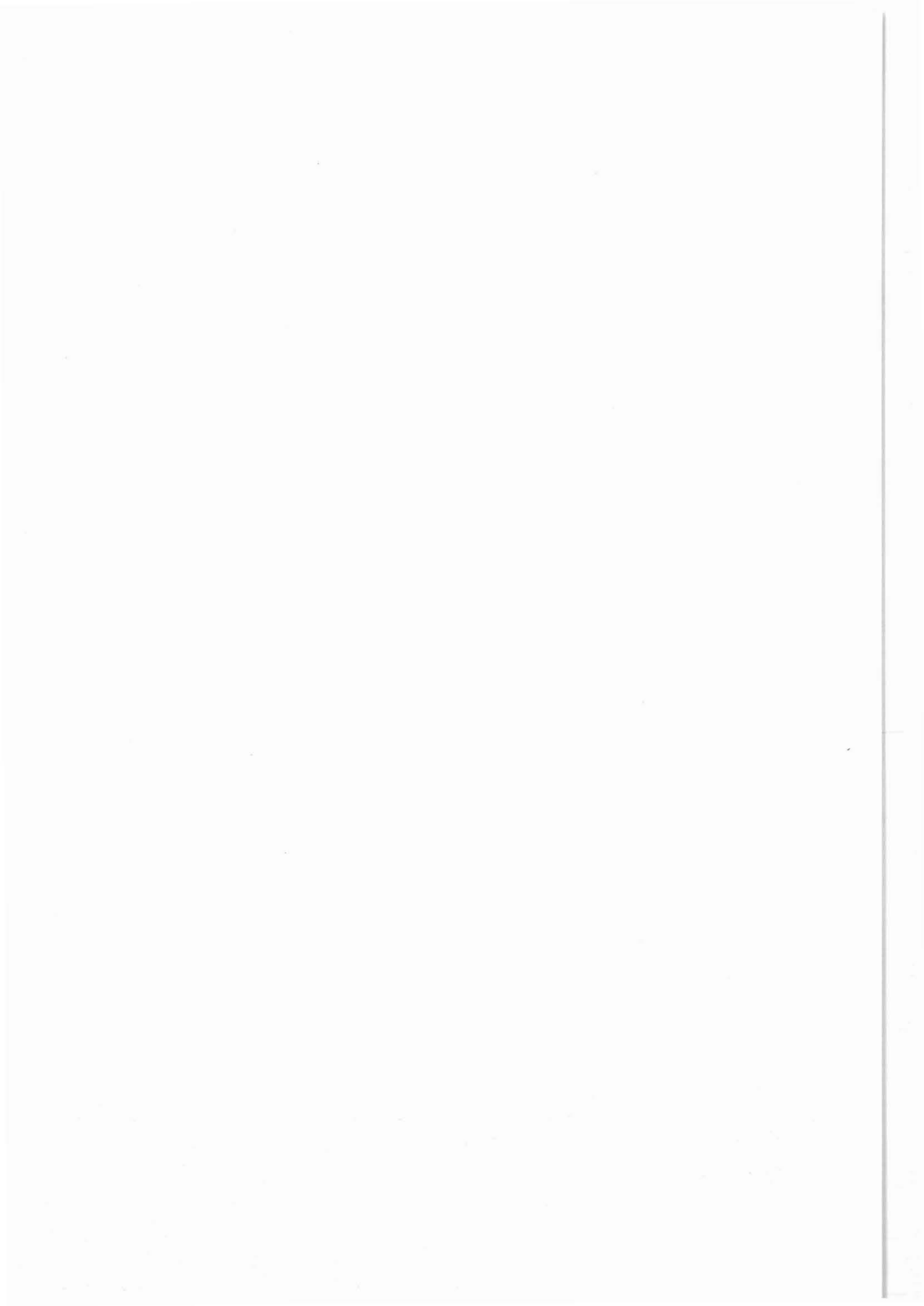


Abb. 5.2.4



6. Auswertungen, Zwischenberichte



6 AUSWERTUNGEN, ZWISCHENBERICHTE

- Softwareauswertungen an der Bohrlokation

Das Softwareangebot der Dauermeßstation ist so ausgelegt, daß einfache Auswertungen von Bohrlochmeßdaten durchgeführt werden können. Diese Auswertungen zielen darauf ab, bei Sofortentscheidungen hilfreich zu sein. Als Beispiel sei die Fragestellung - "soll gestestet werden oder nicht?" - erwähnt. Eine Auswertung an der Bohrung kann hier helfen, diese Frage zu entscheiden.

- Im Rechenzentrum erstellte Auswertungen

Die Projektleitung hat die Aufgabe übernommen, von der Service-Industrie Auswertungen durchführen zu lassen, die zur Unterstützung der operativen Abwicklung des wissenschaftlichen Programms dienen. Diese Arbeiten werden in den Rechenzentren der Firmen ausgeführt. Sie ersetzen nicht die Auswerteprojekte der Universitäten und Institute, sondern sollen diese ergänzen.

Außerdem werden die im Feld aufgezeichneten Daten für Bohrlocheinfluß und unterschiedliche Teufe korrigiert. Für eine Weiterverarbeitung sollen nur diese "normalisierten" Daten Verwendung finden.

- Zwischenberichte

Alle Zwischenberichte, die von Ämtern, Instituten oder Universitäten bei der Projektleitung abgeliefert werden, werden entweder vollständig oder in einer Zusammenfassung in den KTB-Reports vorgestellt. Damit ist gewährleistet, daß diese Berichte allen Beteiligten zugänglich werden. Eine Auflistung der eingegangenen Berichte ist in Abschnitt 3, Tabelle 3.2, gegeben.

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>
VB -A 9	27.10.87	VB - 37	KTB-Report 87-4
VB -A 22	21.01.88	VB - 97	KTB-Report 88-4
VB -A 43	11.05.88	VB -132	961,0 - 1525,0 m
VB -A 50	24.06.88	VB*-174	1512,0 - 2202,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 2009,0 - 2012,0 m, Abb. 6.1.

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. Damit wird ein Vergleich dieser Daten mit den Informationen, die mit dem BHTV gewonnen wurden, erleichtert. Die Darstellung erfolgt in der Form, daß alle vier um 90 Grad versetzten "Images" entsprechend ihrer Orientierung im Bohrloch gegen die Teufe aufgezeichnet werden.

Teufenmaßstab 1 : 40; für Detailauswertung und Kernnachorientierung 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: -

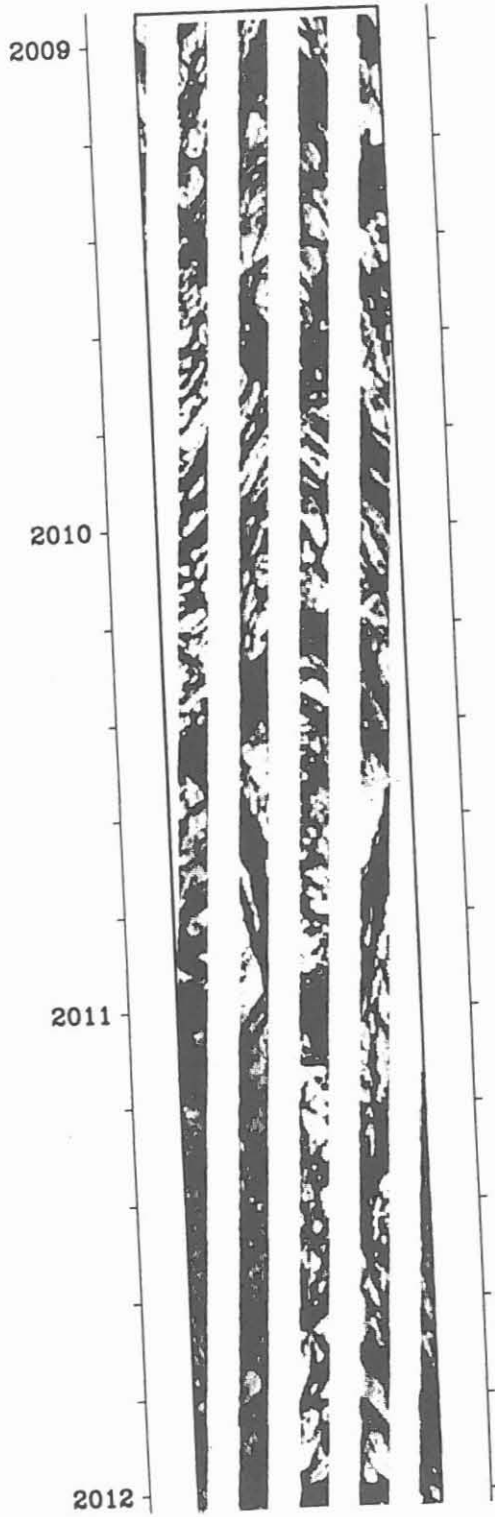
Abb. 6.1

Schlumberger

FMST (4-PAD)

PAD AZIMUTH

0 180 360



NGT-Wärmeproduktionsrate (H in μWm^{-3})

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
VB -A 69	28.06.88	VB*-176	1500,0 - 2201,3 m
VB -A 70	08.09.88	VB*-220	2150,0 - 3009,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 2125,0 - 2194,0 m, Abb. 6.2.

Ziel der Auswertung:

Ermittlung der Wärmeproduktionsrate durch radioaktiven Zerfall. Berechnung auf kontinuierlicher Basis.

Durchführung:

Die Wärmeproduktionsrate wurde nach der empirischen Formel von L. Rybach, ETH Zürich (1988),

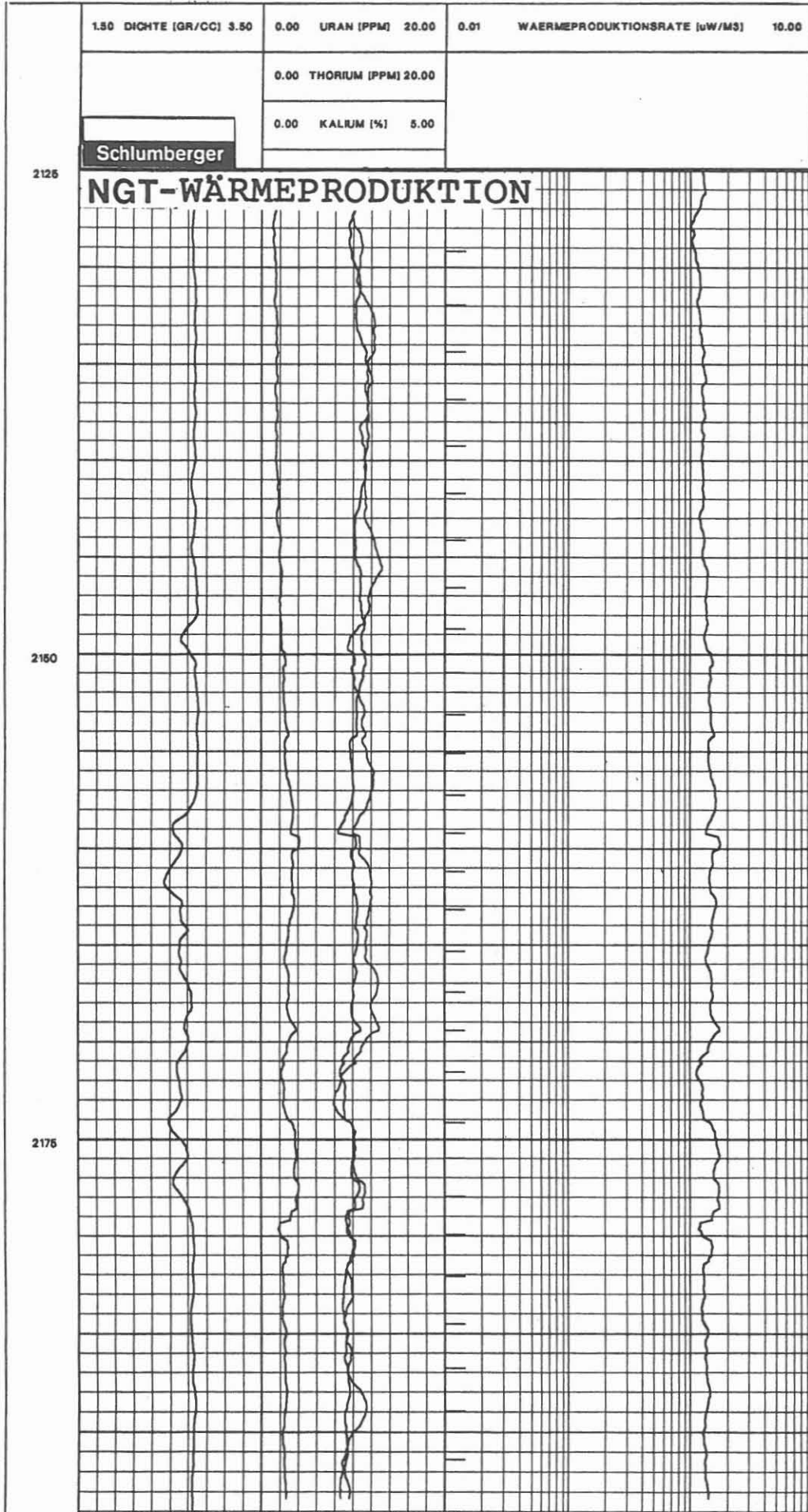
$$H(\mu\text{Wm}^{-3}) = 10^{-5} \text{ RHO } (9,25 \text{ URAN} + 2,56 \text{ THOR} + 3,48 \text{ POTA})$$

aus Dichte und natürlicher Gammaskpektrometermessung (Uranium-, Thorium, Kaliumanteil) berechnet und kontinuierlich aufgezeichnet. Die Rate wurde über die Teufe integriert und ergibt somit - bei gleichbleibender Lithologie - einen Produktionswert für das durchteufte Gestein. Teufenmaßstab 1 : 200.

Programminweise:

Die Formel von Rybach wurde als Berechnungsgrundlage für das Programm verwendet. Die Dichte-, Uranium-, Thorium- und Kaliumwerte wurden von den "normalisierten" Bohrlochmessungen übernommen. Die Integration über die Teufe erfolgt ähnlich wie die Laufzeitintegration der Sonic-Messung.

Abkürzungen: -



STC PROCESSING (Slowness Time Coherence Berechnung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

Lfd. Nr.	Datum	Projekt/Messung	Intervall
VB -A 11	09.12.87	VB - 39	KTB-Report 87-4
VB -A 36	29.04.88	VB -140	KTB-Report 88-4
VB*-A 55	01.06.88	VB*-177	1500,0 - 2200,0 m
VB -A 64	22.09.88	VB*-224	2150,0 - 3009,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 2135,0 - 2191,0 m, Abb. 6.3.

Ziel der Auswertung:

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

Durchführung:

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

Im Bereich starker Bohrlochrandausbrüche liegen nur interpolierte Werte (oder unvollständige Datenreihen) vor. Geplottet wurde die "Slowness" als "Average", in "Receiver" und "Transmitter Mode" in $\mu\text{s}/\text{m}$, die gleichbedeutend ist mit der früher gemessenen Laufzeit. Die weißen Marken in der Teufenspalte stellen die integrierte Laufzeit der Kompressionswellen und die schwarzen Marken die der Scherwellen dar.

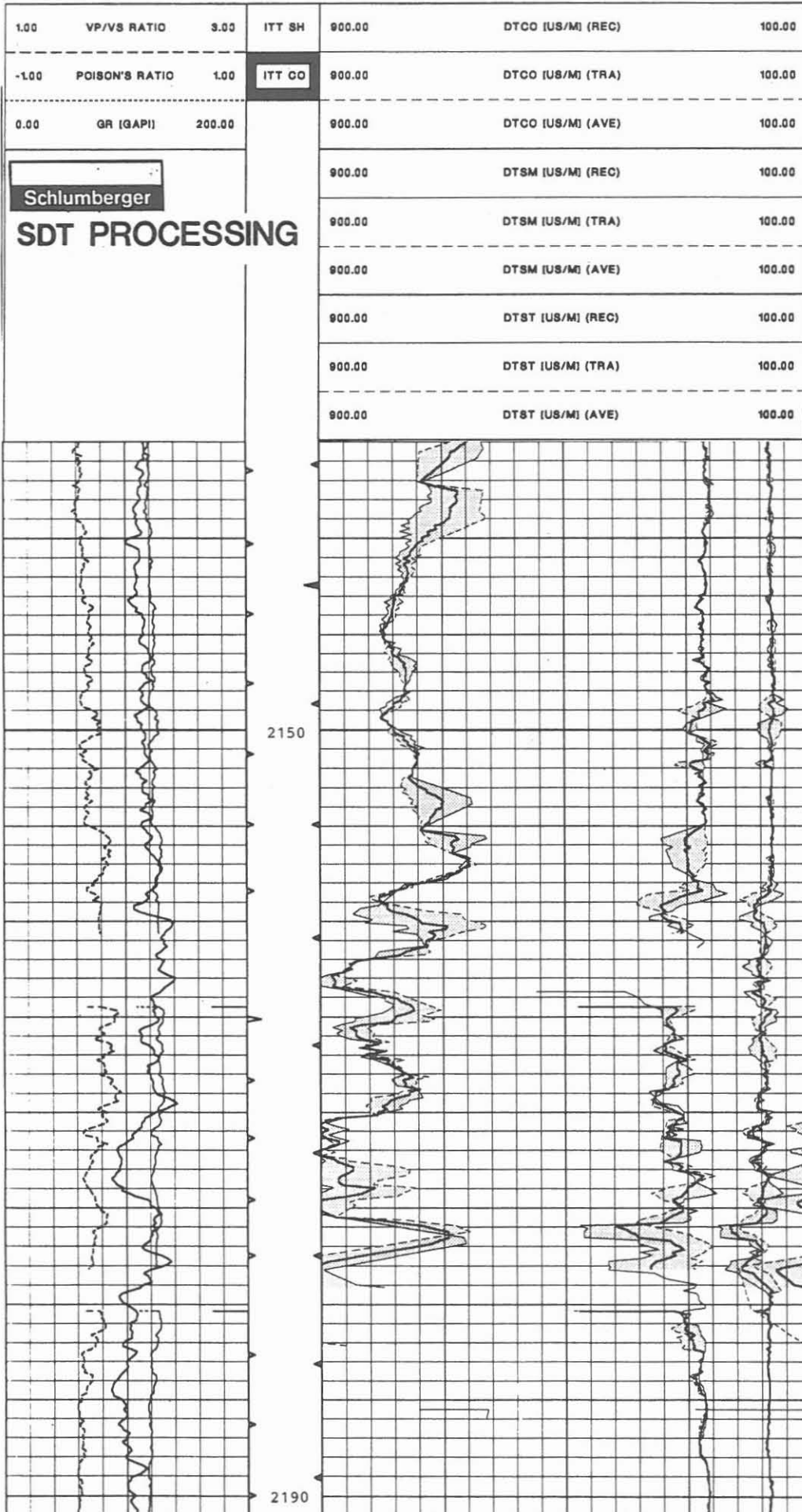
Teufenmaßstab 1 : 200.

Programminweise:

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

Abkürzungen:

	englisch, Einheit	deutsch, Einheit
DTCO	Delta T, Compression wave ($\mu\text{s}/\text{M}$)	Laufzeit, $\mu\text{s}/\text{m}$ (Kompressionswelle)
DTSM	Delta T, Sheare wave ($\mu\text{s}/\text{M}$)	Laufzeit, $\mu\text{s}/\text{m}$ (Scherwelle)
DTST	Delta T, Stoneley wave ($\mu\text{s}/\text{M}$)	Laufzeit, $\mu\text{s}/\text{m}$ (Stoneley-Welle)
REC	Receiver Mode	Empfänger Mode
TRA	Transmitter Mode	Sender Mode
AVE	Average	Mittelwert



Composite Log (NORM) - Normalisierte Daten

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
VB -A 20	20.01.88	VB - 30, 33, 34, 41, 56	KTB-Report 88-4
VB -A 30	19.02.88	VB - 30, 33, 44, 41, 56	KTB-Report 88-4
VB -A 44	11.05.88	VB - 99, 131, 135, 139, 140	480,0 - 1524,0 m
VB -A 52	24.06.88	VB*-169, 171, 176, 177, 180	1500,0 - 2200,0 m
VB -A 65	01.10.88	VB*-214, 219, 220, 223, 224	2150,0 - 3005,0 m

Beispiel:

Darstellung von VB-A 52, Ausschnitt 1900,0 - 2200,0 m, Abb. 6.4.

Ziel der Auswertung:

Vergleichende Übersichtsdarstellung ausgewählter Logkombinationen.

Durchführung:

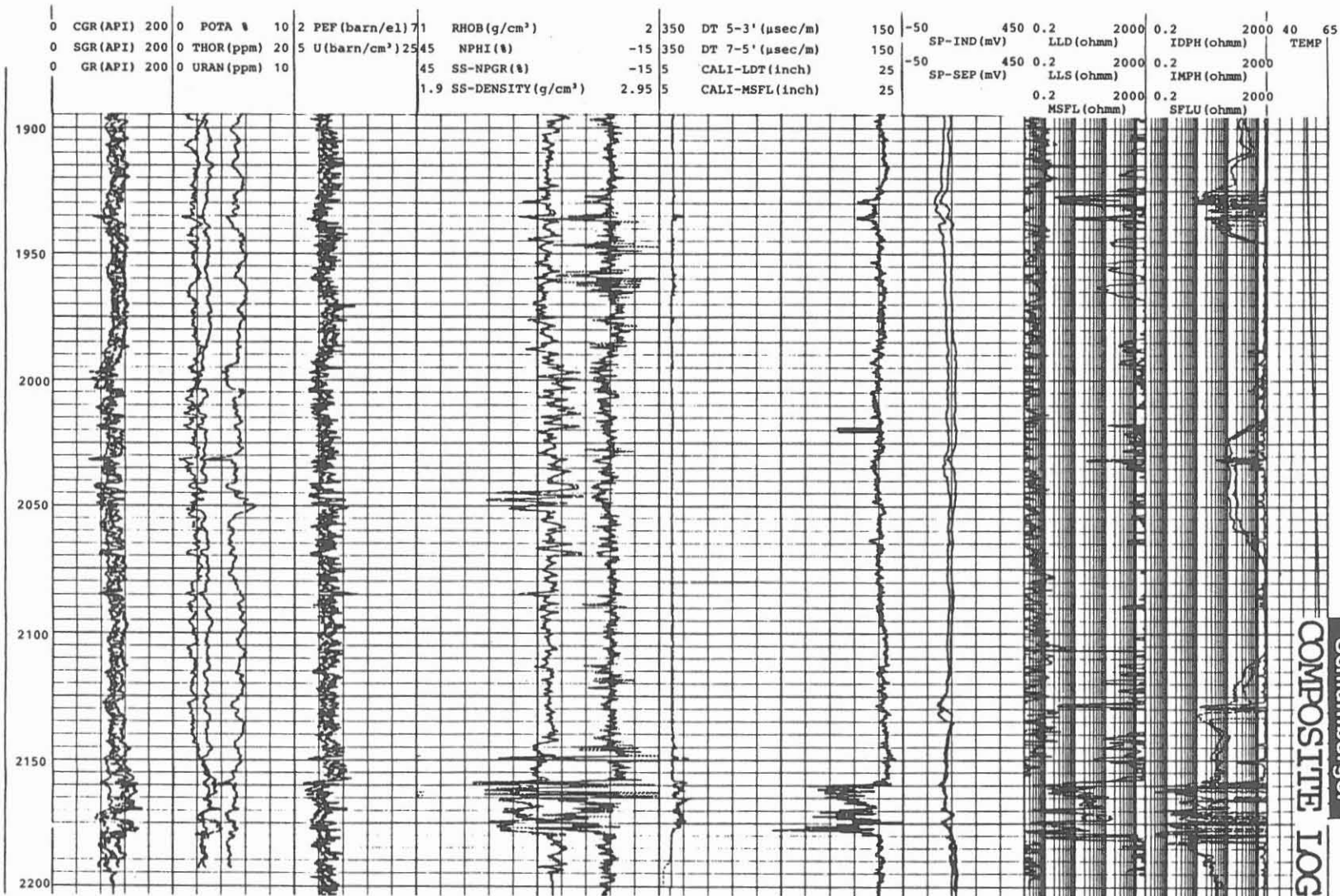
Die in einem Composite Log verwendeten Meßdaten enthalten alle Standard-Korrekturen, wie Kaliber-Korrektur und Teufen-Korrektur.

Im einzelnen wurden dargestellt:

Die um den Uranium-Anteil korrigierte Gamma-Strahlung (CGR), Summen Gamma-Strahlung (SGR), mit dem SDT gefahrene Gamma-Strahlung (GR-Sonic), Kaliumgehalt (POTA), Thoriumgehalt (THOR), Uraniumgehalt (URAN), photoelektrischer Absorptionsindex (PEF), volumetrischer photoelektrischer Absorptionsindex (U), Dichte, kalksteinkalibriert (RHOB), Neutron-Porositätsindex, gemessen über kurze Distanz (NPFI), Porositätsindex gemessen über kurze Distanz (SS-POR(PU)), Dichte, Sandstein-kalibriert (SS-Density), inverse Geschwindigkeiten über unterschiedliche Distanzen (DT), Kaliber mittels LDT (CAL-LDT), Kaliber mittels MSFL (CAL-MSFL), SP allein gefahren (SP), SP von DIL, Laterolog-deep (LLD), Laterolog Groningen (LLG), Laterolog-shallow (LLS), Phasor Induction-deep (IDPH), Phasor Induction-medium (IMPH), Spherical Focused Log (SFLU), Temperatur (TEMP).

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000.

Abkürzungen: siehe Durchführung



Schlumberger
COMPOSITE LOG Abb. 6.4

GLT-A (Geochemical Logging Tool Analysis)

Ausführender: Schlumberger, Forschungszentrum Ridgefield (USA)/Rechenzentrum Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
VB -A 21	29.01.88	VB - 45	KTB-Report 88-4
VB -A 45	11.05.88	VB -137/135	480,0 - 1515,0 m
VB -A 53	24.06.88	VB*-179	1500,0 - 2200,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 1900,0 - 2220,0, Abb. 6.5.

Ziel der Auswertung:

Kontinuierliche Darstellung der Elemente K, Th, U, Si, Ca, Fe, S, Al, Ti, Gd, Sigma und Caliper in Abhängigkeit der Tiefe.

Durchführung:

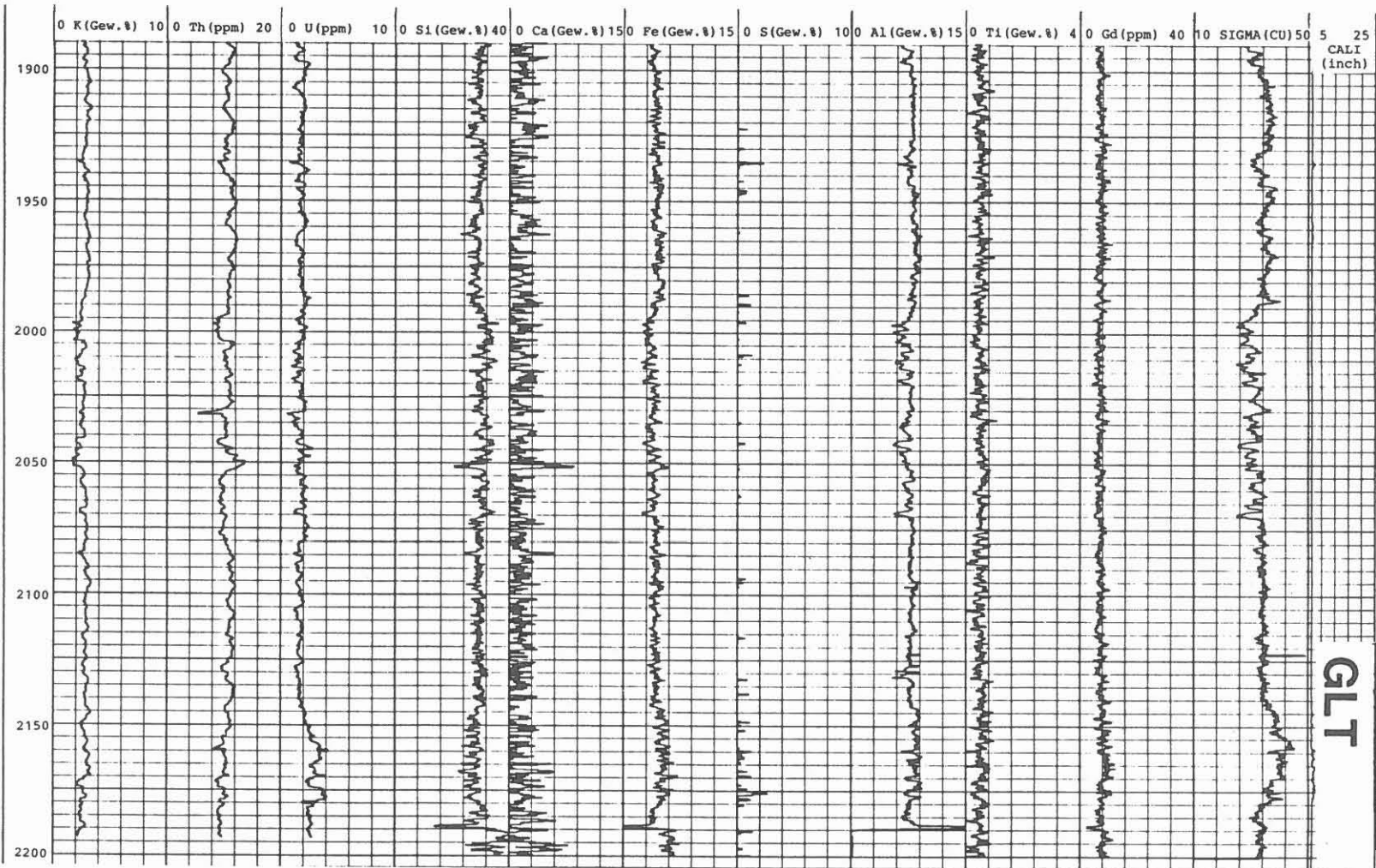
Das von Schlumberger neu entwickelte Auswerteprogramm für das Geochemical Logging Tool (GLT) berechnet aus dem aufgezeichneten Gammastrahlenspektrum die "elemental yields", h. h. den prozentualen Anteil der Strahlung der Einzelelemente. Der Anteil von 8 Elementen (K, Si, Ca, Fe, S, Ti, Gd, Al) wird in Gewichtsprozenten und von Thorium und Uran in ppm (parts per million) ermittelt. Diese Berechnung erfolgt im Rechenzentrum der Service-Firma.

Um die Analyse nach diesen 10 Elementen durchführen zu können, muß die Registrierung der Daten in der Bohrung in "capture mode" erfolgt sein. Als weitere Information wird der Formationseinfangquerschnitt "Sigma" berechnet.

Teufenmaßstab 1 : 200, 1 : 1000.

Abkürzungen:

	<u>englisch, Einheit</u>	<u>deutsch, Einheit</u>
SIGMA	in Capture Units	Einfangquerschnitt, Zählrateneinheiten
CALI	Caliper (inches)	Kaliber Zoll



Schlumberger

GLT

Abb. 6.5

GLT-Oxide (Oxydberechnung)

Ausführender: Schlumberger Verfahren, Rechenzentrum Hannover

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
-----------------	--------------	------------------------	------------------

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 1375,0 - 2125,0, Abb. 6.6.

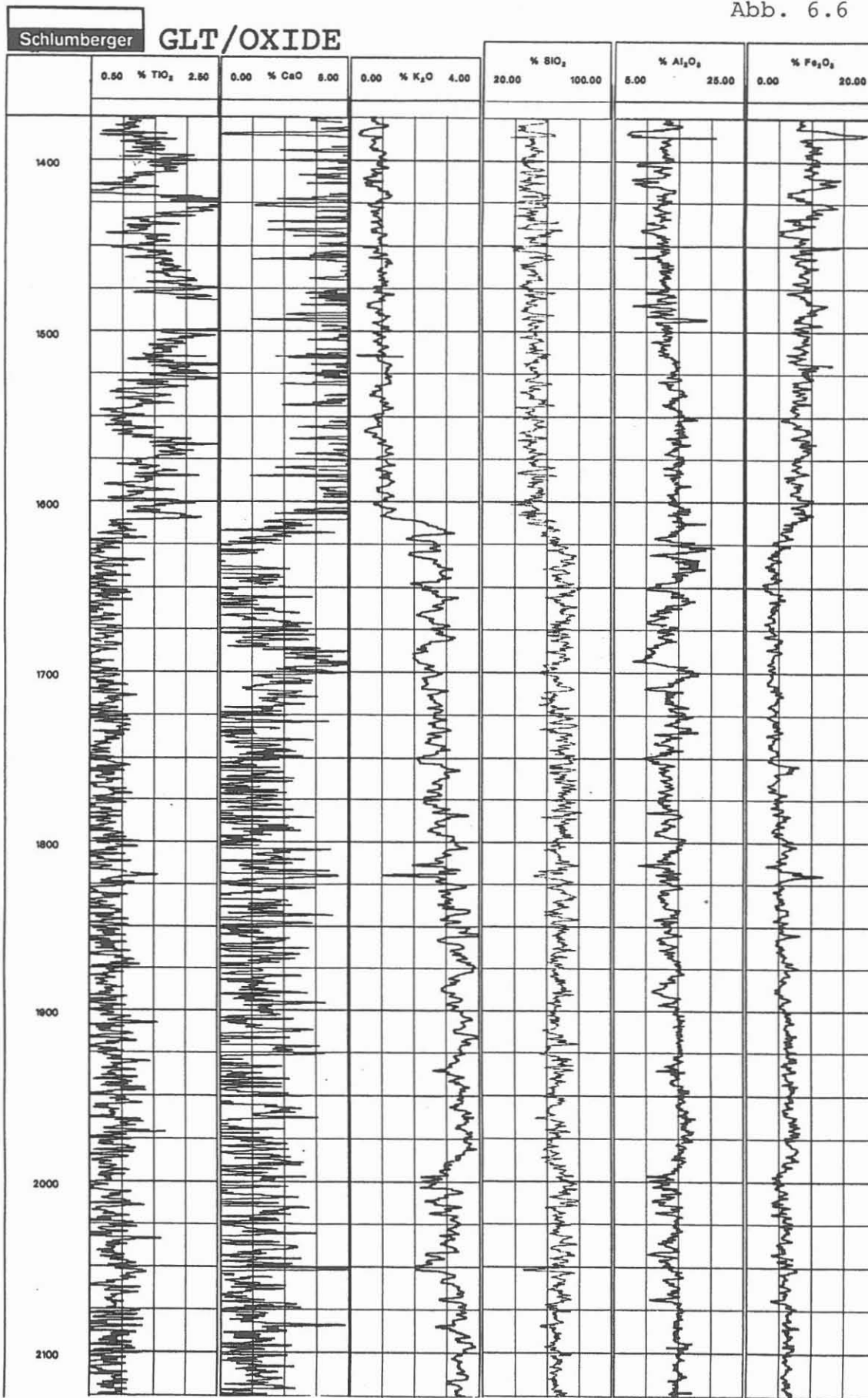
Ziel der Auswertung:

Mit der Umrechnung der Elementanalysen in Gewichtsprozenten von Oxyden wie TiO_2 , CaO , K_2O , SiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 wird eine Basis geschaffen, die es erlaubt, die unter Tage gemessenen Spektroskopiewerte mit im Labor gemessenen Röntgen-Fluoreszenzwerten (RFA) zu vergleichen.

Durchführung:

Schlumberger hat ein Programm entwickelt, mit dem - entsprechend der chemischen Formel und der anteilmäßig ermittelten Elemente - die Oxyde in Gewichtsprozenten berechnet werden können. Diese Berechnung wird im Schlumberger Rechenzentrum in Hannover durchgeführt.

Abb. 6.6



BHTV (Borehole Televiwer/Gammastrahlenmessung)

Ausführender: Westfälische Berggewerkschaftskasse, Bochum

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
VB -A 61	08.08.88	VB*-175	1656,0 - 2207,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt von 2009,0 - 2012,2 m, Abb. 6.7.

Ziel der Auswertung:

Korrektur der in der Bohrung gewonnenen Daten nach Teufe und Bohrlocheinfluß. Rückspielung der Amplitude (doppelt) und Laufzeit.

Durchführung:

Nach Korrektur der Daten entsprechend der teufenrichtigen Gammastrahlenmessung und des Bohrlocheinflusses wird eine Wiedergabe mit verstärkter Grauabstufung durchgeführt, um einen möglichst klaren Kontrast der registrierten Klüfte, Strukturen, Texturen und Foliation zu erhalten. Die Amplitude wird zweifach, nebeneinander aufgezeichnet. Diese Methode erleichtert die Erkennung der Klüfte etc.

Teufenmaßstab 1 : 40 und 1 : 10.

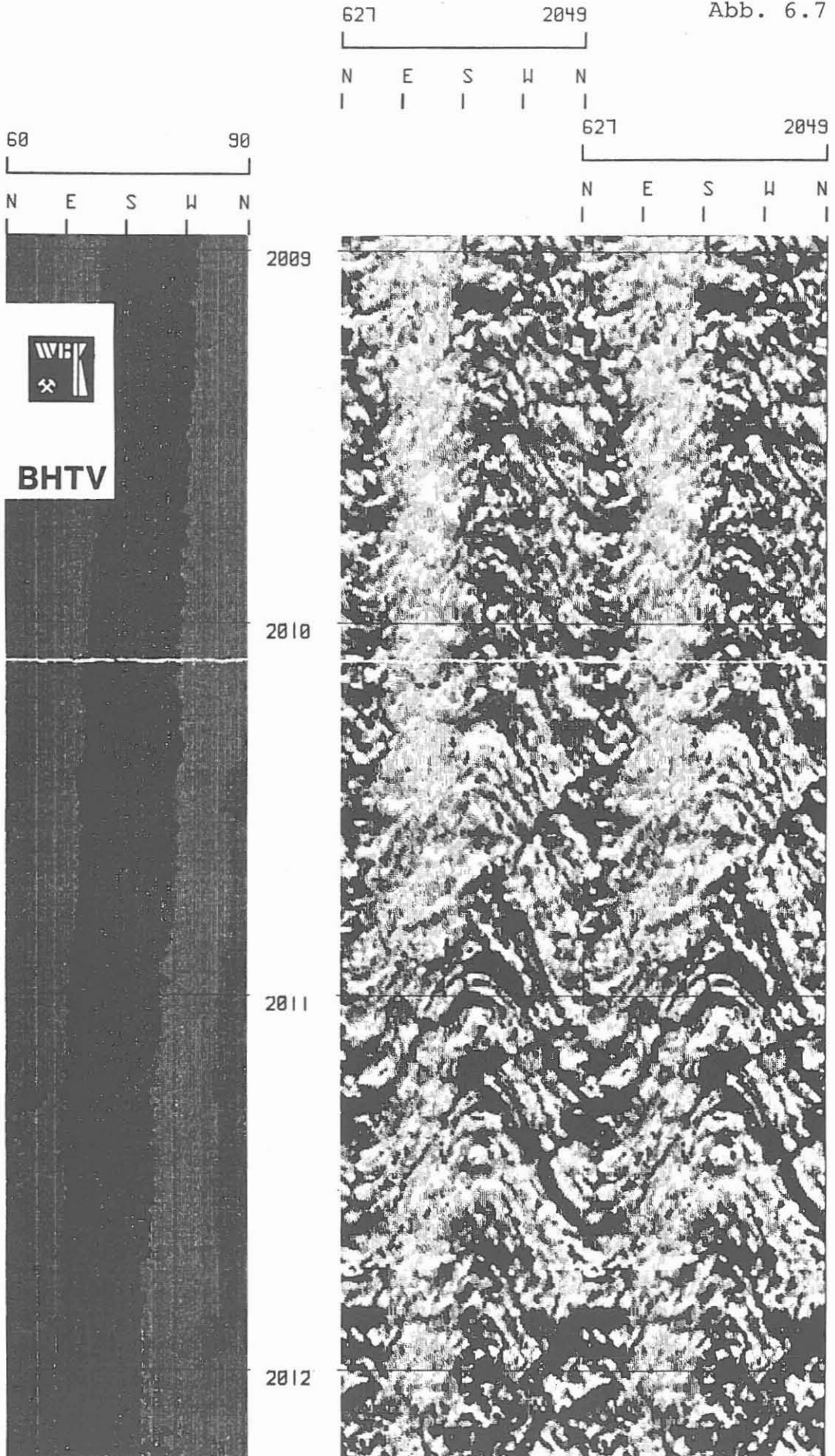
Programminweise:

Es wird die Laufzeit und die Amplitude des akustischen Signals aufgezeichnet. Beide Signale sind nord-orientiert. Die gleichzeitig gemessene Gammastrahlung kann noch nicht auf dieses Diagramm übertragen werden.

Datenrate: 5 mm.

Abkürzungen: -

Abb. 6.7



EPILOG Element Analyse - "Inelastic Mode"

Ausführender: Western Atlas International - Atlas Wireline Services, Bremen

<u>Lfd.-Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
VB-A60	25.07.88	VB-050	60,0 - 475,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt: 115,0 - 176,0 m, Abb. 6.8.

Ziel der Auswertung:

Aus dem registrierten Spektrum soll der von einzelnen, vorgegebenen Elementen ausgehende Anteil der Strahlung separiert werden, um hieraus einen Hinweis über die Elementverteilung im Gestein zu erhalten.

Durchführung:

Die Auswertung der am 31.10.1987 gefahrenen MSI/CO-Messung wurde vom Western Atlas Research Center in Houston, USA, durchgeführt. Das "Inelastic Spectrum" wurde nach den Elementen C, O, Si, Ca und S ausgewertet. Für jedes Element werden Energiefenster definiert und über diese werden die Zählraten integriert. Ein Index integrierte Zählrate Energiefenster zu Gesamtzählrate wird berechnet. Für die Präsentation wurde nur der Index für C und O, das Verhältnis C/O und die Zählraten von C und O wiedergegeben. Teufenskala: 1 : 1000, 1 : 200.

Programminweise:

Das Auswerteprogramm ist eine Neuentwicklung des Research Centers von Western Atlas. Uns liegen keine weiteren Details über dieses Programm vor.

Abkürzungen: -

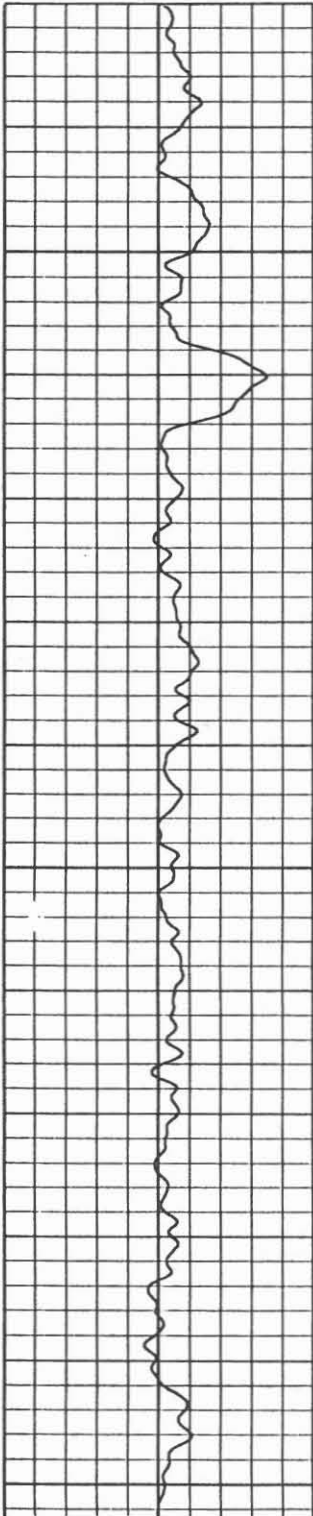
Abb. 6.8

CARBON/OXYGEN RATIO
1.0000 1.5000

INELASTIC CARBON INDEX 0.5000 0.6000
INELASTIC OXYGEN INDEX 0.4000 0.5000

INELASTIC CARBON COUNTS 0.0000 1500.0
INELASTIC OXYGEN COUNTS 0.0000 1000.0

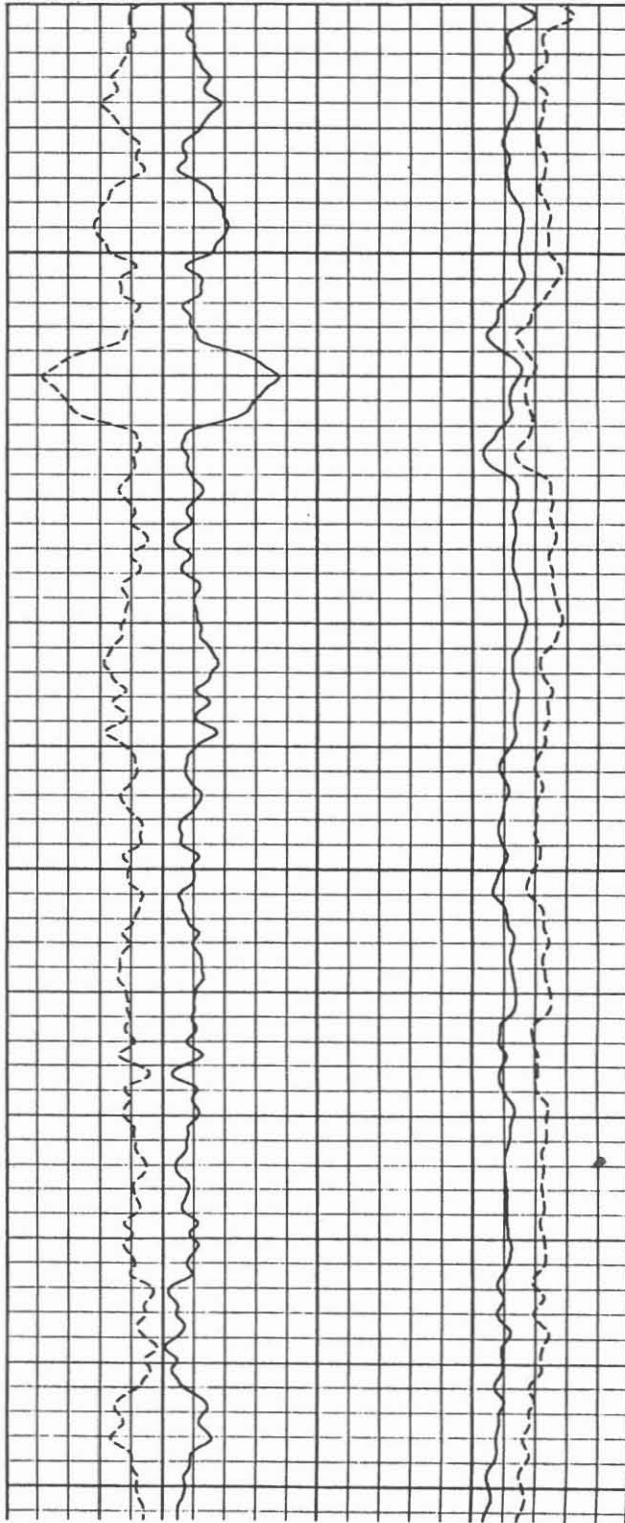
ELEMENT ANALYSE INELASTIC MODE



01250

01500

01750



EPILOG Element Analyse - "Capture Mode"

Ausführender: Western Atlas International - Atlas Wireline Services, Bremen

<u>Lfd.-Nr.</u>	<u>Datum</u>	<u>Projekt/Messung</u>	<u>Intervall</u>
VB-A60	25.07.88	VB-050	60,0 - 475,0 m

Beispiel:

Auswerteausschnitt: 115,0 - 176,0 m, Abb. 6.9.

Ziel der Auswertung:

Aus dem registrierten Spektrum soll der von einzelnen, vorgegebenen Elementen ausgehende Anteil der Strahlung separiert werden, um hieraus einen Hinweis über die Elementverteilung im Gestein zu erhalten.

Durchführung:

Die Auswertung der am 31.10.1987 gefahrenen MSI/CO-Messung wurde vom Western Atlas Research Center in Houston, USA, durchgeführt. Das "Capture Spectrum" wurde nach den Elementen H, Si, Ca, Cl, Fe und S ausgewertet. Für jedes Element werden Energiefenster definiert und über diese werden die Zählraten integriert. Ein Index integrierte Zählrate Energiefenster zu Gesamtzählrate wird berechnet. Für die Präsentation wurde der Index für S, H, Si, Ca, Cl und Fe wiedergegeben.

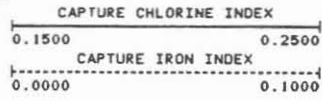
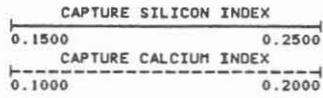
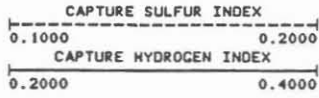
Teufenskala: 1 : 1000, 1 : 200.

Programminweise:

Das Auswerteprogramm ist eine Neuentwicklung des Research Centers von Western Atlas. Uns liegen keine weiteren Details über dieses Programm vor.

Abkürzungen: -

Abb. 6.9

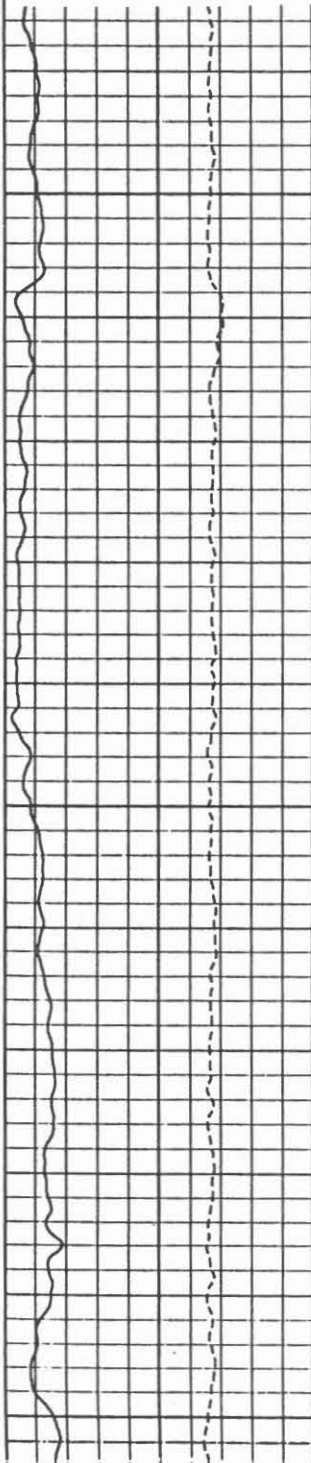


ELEMENT ANALYSE



**ATLAS
WIRELINE
SERVICES**

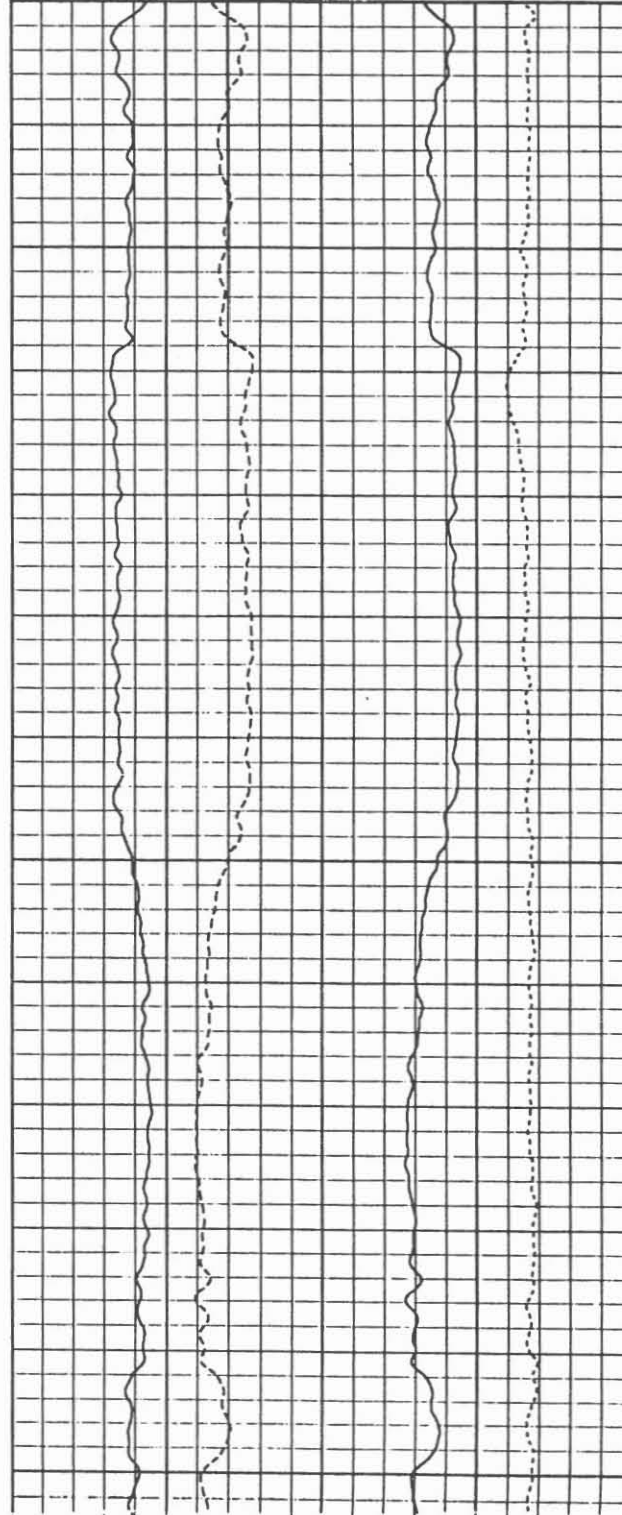
CAPTURE MODE



01250

01500

01750





6.1 Magnetische Messungen in der Bohrung KTB VB Oberpfalz mit Hilfe eines 3-Komponenten-Bohrlochmagnetometers, Teufenbereich 490 - 1210 m (Bohrlochmeßphase 3000 m);
Ausführender Prof. Dr.W. Bosum, BGR, Hannover
Bericht BGR 3.13-12305/88 vom 24.10.88

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Während der Bohrlochmeßphase 3000 m (5.-18.9.88) wurde das 3-D-Bohrlochmagnetometer der BGR wieder eingesetzt, das bereits während der 1. Meßphase den Teufenbereich von 30 m bis 470 m vermessen hatte. Aufbau des Magnetometers, Meßmethodik und Meßergebnisse sind ausführlich in BOSUM & GEIPEL (1987) und BOSUM et al. (1988) dargestellt. Aufgabe der Vermessung war, wie im ersten Fall, eine Gliederung des Bohrprofils nach magnetischen Gesichtspunkten und die Ortung magnetischer Störkörper in der Umgebung der Bohrung.

2. Durchführung der Messungen

Die Messungen erfolgten am 14./15. September. Gemessen wurden (quasi) kontinuierlich die magnetischen Feldwerte X und Y senkrecht zur Bohrlochneigung und der Feldwert Z parallel zur Neigung sowie die Orientierung des Förstersonden Tripels durch Azimut und Neigungen (Kreiselkompaß mit Beschleunigungsmessern). Durch die Anpassung der Abteufgeschwindigkeit an die internen Maße der Sonde (Abstände der X-, Y-, Z-Sonden) wurde erreicht, daß die 3-D-Magnetfeldmessungen im jeweils selben Punkt erfolgten, so daß hier erstmalig ein kontinuierliches 3-D-bohrlochmagnetometrisches Profil im Punktabstand von ca. 10 cm gemessen werden konnte. (Vorversuche waren

während der ersten Bohrlochmeßphase unternommen worden.) Die hierfür erforderliche Geschwindigkeit beträgt 1,7 m/Min.

Stationäre 3-D-Messungen wurden in Abständen von 25 m durchgeführt, insbesondere um die Kreisel drift zu erfassen. Diese Messungen sind, im Gegensatz zur Messung 1987, von guter Qualität. Äußere technische Störungen, die Einstreuungen in das Leitungssystem oder die Meßelemente verursachten, sind offensichtlich beseitigt. So liegt der mittlere Fehler des Mittels der Magnetometerwerte bei jeweils zehn Ablesungen i.a. zwischen 0,2 und 0,5 nT.

Zur Beurteilung der Funktion des Meßsystems und für erste qualitative Interpretationsaussagen wurden als MAGNETIK LOG Vertikal- und Horizontalkomponenten (bezogen auf das Einfallen der Bohrung) vor Ort unmittelbar im Maßstab 1:1000 farbig aufgezeichnet. Eine Verkleinerung auf DIN A4 Format zeigen die Abbildungen 1 und 2. Die Einzelwerte aller Meßgrößen wurden auf Disketten gespeichert.

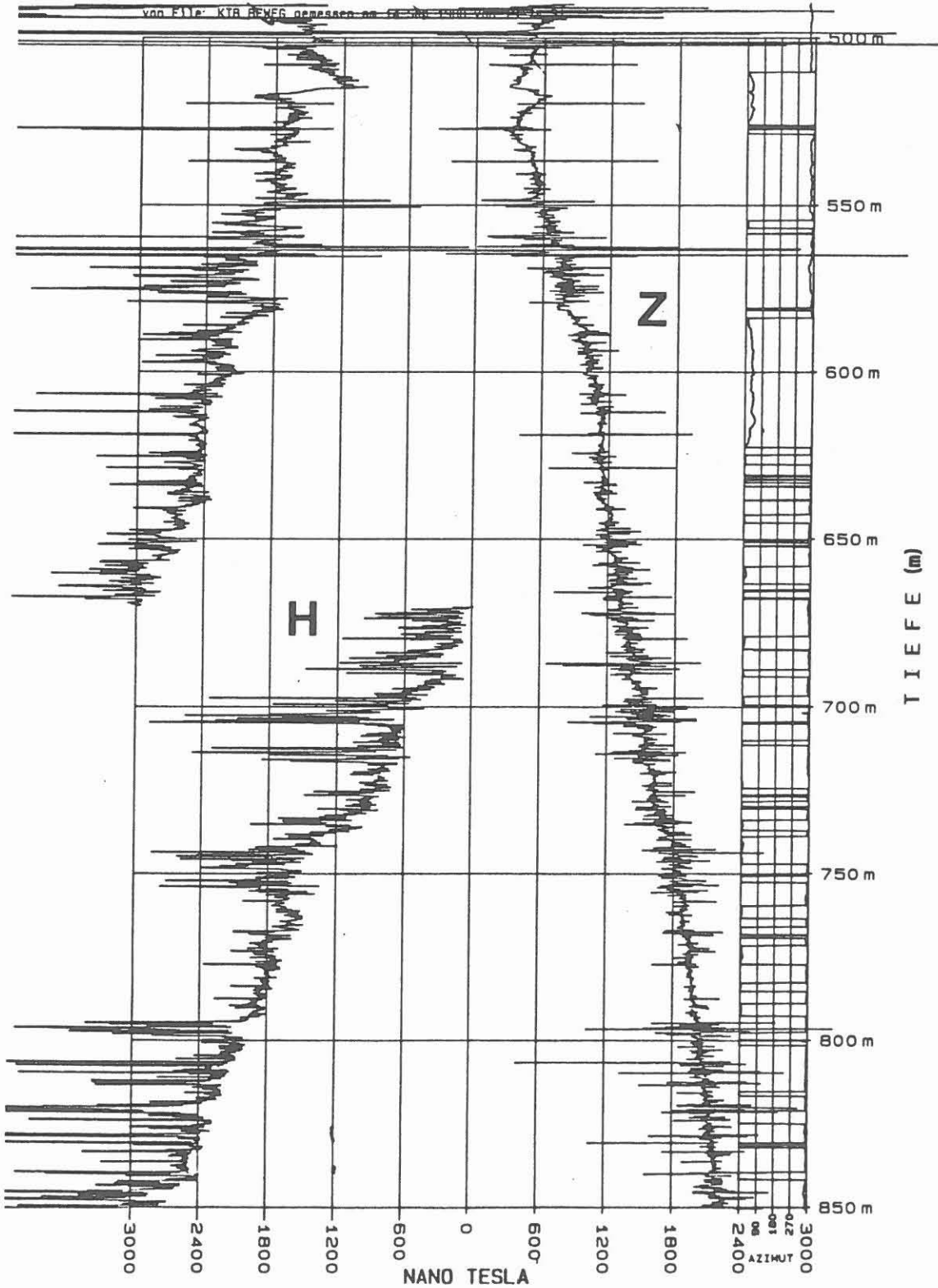
Das Meßsystem arbeitete zuverlässig bis in 1210 m Teufe. Hier traten und zwar in allen Meßgrößen (Azimut, Neigungen, Feldgrößen) unsinnige Werte auf, so daß die Messungen abgebrochen werden mußten. Da somit vollkommen unabhängige Meßgeräte (Magnetometer, Gradiometer, Kreisel, Neigungsmesser) betroffen waren, kann man annehmen, daß der Fehler in der Elektronik-Einheit zu suchen ist. Da die Sonde mit Temperaturfühlern versehen war, können genaue Angaben über die Temperaturverteilung gemacht werden. Danach lagen die Temperaturen zwischen 40° und 45° nahe der Außenwandung. Damit wurde die maximal zulässige Temperatur für Förstersonde (70°) und Kreisel system (90°) in keinem Fall erreicht. Auch die Elektronik-Einheit ist auf 70° ausgelegt, jedoch besteht hier die Möglichkeit, daß diese Temperatur im Innern durch interne Aufheizung überschritten wurde.

KTB VB OBERPFALZ

3-D-BOHRLOCHMAGNETIK MAGNETIK LOG

Vertikal- [Z] und Horizontal- [H] Komponenten

[UNKORRIGIERTER FELD PLOT]

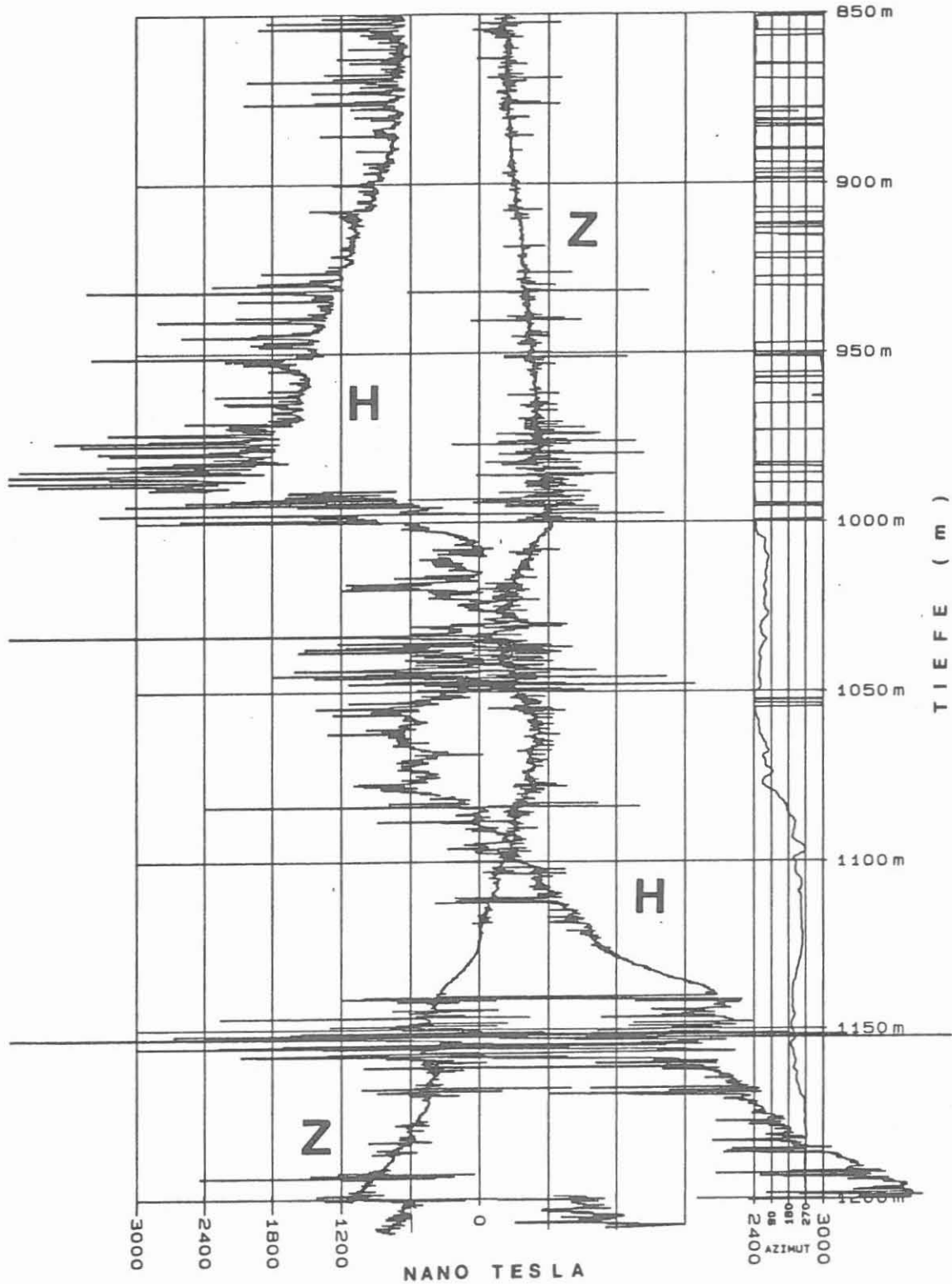


KT B VB OBERPFALZ

3-D-BOHRLOCHMAGNETIK MAGNETIK LOG

Vertikal-[Z] und Horizontal-[H] Komponenten

[UNKORRIGIERTER FELDPLOT]



Unbekannt ist das Temperaturlimit der eingebauten EDV-Elemente, das für solche zum Zeitpunkt der Konstruktion der Sonde (1981) häufig kaum über 50° lag.

3. Diskussion des Magnetik-Logs

Das "Magnetik-Log", das für die Komponente parallel zur Bohrung ("Z") und senkrecht zur Bohrung ("H") vor Ort geplottet wurde, zeigen die Abb. 1 und 2 in auf DIN A4 reduzierter Form. Man beachte, daß es sich um unkorrigierte Feldwerte handelt, d.h. sie sind noch nicht in die Vertikal- und Horizontalkomponente umgerechnet.

Daher sind langwellige Anomalien und großräumige Trends entscheidend durch den Verlauf der Bohrung bestimmt, sie können also noch nicht diskutiert werden.

Hinweise auf die magnetische Gliederung des Profils geben jedoch die kurzwelligen Anomalien. Aufgrund ihrer Amplitude und ihres Schwankungscharakters läßt sich eine Unterteilung vornehmen. Bis 503 m beobachtet man kräftige Amplituden von einigen Tausend nT, die durch eine magnetische Gneis-Varietät verursacht sein dürften. Unterhalb 503 m beobachtet man insgesamt wesentlich schwächere Anomalien, Ausdruck schwächerer Magnetisierung. Dabei zeichnen sich einige Bereiche durch etwas höhere Amplituden aus (547-578 m, 645-755 m, 795-877 m). Stärker magnetische Bereiche finden sich dann nochmal in den Bereichen 970-1000 m, 1017-1050 m, 1140-1162 m.

Diese Ergebnisse legen folgende vorläufige Interpretation nahe:

Der Störkörper der Anomalie von Erbdorf (PUCHER, 1986), dessen Oberkante in 335 m Teufe erbohrt wurde (BOSUM et al.,

1988), reicht im Bohrprofil bis 503 m, d.h. die Bohrung hat den nordöstlichen Zipfel des Störkörpers erfaßt und läuft im übrigen in unmittelbarer Nähe seiner Begrenzung. So lassen sich die o.g. magnetischen Bereiche als Auswirkungen des Störkörpers von Erbdorf deuten (z.B. Anomalien aufgrund von Metamorphose oder Mobilisierungen), sie können aber auch durch unterschiedliche Gesteinstypen hervorgerufen werden. Für letzteres lassen sich jedoch aus dem lithologischen Profil (EMMERMANN et al., 1988) keine Hinweise für den Teufenbereich bis 990 m entnehmen, für den durchlaufend Granat-Sillimanit-Biotit-Gneis angegeben wird. (Darunter liegen keine Gesteinsproben bis 1200 m vor.) Daher würde man die zuerst gegebene Deutung bevorzugen, so daß man davon ausgehen kann, daß hier wesentliche Voraussetzungen zur Bearbeitung der im DFG-Forschungsvorhaben Ha 334/20, Magnetische Diskontinuitäten, gegebenen Aufgabenstellung vorliegen.

W. Bosum

(Prof. Dr. W. Bosum)

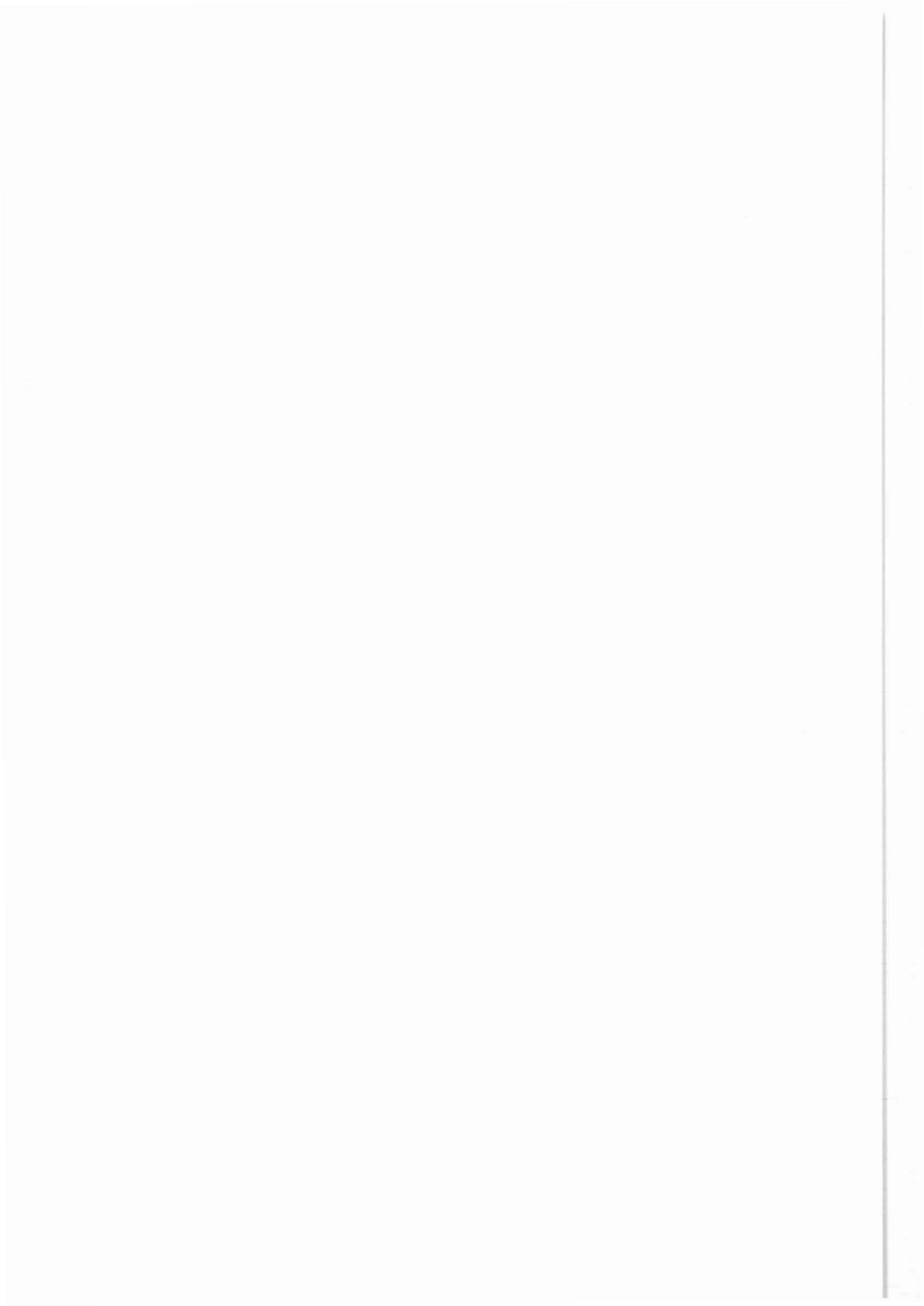
Literatur

BOSUM, W. & GEIPEL, H. (1987): Bericht über magnetische Messungen in der Bohrung KTB-VB-Windischeschenbach mit Hilfe eines 3-Komponenten-Bohrlochmagnetometers. Teufenbereich 30 m - 470 m. - BGR, Hannover, unveröff.

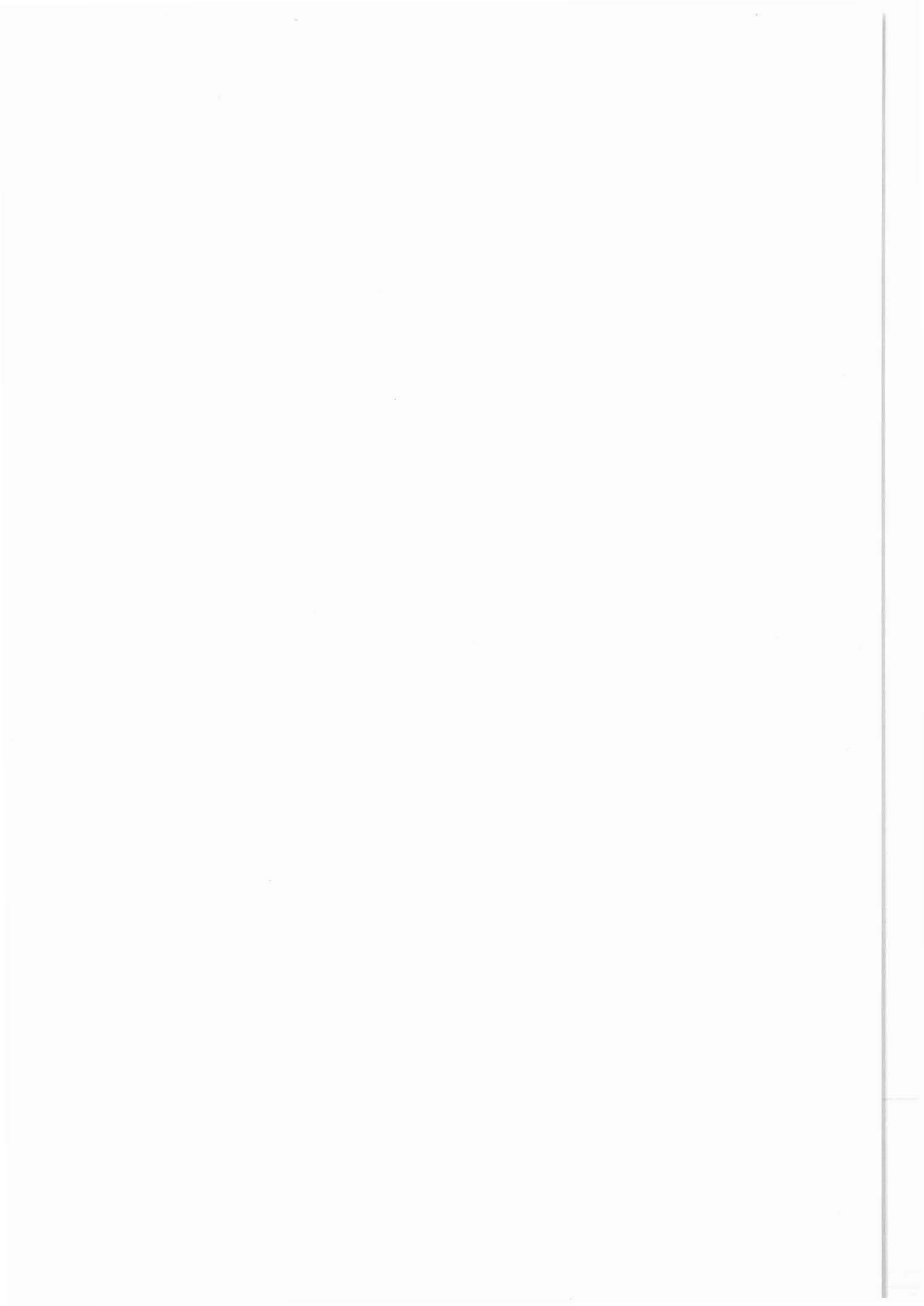
BOSUM, W., HAHN, A., GEIPEL, H. & ROLF, C. (1988): Bericht über magnetische Messungen in der Bohrung KTB-VB Oberpfalz mit Hilfe eines 3-Komponenten Bohrlochmagnetometers und gesteinsmagnetische Untersuchungen. Teufenbereich 30 m - 470 m. - DFG-Forschungsvorhaben. NlfB, Hannover, unveröff.

EMMERMANN, R., DIETRICH, H.-G., HEINISCH, M. & WÖHRL, TH. (1988): Ergebnisse der geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-Feldlabor. Teufenbereich von 480-992 m. - KTB Report 88-2, Hannover.

PUCHER, R. (1986): Interpretation der magnetischen Anomalie von Erbdorf (Oberpfalz) und dazugehörige gesteinsmagnetische Untersuchungen. - Geol. Jb., E 33, 31-52, Hannover.



7. Hydraulische Teste

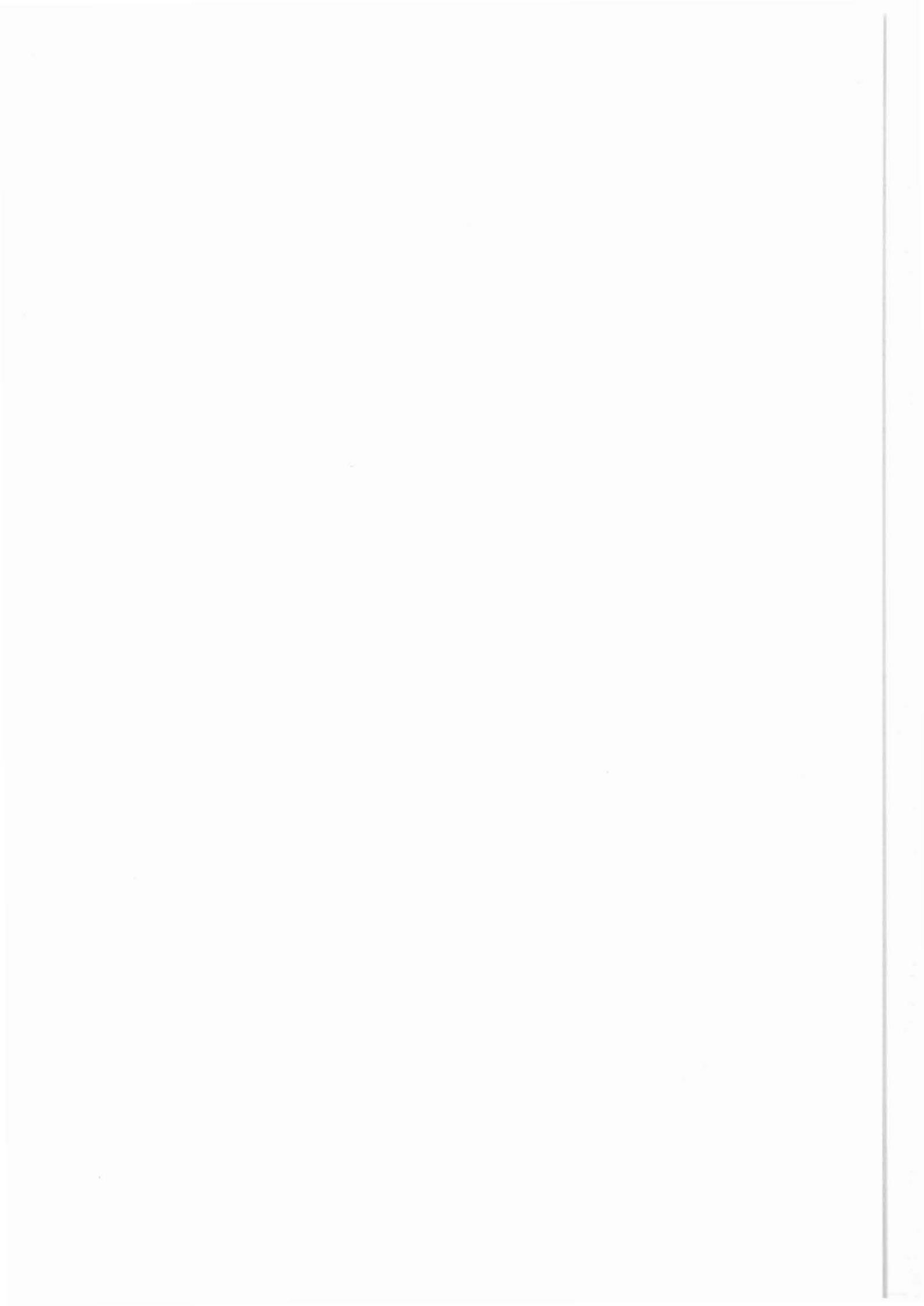


7 HYDRAULISCHE TESTE

Über den Teufenabschnitt von 1520,0 - 3009,0 m wurden keine hydraulischen Tests - Drill Stem Test (DST); Hydraulic Test Tool (HTT) oder Repeat Formation Tester (RFT) - durchgeführt.

Es wurden jedoch mit dem Fluidprobennehmer (FS) aus folgenden Teufen Proben aus der Spülungssäule gezogen:

Teufe in m	Sampler-Typ
1927,0	Einströmprobennehmer
1933,0	"
2160,0	"
2163,0	"
2164,0	"
2327,0	"
2833,0	"



8. Zwischenberichte der KTB-PL,
Bohrlochgeophysik



8.1 Meßgeräte

Beschreibung des Temperatur/Salinitäts-Kombinationsmeßgerätes.

Ausführender: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,
Hannover, KTB-Projektleitung, Dipl.-Ing. G. Zoth

Mit dieser Sonde (Abb. 8.1.1) werden in einem Run Salinität und Temperatur der Bohrlochspülung gemessen.

Die Messung der Salinität erfolgt mittels einer 5-Elektroden-Anordnung. Die Elektroden sind auf einem Elektrodenträger untergebracht, auf dem zusätzlich der Temperatursensor angeordnet ist.

Der Elektrodenträger wird von einem Hüllrohr umschlossen, das die Meßstrecke (innerhalb des Rohres) nach außen hin abschirmt. Einflüsse des umgebenden Gebirges (oder einer Verrohrung) werden dadurch eliminiert und wirken so nicht auf das Ergebnis der Salinitätsmessung ein. Der Anzeigebereich für Salinität ist in drei Meßbereiche unterteilt. Dadurch wird eine optimale Auflösung der einzelnen Meßbereiche erreicht.

Der Temperatursensor ist am unteren Ende des Elektrodenträgers angebracht. Sein Abstand zur Spitze der Sonde beträgt 30 mm. Da der Elektrodenträger aus Kunststoff besteht, erfolgt der Temperaturgleich des metallischen Temperatursensors sehr rasch.

Technische Daten:

Meßbereich Salinität:

Bereich 1:	Datenwort 16383	= 250000 $\mu\text{S/cm}$
Bereich 2:	" 16383	= 25000 $\mu\text{S/cm}$
Bereich 3:	" 16383	= 2500 $\mu\text{S/cm}$

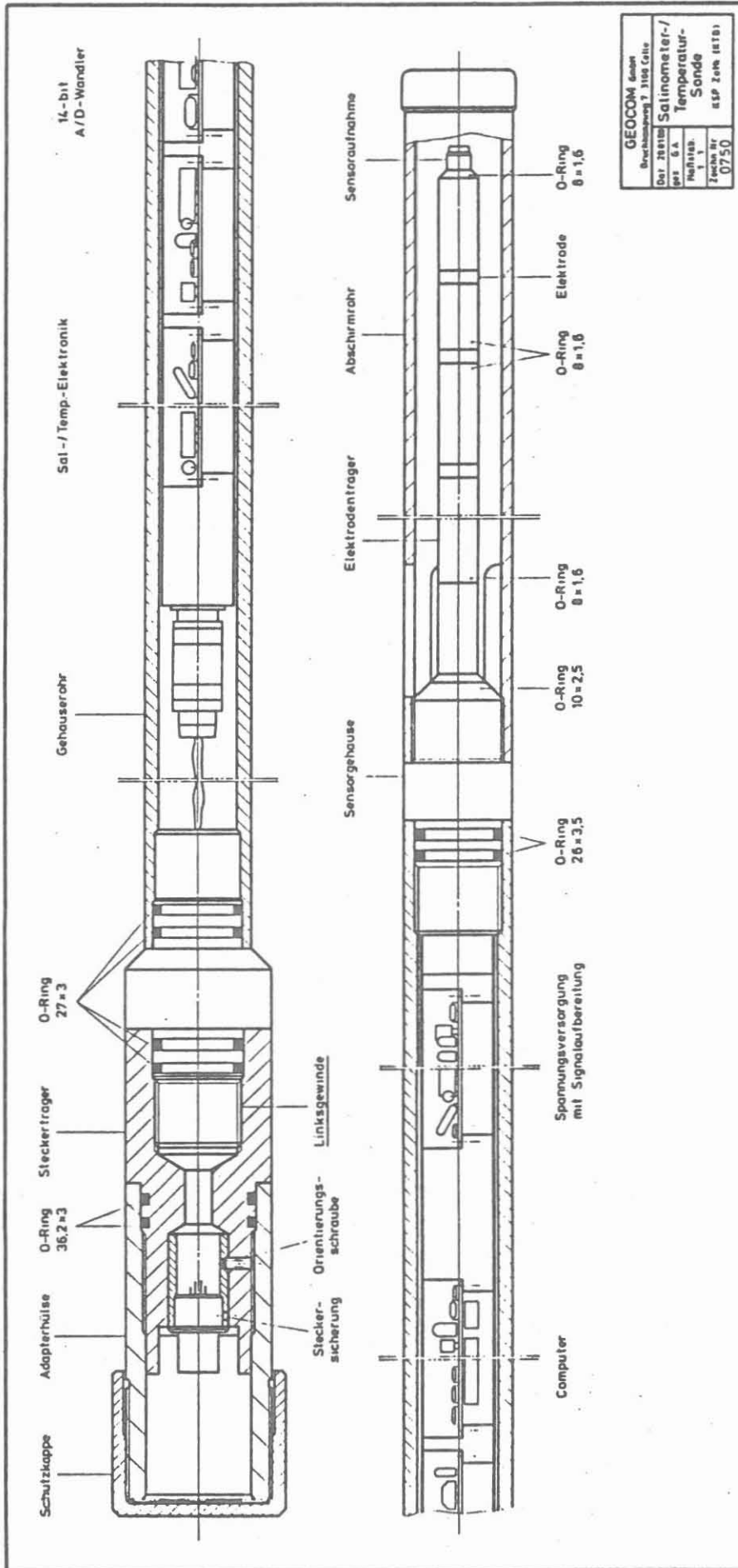
Meßbereich der Temperatur: 0 - 10 °C

Datenwort 16383 = 150 °C, entspricht 1 bit = 0,00916 °C

Druckfestigkeit: 700 bar

Ein Beispiel für eine Messung ist in Abb. 5.5 dargestellt.

Abb. 8.1.1



8.2 Kernnachorientierung

Zur Methodik der Kernorientierung

Ausführender: Westfälische Berggewerkschaftskasse, Bochum,
Dr. Dieter Schmitz

Für etliche geologische und geophysikalische Spezialuntersuchungen an Bohrkernen ist eine Nordorientierung der Kerne unumgänglich. Dazu stehen zur Zeit zwei unterschiedliche Verfahren zur Verfügung:

1. Markierung des Kerns während des Bohrvorganges und Registrierung der Stellung der Markierungsschneiden in Verbindung mit einer Neigungsmessung. Im zweiten Schritt Orientierung der Neigung mit einem nachgefahrenen Kompaßsystem und Berechnung des Azimuts der Markierung des Kerns (KESSELS 1988, siehe Abschn. 8.3 dieses Reports).
2. Geophysikalische Messung des gesamten Abbildes der Bohrlochwand oder korrelierbarer Sektoren. Gleichzeitig Registrierung der Nordrichtung und Vergleich des orientierten Abbildes mit dem teufengleichen Kernabschnitt.

Die Vorgehensweise beim zweiten aufgeführten Verfahren soll hier näher erläutert werden.

Im Juli 1988 wurde mit einer detaillierten Bearbeitung der entsprechenden Arbeitsunterlagen nach diesem Verfahren begonnen. Basis dieser Orientierungsmethode sind die geophysikalischen Messungen mit Borehole Televiewer (BHTV, Schlumberger) und Formation MicroScanner Tool (FMST, Schlumberger) im Meßabschnitt 480,0 - 995,0 m (siehe KTB-Reports 87-3 und 88-4).

Beide Messungen zeigen ein durchgehendes bzw. sektorielles Abbild der abgewickelten Bohrlochwand. Darin sollten alle nicht horizontal das Bohrloch durchsetzenden Elemente wie Foliation der Gneise oder tektonische Trennflächen als Sinuskurve abgebildet sein, wenn sie sich aufgrund ihrer physikalischen Natur von ihrer Umgebung abheben.

Die auswertbaren Elemente beider Meßverfahren sind sehr unterschiedlich. Das FMST liefert eine Vielzahl von Sinuskurven. Das Logbild des BHTV enthält im Vergleich recht wenige aber überwiegend sehr gut ausgeprägte Sinuskurven.

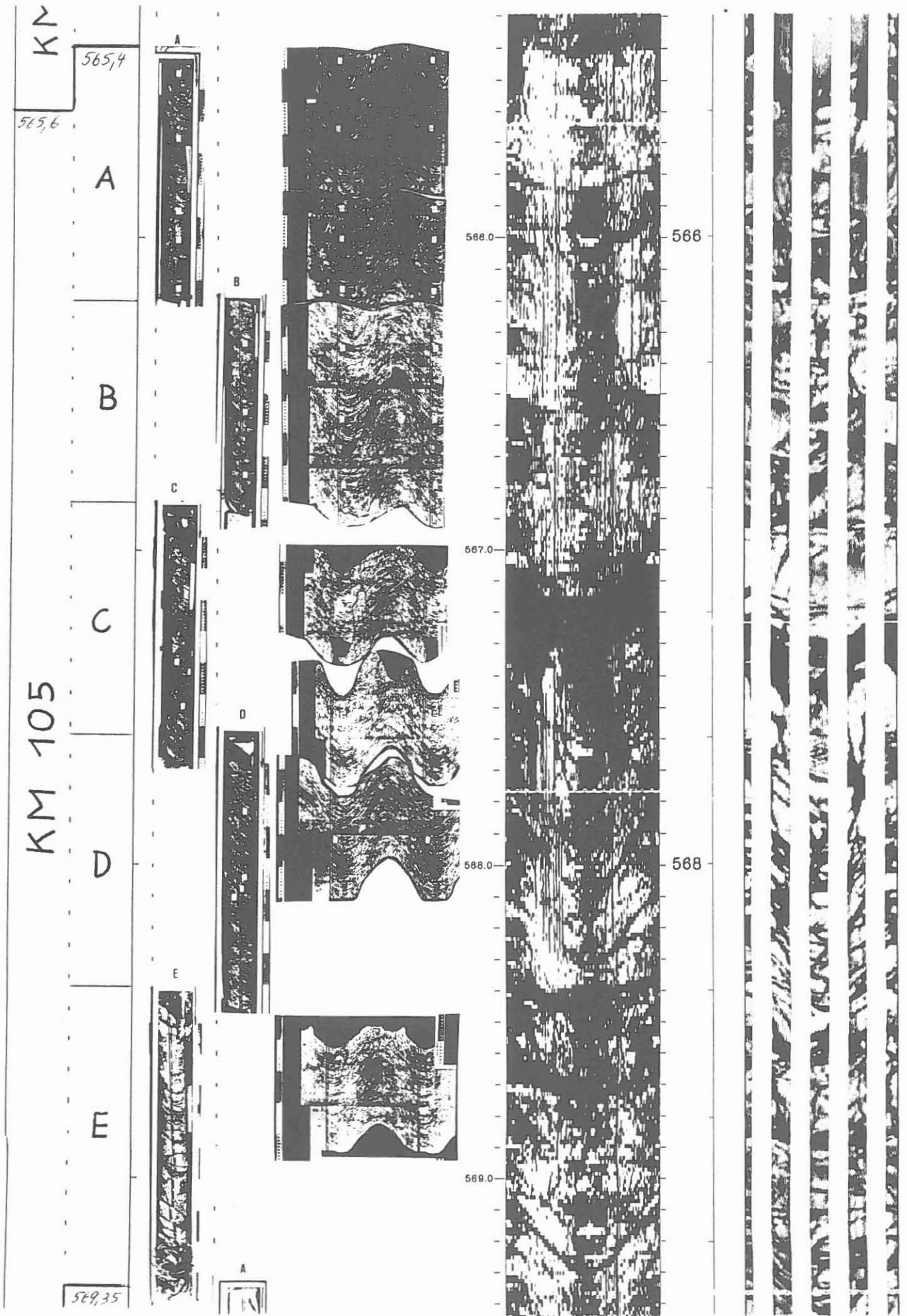
Die eigentliche Auswertung wird derzeit noch manuell durchgeführt. Dazu werden nordorientierte Abspielungen der Logs auf Papier im Teufen- und Breitenmaßstab 1 : 10 mit einem Säulenprofil aus den Fotos der Kerne im gleichen Maßstab zusammenmontiert (Abb. 1). Alle Kerne sind längs der Kernachse mit einer durchgehenden Linie versehen. Diese sollte möglichst senkrecht zum Einfallen der Foliation aufgetragen sein.

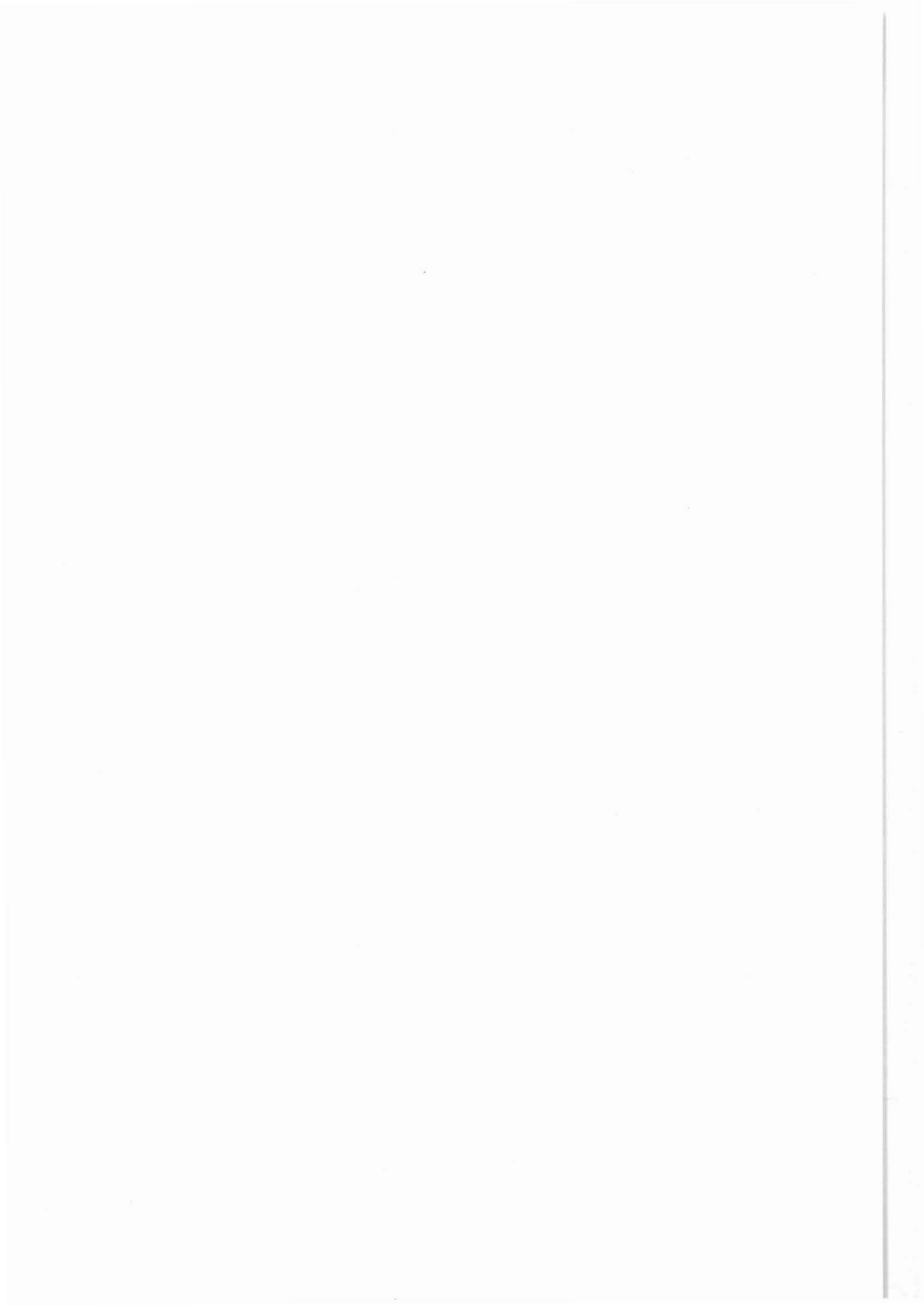
Teufendifferenzen zwischen Logs und Kernen müssen dabei ausgeglichen werden. Die teufenmäßige Gleichstellung wird an markanten Stellen wie horizontalen Brüchen oder gegen die Folia-tion fallenden Trennflächen vorgenommen. Richtmaß für die Teufe ist dabei die um Kernüberstände und -verluste korrigierte Bohrmeisterteufe. Die Sektions- und Kernstücknummern aus der Inventarisierungsliste werden auf die Kernfotos übertragen.

Mit Hilfe von Sinusschablonen mit Winkelabstufungen von 2,5 bis 5 Grad, die eigens für den Maßstab 1 : 10 hergestellt wurden, werden das Einfallen und die Richtung des Einfallens der Sinuskurven bestimmt. Danach setzt die geologische Interpretation der Messungen an, nämlich die Zuordnung von ausgemessenen Sinuskurven zu erkennbaren Elementen am Kern bzw. dem Kernfoto. Ist das Element zweifelsfrei zugeordnet, wird dessen Azimut aus der Messung der makroskopischen Gefügaufnahme, die bekanntlich auf die Referenzlinie bezogen ist, vom Azimut der Logausmessung subtrahiert. Dies ergibt den Azimut der Referenzlinie. Mit einer geringen Schwankungsbreite sollten die Differenzwinkel aller gleichgestellten Elemente eines größeren Kernabschnittes den gleichen Betrag aufweisen.

Aus jeder Sektion eines Kernmarsches werden, wenn Kernzustand und Logangabe dies zulassen, zwei Elemente, z. B. eine Folia-tionsspur und eine Trennfläche mit zugehöriger Teufe und Kernstücknummer sowie den Meßwerten in einer Liste erfaßt. Ändert sich der Differenzwinkel an einem Kernmarschende oder zwischen zwei Sektionen deutlich und hält diese Tendenz bei den folgenden Meßwerten an, ist davon auszugehen, daß die Referenzlinie verspringt. In extremen Fällen ist dies schon an den Kernfotos zu erkennen; ansonsten wird der Kern herangezogen, um den Verlauf der Linie zu überprüfen.

Das Ergebnis der Orientierung ist der statistische Mittelwert des Azimuts der Orientierungslinie und dessen Standardabweichung für jeden Abschnitt, über den die Linie eine mehr oder weniger konstante Richtung beibehält. Die Standardabweichung der bislang bearbeiteten Strecke beträgt ca. 10 Grad.





8.3 Die orientierte Kernentnahme unter Verwendung eines Neigungs- und Richtungsrekorders am Innenkernrohr

Ausführender: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,
Hannover, KTB-Projektleitung, Dr. W. Kessels

1. Einleitung

Anfang des Jahres 1988 wurde deutlich, daß eine Kernorientierung unter Zuhilfenahme des Formation MicroScanners und des akustischen Televierers nur mit großen zeitlichen Verzögerungen möglich ist. Der Grund hierfür liegt darin, daß zur Orientierung die vorstehend genannten Messungen durchgeführt sein müssen und die Orientierung selbst mit Kernaufnahme und Untersuchung der Strukturen im FMST- und Televierer-Bild sehr zeitaufwendig sind.

Für viele Untersuchungen und auch für die technische Durchführung der Bohrung ist es aber in vielen Fällen wichtig, das Schichteinfallen im Bezug auf die Nordorientierung möglichst frühzeitig zu kennen. Eine orientierte Kernentnahme mit konventionellen Methoden ist dabei finanziell sehr aufwendig und im allgemeinen nur sehr begrenzt einsetzbar. Die Verwirklichung der Idee, mit Hilfe des KTB-eigenen Memory Rekorders der Fa. Christensen, eine orientierte Kernentnahme vorzunehmen, bot sich als relativ preisgünstiges Verfahren an. Es hat außerdem den Vorteil einer sehr guten Reproduzierbarkeit der Bewegung von Kern und Kernrohr vor, nach und während der Kernentnahme. Hierzu mußte allerdings die bis dato vorliegende Neigungs- und Temperaturregistrierung um eine Relative Bearing Registrierung (Tool Face Registrierung) erweitert werden.

Glücklicherweise zeigte sich, daß nicht, wie anfangs geplant, ein Relative Bearing Pendel neu in das Memory-Tool integriert werden mußte, sondern daß die vorhandene Pendelanordnung des Neigungsrekorders in der Lage war, den Relative Bearing Winkel mitzuregistrieren.

Im folgenden soll in Anlehnung an die üblichen Bezeichnungen im Logging der Winkel zwischen der durch Bohrlochachse und Schwerevektor aufgespannten Ebene und der Ebene, die durch die Bohrlochachse und einen markierten Punkt der Sonde gegeben ist, als Relative Bearing Winkel bezeichnet werden. Von einigen Firmen wird dabei auch der Ausdruck Tool Face benutzt.

2. Auswerteverfahren

Für die Auswertung einer orientierten Kernentnahme unter Zuhilfenahme des Memory-Tools müssen drei Beobachtungen gekoppelt betrachtet werden:

1. Die Bestimmung der Bohrlochorientierung und Bohrlochlage im Raum durch konventionelles Logging z. B. durch das Orientierungssystem der Kalibermessung.
2. Die Orientierung eines festgelegten Punktes des Kernrohres im Raum während eines Kerngewinnes.
3. Die Orientierung einer beim Kerngewinn vorgenommenen Markierung am Kern bezüglich der Richtung des Einfallens.

Im folgenden soll der für KTB relevante Fall betrachtet werden, daß die Bohrung nur kleine Bohrlochneigungen aufweist (Bohrlochneigung $< 15^\circ$).

Dies ermöglicht, die Kernorientierung ohne Bemühung der sphärischen Geometrie vornehmen zu können, da die Projektion eines Winkels in einer Ebene, die orthogonal zur Bohrlochachse aufgespannt ist, auf eine Ebene, die senkrecht zum Schwerevektor steht, bei kleinen Neigungswinkeln der Bohrung nur zu vernachlässigbar kleinen Winkelunterschieden zwischen dem projizierten Winkel horizontal zum Schwerfeld und dem Winkel senkrecht zur Bohrlochachse führt. Eine Änderung der Bohrlochorientierung, d. h. des Bohrlochazimuts kann also dem projizierten Winkel gleichgesetzt werden, wie dies in Abb. 1 geschehen ist.

Der kleine Neigungswinkel führt allerdings dazu, daß der Fehler einer orientierten Kernentnahme sehr groß werden kann, da meßtechnisch eine obere Seite des Bohrloches (durch den Relative Bearing Winkel) nur sehr fehlerhaft oder u. U. gar nicht mehr bestimmbar ist (KESSELS 1988).

In Abb. 1 sind alle auf die Horizontalebene projizierten Winkel, die für eine Bestimmung eines orientierten Kernes notwendig sind, aufgezeigt. Auf eine entsprechende sphärische Darstellung, die für Bohrungen mit größeren Neigungen notwendig wird, ist hier verzichtet worden, kann aber ohne weiteres unter Benutzung der entsprechenden trigonometrischen Funktionen analog durchgeführt werden.

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, werden für die Bestimmung des orientierten Kernes vier markierte Punkte benötigt. Dies sind in dem raumfesten, nach Nord orientierten Koordinatensystem:

- die Nordrichtung selbst,
- die hochliegende Seite der Bohrung (high-site),

- die Markierung am Kern, die vom Kernrohr beim Abbohren des Kernes hinterlassen wird, hervorgerufen von einer Markierungsvorrichtung, die definiert zum Memory-Tool eingebaut ist,
- der Punkt der Einfallorientierung, der durch den Azimut des Schichteinfallens (EAK) auf die Nordrichtung bezogen festgestellt wird.

Wesentlich für eine richtige Auswertung ist, daß alle Winkel konsequent rechtsdrehend in der Berechnung verwandt und mit positiven Vorzeichen versehen werden. In Abb. 1 wurde diese Rechtsdrehung durch einen Pfeil markiert.

In Gleichung 1 ist die Beziehung zur Berechnung des Winkels EAK, die man auch direkt aus Abb. 1 entnehmen kann, dargestellt:

$$EAK = BAZ + RBM + EKM - n \cdot 360^\circ \quad (1)$$

mit

$$n = \text{INT} \left(\frac{BAZ + RBM + EKN}{360^\circ} \right)$$

Die vorstehende Formel wurde unter Benutzung der Integer-Funktion (INT) so umgeschrieben, daß die Winkelgrößen auf den ersten Hauptwert bezogen bleiben und Winkelgrößen über 360° vermieden werden.

Im folgenden soll als Berechnungsbeispiel die erste orientierten Kernentnahme mit dem Memory-Tool dienen. Die orientierte Kernentnahme wurde am 27.07.1988 durchgeführt. Gegen Ende der Kernentnahme nach dem Abreißen des Kernes ergab sich für den Relative Bearing Winkel des Memory-Gerätes ein Wert von

$$RBM = 240^\circ.$$

Im Teufenbereich der Kernentnahme ergab sich aus der Kalibermessung ein Bohrlochazimut-Winkel von

$$BAZ = 69^\circ.$$

In Abb. 2 ist dieser Wert des Stillstandes von Gestänge und Kernrohr mit einem Pfeil markiert. Die geringe Streuung auch des mit abgebildeten Neigungswertes zeigt, daß das Pendelmeßsystem des Memory-Tools keinen dynamischen Belastungen durch das sich bewegende Gestänge ausgesetzt war.

Der letzte zur Bestimmung der Kernorientierung notwendige Winkel ergab sich zu

$$EKM = 80^\circ$$

und wurde am Kern im KTB-Feldlabor bestimmt (Dietrich et al. 1988). Mit diesen Werten ergibt die INT-Funktion einen Wert von $n = 1$, und somit erhält man für den Azimut des Schichteinfallens, bezogen auf die Nordrichtung einen Wert von

$$EAZ = 29^\circ.$$

3. Abschließende Bemerkungen

Neben der relativ sicheren Bestimmung der Orientierung des untersten Kernstückes mit der Markierung am frisch abgekernten Kern sollte auch der Bestimmung der Gesamtorientierung des Kernes große Aufmerksamkeit gewidmet werden. Insbesondere wenn horizontale Brüche im Kern vorhanden sind, die beim Bohren schon zwischen Bohrlochsohle und der etwas höher liegenden Markierung im Kernrohr auftreten, kann es zu einer Verdrehung der einzelnen Kernteile gegeneinander kommen, so daß eine kontinuierliche Fortsetzung der Markierungsspirale nicht möglich ist. Es erscheint aber durchaus möglich, auch die Markierung am Kern, die sich während des Bohrens in Kopplung mit Drehung des Memory-Tools ergibt, weiter zu verfolgen und durch eine entsprechende Ausgleichsrechnung quantitativ auszuwerten.

Die in Abb. 2 anhand der Änderung des Relative Bearing Winkels dokumentierte Drehung des Kernrohres läßt es hier vernünftig erscheinen, in der Rechnung auch Winkel $> 360^\circ$ zuzulassen. Für die Drehung des Kernrohres kann im allgemeinen davon ausgegangen werden, daß durch nicht zu verhindernde Lager- und Flüssigkeitsreibung der Kern eine Drehung entsprechend der Drehorientierung des Bohrvorganges ausführt. Kleinere, scheinbar rückläufige Relative Bearing Aufzeichnungen im Memory-Tool sind zu erklären durch die dynamischen Belastungen, denen das Sensorsystem des Memory-Tools ausgesetzt ist, so daß die Aufzeichnungen während des Bohrens relativ stark streuen. Eine leichte Rückdrehung des Gerätes in der Relative Bearing Anzeige braucht sich daher nicht unbedingt in der Kernmarkierung wiederzufinden, sondern markiert nur den meßtechnischen Streubereich, der sich um die am Kern vorhandene Markierung ergibt.

Aus jetziger Sicht können folgende Vorschläge für eine Verbesserung der orientierten Kernentnahme unter Verwendung des Memory-Tools ausgesprochen werden:

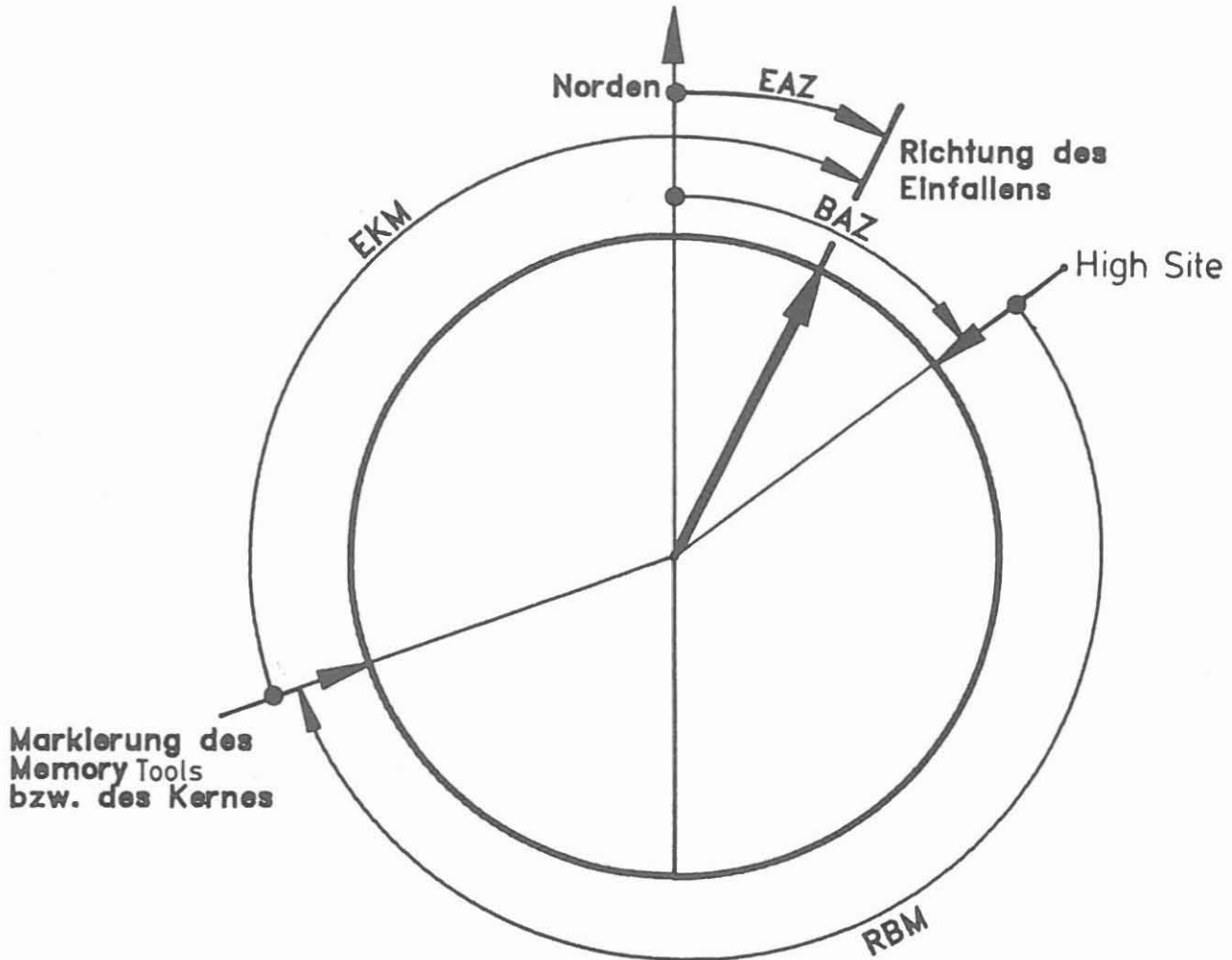
- Die Aufzeichnungsrate des Memory-Tools sollte auf eine kleinere Abfragerate gestellt werden, um die Drehung des Kernrohres genau mitverfolgen zu können.
- Da die Relative Bearing Aufzeichnung nur im Stillstand mit kleinem Fehler erfolgt, sollte die Stillstandszeit zur Aufzeichnung nicht, wie jetzt vorgenommen, nach dem Abreißen des Kernes, sondern vor dem Abreißen angesetzt werden, da sonst die Gefahr besteht, daß das Kernrohr durch den Abreißvorgang noch einmal ein Drehmoment erhält und sich dann in nicht mehr nachzuvollziehender Weise weiterdreht.
- Sollte es notwendig erscheinen, einen an mehreren Punkten gut orientierten Kern zu entnehmen, so ließe sich das unter Umständen dadurch erreichen, daß z. B. nach einer Bohrteufe von z. B. 1 m der Bohrvorgang für einige Minuten unterbrochen wird und in dieser Zeit der Spülungsdruck und/oder die Meißelbelastung geändert wird, da anzunehmen ist, daß in beiden Fällen am Kern eine schwache senkrechte Markierung entstehen wird.

Alles in allem scheint die orientierte Kernentnahme unter Verwendung des Memory-Tools ein erfolgversprechender Weg auch für die Kernentnahme in der Hauptbohrung zu sein.

Literaturverzeichnis

Kessels, W. (1988): Fehlerbetrachtung zur Bestimmung von Bohrlochorientierung und Orientierung der Kalibermeßsonde mit einer Pendelanordnung. - Hannover, NLFb, Archiv-Nr. 103693

Dietrich, H.G., Röhr, C. & Keyssner, S. (1988): Persönliche Mitteilung. - Windischeschenbach, NLFb



BAZ = Bohrlochazimut aus der Kallbermessung

RBM = Relative Bearing Winkel des Memory Tools

EKM = Winkel von der Markierung zur Richtung des Schichteinfallens (am Kern ausgemessen)

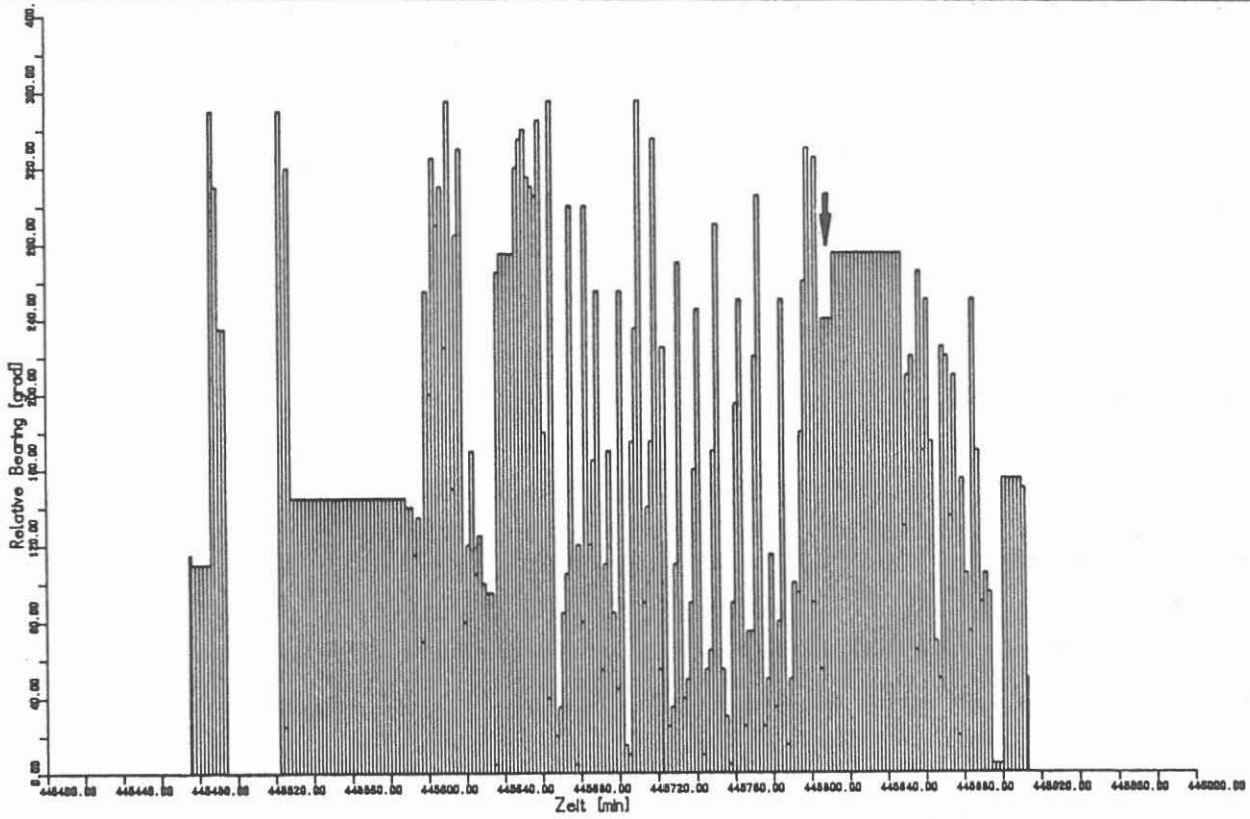
EAZ = Azimut des Schichteinfallens als gesuchte Größe

Winkelanordnung zur Bestimmung des Schichteinfallens bei der orientierten Kernentnahme mit dem Memory-Tool

[Kessels]

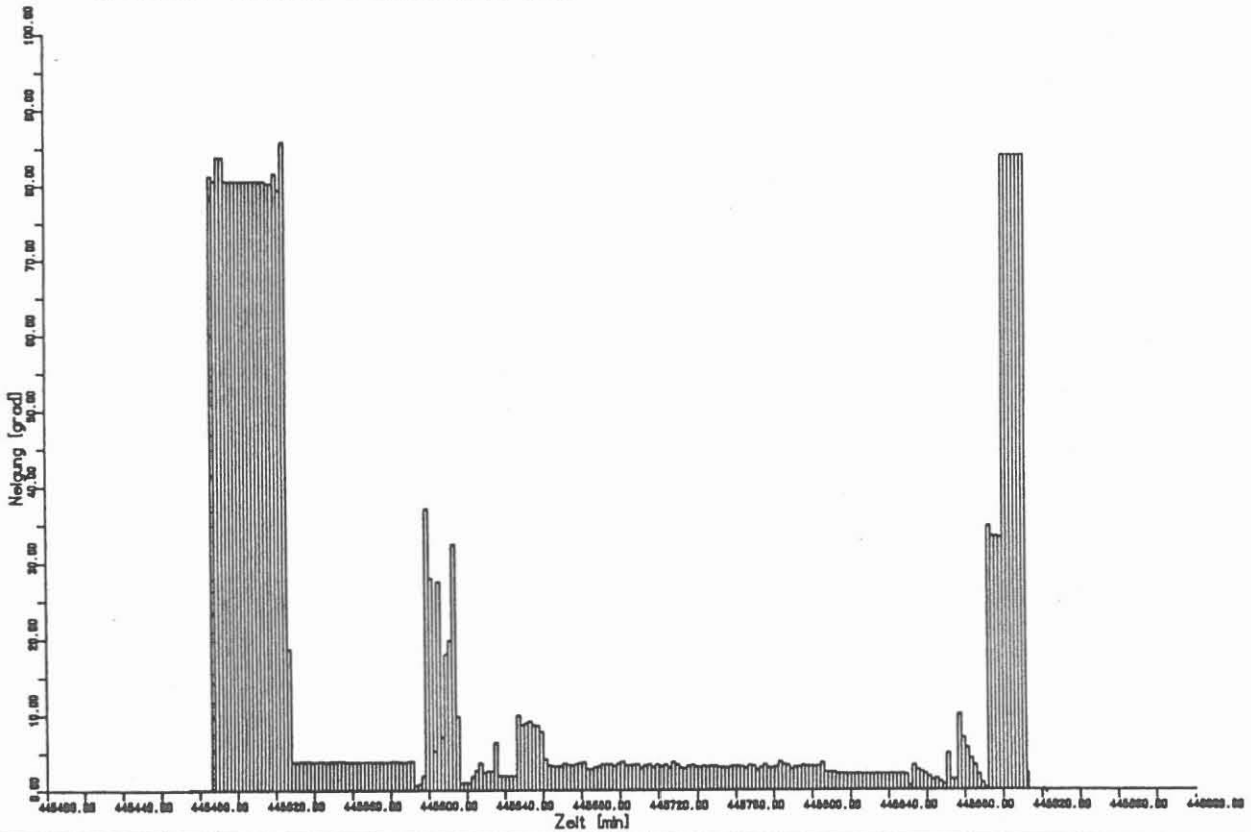
KT B

Abb. 1



27-07-88 08:35:12 = 445475.19 [min]

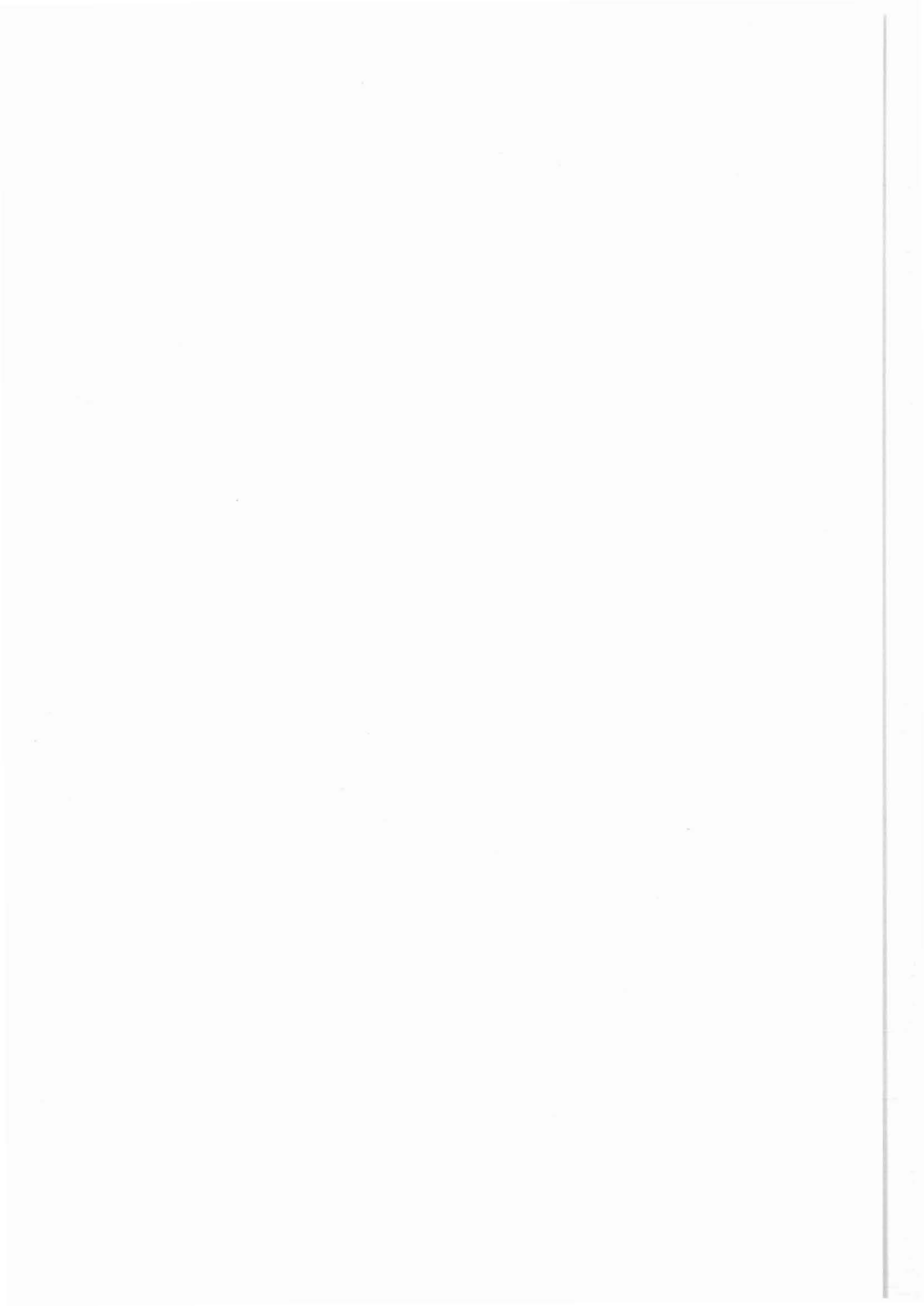
27-07-88 15:53:12 = 445913.19 [min]



Relative Bearing und Neigungsaufzeichnung bei der Kerngewinnung am 27.07.1988

KT B

Abb. 2



8.4 VERTIKALES SEISMISCHES PROFIL - VSP

Ausführender: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,
Hannover, KTB-Projektleitung, Dr. K. Bram

Lfd. Nr.	Datum	Projekt/Messung	Status
	12.10.1988		Zwischenbericht

Thema:

VSP-Messungen in der Bohrung KTB-Oberpfalz VB

Ziel:

Erkennen von Reflektoren vor dem Meißel, Vorarbeit zur Verbesserung struktureller und lithologischer Interpretation reflexionsseismischer Oberflächenmessungen insbesondere im Hinblick auf das Experiment "Integrierte Seismik KTB-Oberpfalz". Anpassen von VSP-Interpretationsverfahren an kristalline Verhältnisse.

Zusammenfassung:

In der Bohrung KTB-Oberpfalz VB wurden in den Teufenbereichen 0 - 478 m und 360 m - 2 185 m Geophonversenkmessungen bzw. ein vertikales seismisches Profil vermessen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Longitudinalwelle steigt von 3 900 m/s rasch bis in eine Tiefe von etwa 150 m auf 4 860 m/s an und erreicht in 460 m Tiefe einen Wert von 5 350 m/s.

Eine erste Auswertung des VSP läßt zwei Bereiche erkennen: der obere Bereich bis etwa 0.8 s Zweiweg-Laufzeit ist durch kurze, z. T. geneigte Reflexionselemente gekennzeichnet. Im unteren Bereich ab etwa 1 s Zweiweg-Laufzeit überwiegen lange, mehr oder weniger horizontal verlaufende Reflexionen, die eher auf söhliche Lagerungsverhältnisse hindeuten.

VSP-MESSUNGEN IN DER BOHRUNG KTB-OBERPFALZ VB

Einleitung

Geophonversenkmessungen und die Registrierung vertikaler seismischer Profile (VSP) haben sich in der Kohlenwasserstoffexploration schon längst ihren festen Platz erobert. Sie liefern einerseits genauere Geschwindigkeitswerte durchteufter lithologischer Einheiten, die für eine verbesserte Bearbeitung oberflächenseismisch gewonnener Daten und damit deren Interpretation wichtig sind. Andererseits tragen sie durch Registrierung der Laufzeit nur über den halben Wellenweg zu einer sichereren Bewertung von KW-höffigen Strukturen wesentlich bei. Datenverarbeitung und Interpretation sind deshalb bis heute auf sedimentäre Verhältnisse, d. h. mehr oder weniger horizontale Schichtung ausgelegt. Über VSPs in kristallinem Environment wird dagegen bisher nur wenig in der Literatur berichtet (z. B. Weber et al., 1986; Stümpel und Gräber, 1987; Paul et al., 1987).

Die Durchführung von VSP-Messungen nicht nur als Hilfsmittel zur Untersuchung geophysikalischer Fragestellungen war bereits frühzeitig auch für die Vorbohrung eingeplant worden (Devay et al., 1986). Ein besonderes Interesse und eine begründete Notwendigkeit für die Realisierung dieses Verfahrens war allgemein anerkannt worden, als aufgrund des Bohrbefundes feststand, daß die Bohrlokation nicht nur durch steilstehende Schieferung der durchteuften Metabasite, sondern auch durch steilstehende Kataklastizone und Störungssysteme bis in Teufen von mehr als 2 000 m geprägt ist.

Für die technische Sicherheit der Bohrung wird die Bedeutung vor allem auch der Vorhersage was noch vor dem Meißel liegt, dadurch unterstrichen, daß aufgrund einer derartigen steilstehenden Kataklastizone ein Teil der Bohrausrüstung in knapp 2 000 m Teufe verloren wurde und ein side-track in 1 709 m Teufe gebohrt werden mußte. Inwieweit die an das VSP gestellten hohen Erwartungen in Zukunft erfüllt werden können, hängt in erster Linie von einer optimalen Datenbearbeitung und der Interpretierbarkeit der VSP-Daten unter kristallinen Bedingungen ab.

Im folgenden soll eine erste Bewertung der im Teufenbereich 0 - 478 m ausgeführten Geophonversenkmessung und eines im Teufenbereich 360 m bis 2 185 m gefahrenen VSP vorgenommen werden.

Geophonversenkmessung

Die Geophonversenkmessung im obersten Teufenbereich der KTB-Oberpfalz VB verfolgte zweierlei: einmal sollte im Hinblick auf das geplante Experiment "Integrierte Seismik KTB-Oberpfalz" eine für statische Korrekturen unbedingt erforderliche Geschwindigkeitstiefen-Beziehung abgeleitet werden und zum anderen sollte durch azimuthal unterschiedliche Anregung an der Oberfläche eine aufgrund der geologisch-strukturellen Situation zu erwartende Anisotropie des Wellenfeldes nachgeprüft werden. Zur Untersuchung letzterer diente eine Kreisanordnung von Geophonen an der Oberfläche mit Radius 60 m bzw. 150 m (s. Lageplan Abb. 1) und seismischer Quelle in 470 m Tiefe. Die Anregung erfolgte hierzu durch Zünder mit einer Ladung von 1 g. Als seismische Quelle an der Oberfläche diente ein Fallgewicht (Soursile), sowohl zur P- als auch SH-Wellen-Anregung. Der Geophonabstand im Bohrloch war durch den Einsatz einer aus fünf triaxialen Geophongruppen bestehenden Kette zu 25 m vorgegeben. Die Messungen wurden von der Fa. PRAKLA-SEISMOS AG im Auftrag der KTB-Projektleitung ausgeführt.

Neben den direkten P- und S-Wellen fällt eine ausgeprägte Rohrwelle sowie deren Reflexion an der Bohrlochsohle auf (Abb. 2).

Abb. 3 gibt die Laufzeitkurve (Ersteinsatz) für den Anregungspunkt HAM 1089 wieder. Die gestrichelte Linie entspricht der auf vertikalen Laufweg korrigierten Laufzeit. Die aus den Ersteinsätzen abgeleitete Durchschnittsgeschwindigkeit ist in dem eingeschlossenen Diagramm dargestellt. Oberflächenbedingte Einflüsse (Verwitterung, Schließen von Klüften durch Druckzunahme etc.) auf die Geschwindigkeit machen sich bis in eine Teufe von 150 m bis 200 m bemerkbar, wie die starke Abnahme des Geschwindigkeitsgradienten in diesem Teufenbereich zeigt.

Eine erste Auswertung der Ringauslage ergab keinen Hinweis auf eine signifikante azimuthale Geschwindigkeitsanisotropie (Kiefer et al., 1988).

Vertikales seismisches Profil

Das bei Teufe 2 200 m durchgeführte Meßprogramm beinhaltete auch die Registrierung eines vertikalen seismischen Profiles. Das Profil erstreckte sich über den Bereich von 360 m bis 2 185 m. Der Geophonabstand von 25 m war wiederum durch die eingesetzte Geophonkette mit 3 Komponenten je Gruppe vorgegeben. Zur Orientierung der Geophone wurde ein Kompaß mitgeführt. Die Aufnahmelänge betrug 6 s bei einer Sampling Rate von 1 ms bzw. 0.5 ms bei Messungen mit zeitweise eingesetzter 3-Komponenten Einzelsonde.

Neben der üblichen Sprengseismik wurde auch Vibroseis (3 Vibratoren) eingesetzt, um das so gewonnene VSP später ohne großen Aufwand in das Integrierte Seismik-Experiment einbauen zu können. Die Sprengungen mit einer mittleren Ladung von 1 kg

wurden in einer Schußbohrung in 18 m Tiefe abgetan. Die Quellsignale wurden jeweils mit einem Aufzeit- und einem Abzeitgeophon mitregistriert. Letzteres ist in der Referenzbohrung VSP 1 in 60 m Tiefe eingebaut und steht für weitere Messungen zur Verfügung. Die Lage der Anregungspunkte und Referenzgeophone ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die Messungen führte die Fa. PRAKLA-SEISMOS AG durch. Über aufgetretene technische Probleme bei der Durchführung sowie zusätzliche Rohrwellen- bzw. Biegewellenexperimente der Universitäten Kiel bzw. Karlsruhe soll an anderer Stelle berichtet werden.

Ein Ausschnitt aus einer Rohdatensektion bis zu einer Laufzeit von 1 s ist in Abb. 4 gezeigt. Das VSP ist im Teufenbereich 60 m bis 360 m durch die Geophonversenkmessung ergänzt worden. Der Ausschnitt entspricht einem Teufenbereich von rund 3 000 m und weckt wegen der derzeit erreichten Bohrteufe und den dadurch ermöglichten Korrelationen anhand des Kernmaterials besonderes Interesse.

Bedingt durch die Anregungsart ist der Frequenzinhalt der Geophonversenkmessung wesentlich kleiner als der des übrigen VSP. Eine Frequenzanalyse ergab, daß das Maximum zwischen 160 und 180 Hz liegt, mehr als doppelt soviel wie bei den Geophonversenkmessungen (Kiefer et al., 1988).

Das Auftreten der sehr hohen Frequenzen führt auch zu einem unerwünschten Effekt, dem räumlichen Aliasing, wie aus der Abb. 6 ersichtlich ist. Bei gleichbleibend hohem Frequenzinhalt muß deshalb bei zukünftigen Messungen ein Meßpunkt- abstand von kleiner 15 m angestrebt werden.

Die Rohdatensektion umfaßt sowohl das abwärts als auch das aufwärts laufende Wellenfeld. Klar sind als Ersteinsatz die direkte P-Welle und etwas schwächer ausgeprägt die S-Welle zu erkennen. Der Laufzeitbereich bis etwa 0.8 s kann als relativ transparent bezeichnet werden. Nur vereinzelt lassen sich kurze Reflexionszüge korrelieren mit zum Teil steilem, d. h. nahezu zeitkonstantem Verlauf. Scharweise treten dagegen ab etwa 0.8 s Reflexionselemente im aufwärts laufenden Wellenfeld auf. Ihre Neigung ist identisch, wenn auch entgegengesetzt mit derjenigen der P-Welle. Wenngleich sie auch nicht bis zum Ersteinsatz durchkorreliert werden können, zeigen sie somit das typische Verhalten von horizontalen Reflektoren.

Der durch steilstehende Störungssysteme, überwiegend fast steile Foliation der Gneise und Metabasite und vermutlich auch steilstehende lithologische Grenzen durchteufte Bereich des Kristallins der Oberpfalz wirft die Frage auf, welches Reflexionsmuster zu erwarten ist. Abb. 5a zeigt ein einfaches Modell mit je einem horizontalen (1), geneigten (2) und vertikalen (3) Reflektor. Die V_p -Geschwindigkeit ist konstant gleich 6 000 m/s. Die entsprechenden Einweglaufzeiten sind in der Abb. 5b wiedergegeben. Neben der für söhlige Lagerung typischen linearen Laufzeitkurve (1) zeichnen sich die anderen Laufzeitkurven durch Krümmung aus. Um VSP-Daten mit Oberflächenreflexionsseismik vergleichen zu können, werden sie im

allgemeinen in Zweiweg-Laufzeiten umgerechnet. Abb. 5c zeigt die entsprechende Darstellung. Die Laufzeitkurve eines s hlichen Reflektors wird dadurch in eine horizontale, zeitkonstante Gerade transformiert und die Krümmung der Laufzeitkurve eines geneigten Reflektors stärker betont.

Um Reflexionen deutlicher hervorzuheben, ist die Datenverarbeitung beim VSP vor allem darauf ausgerichtet, eine Trennung des aufw rtslaufenden Wellenfeldes vom abw rtslaufenden zu erreichen und das Ergebnis als Zweiweg-Laufzeit-Sektion darzustellen. Abb. 6 zeigt eine nach entsprechender Datenverarbeitung (Dekonvolution, Zero-Phase Transformation, FK-Filterung) erhaltene Zweiweg-Sektion (abgebildet bis 1.9 s). Die Laufzeitkurven der direkten Wellen sind stark durch räumliches Aliasing beeinflusst. Der hohe Energieanteil der S-Welle ist merklich verringert worden, sodaß im Laufzeitbereich bis etwa 0.7 s einige Reflexionen gut erkennbar sind; so z. B. ein kurzes Band bei etwa 0.34 s und eine, wenn auch nur schwach ausgeprägte Reflexion beginnend bei 0.58 s und sich bis etwa 0.65 s durchziehend. Ansonsten überwiegen, wie oben bereits angemerkt, kurze nur über wenige Spuren korrelierbare Reflexionselemente.

Bei etwa 1 s Zweiweglaufzeit häufen sich Reflexionsbänder, die sich teilweise fast über den gesamten vermessenen Teufenbereich korrelieren lassen. Ihr Verlauf deutet auf mehr oder weniger s hlig gelagerte Reflektoren hin. Der etwa einer Tiefe von 3 000 m entsprechende Bereich ist in der Zwischenzeit durchbohrt worden. Eine nennenswerte Änderung der Lithologie konnte nicht festgestellt werden. Auffallend ist jedoch, daß in dem Tiefenbereich von rund 2 900 m bis etwa 3 200 m die Foliation der Gneise flach einf llt - zwischen 0 und 30  - gegenüber dem sonst angetroffenen Einfallen von über 50 . Inwieweit hierin die Ursache für die Reflexionen zu sehen ist, muß noch weiter verfolgt werden.

Fast über den gesamten Teufenbereich lassen sich Reflexionsbänder bei etwa 1 s verfolgen. Zwischen 1.2 s und 1.4 s liegen wieder mehrere, z. T. leicht geneigte Reflexionselemente. Ein weiterer Bereich mit nahezu horizontal verlaufenden Reflexionen folgt ab 1.75 s.

Zusammenfassung

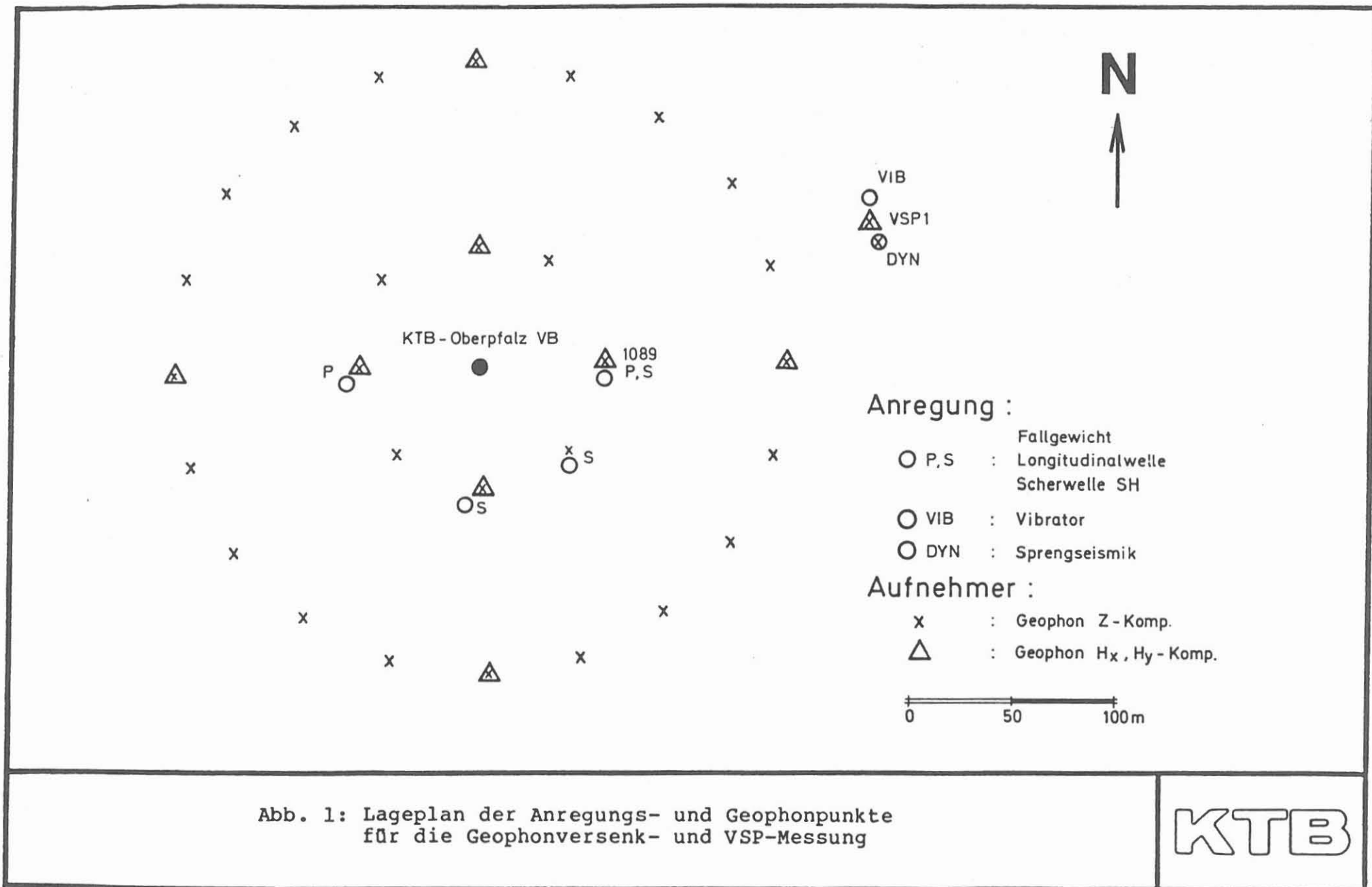
Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der obere Laufzeitbereich bis etwa 0.8 s durch kurze, zum Teil geneigte Reflexionselemente gekennzeichnet ist. Dies ist sicherlich eine Folge der komplizierten und überwiegend steilstehenden geologisch-strukturellen Verhältnisse, was zu einer Streuung und möglichen Interferenz der seismischen Energie führt. Ab etwa 0.8 s ist eine auffällige Zunahme längerer - über mehrere 100 m korrelierbarer - und nahezu horizontaler, allenfalls schwach geneigter Reflexionen festzustellen.

Eine eingehende Interpretation dieser Elemente ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt und an dieser Stelle nicht vorgesehen. U. a. sollten Modellbetrachtungen unter Berücksichtigung herrschender geologischer Gegebenheiten einen wesentlichen Beitrag dazu liefern.

Den Herren Dr. Fertig und insbesondere Dr. Dürschner sei für die wertvollen Ratschläge und stetige Diskussionsbereitschaft an dieser Stelle herzlich gedankt.

LITERATUR

- Devay, L., Draxler, J. und Hänel, R., 1986: Konzept eines Meß- und Untersuchungsprogrammes für die Vor- und Hauptbohrung des Kontinentalen Tiefbohrprogrammes. NLFb-Bericht, Archiv-Nr. 99550, Hannover.
- Kiefer, W., Macdonald, C., Rühl, Th. und Hubral, P., 1988: Ergebnisse der KTB VSP 500-Messungen. Zwischenbericht, unveröff.
- Paul, A., Jegonzo, M., Mechler, P., Millon, R., Track, A. und Vezat, R., 1987: Forage de Sancerre-Couy: Signification des réflecteurs sismiques dans le socle. Documents du BRGM, n° 138.
- Stümpel, H. und Gräber, M., 1987: VSP-Messungen an KTB-Vorerkundungsbohrungen im mittleren Schwarzwald. In: Hänel und Schopper (Hrsg.): KTB-Report 87-2, Hannover.
- Weber, H.P., Sattel, G. und Sprecher, C., 1986: Sondierbohrungen Weiach, Riniken, Schafsheim, Kaisten, Leuggern. NAGRA Techn. Ber. 85-50.



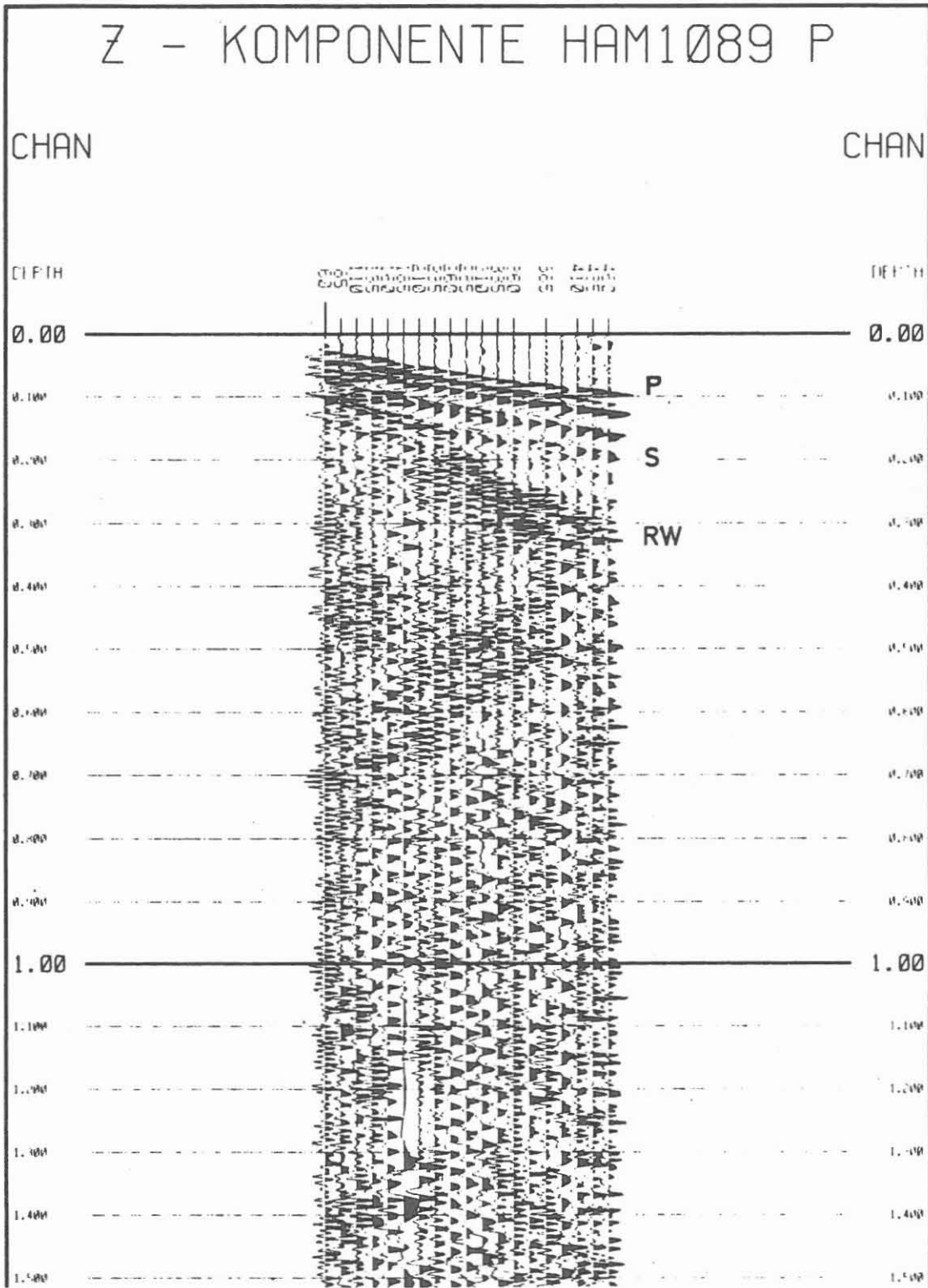


Abb. 2: Geophonversenkmessungen im Teufenbereich 60 m bis 460 m (unverrohrt) der Bohrung KTB-Oberpfalz VB

KTB

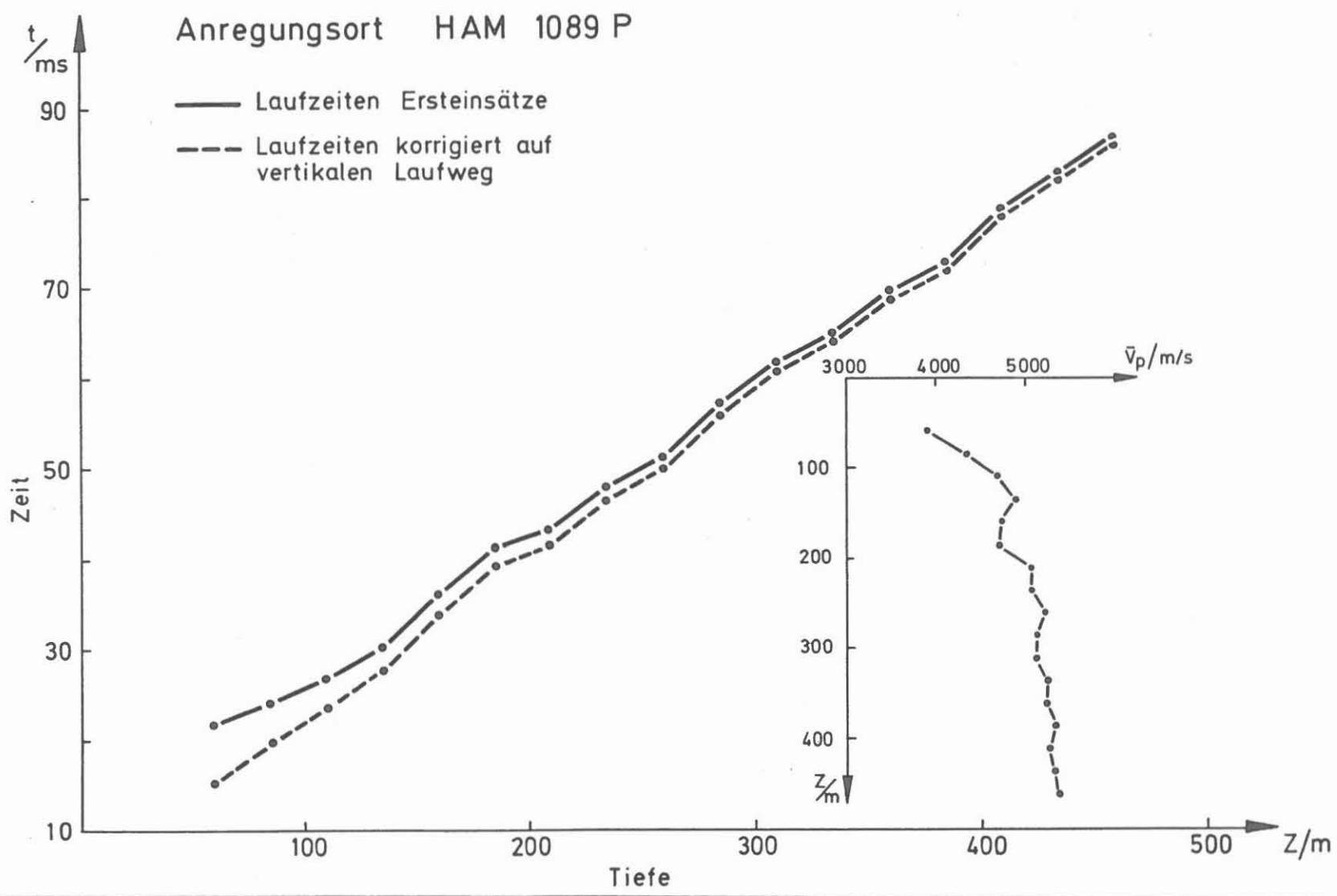


Abb. 3: Laufzeitkurve der P-Welle sowie daraus abgeleitete Durchschnittsgeschwindigkeit

KTB

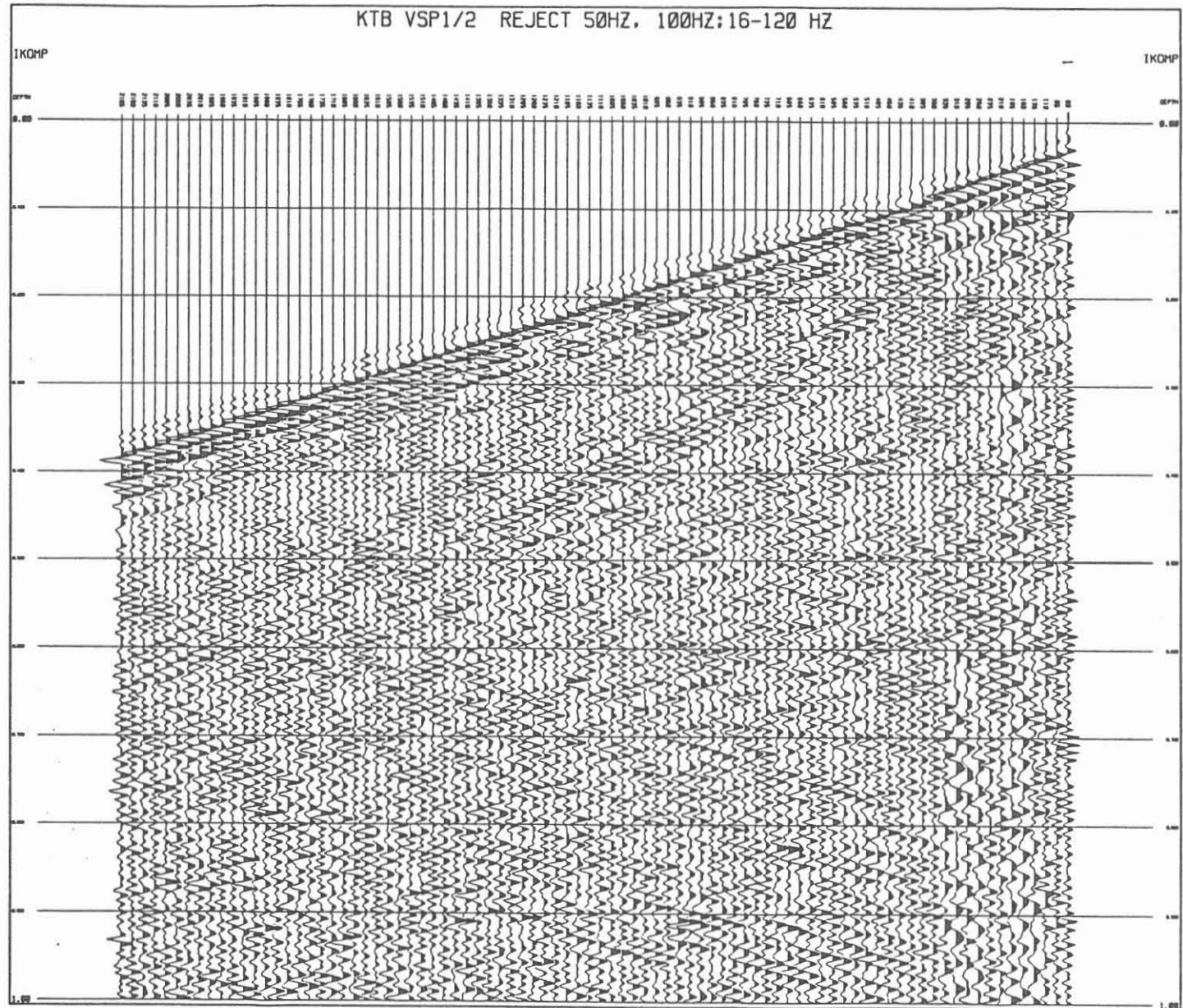


Abb. 4:
Ausschnitt der VSP-
Rohdatensektion bis
1 s Einweglaufzeit
(Erläuterung siehe
Text)

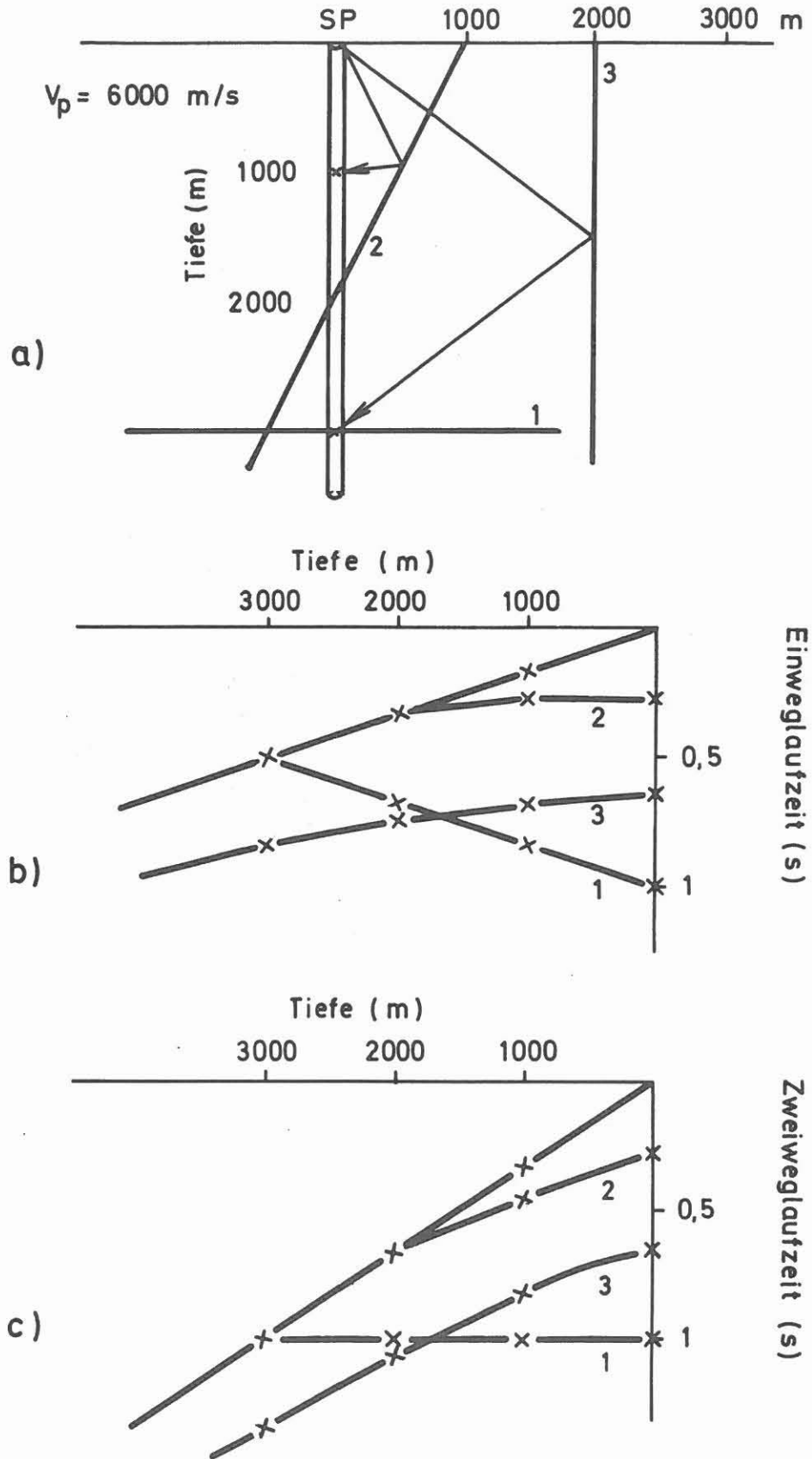


Abb. 5: VSP Reflexionslaufzeitkurven abgeleitet anhand eines einfachen Modells (a). Einweg- (b) und Zweiwegdarstellung (c)

KTB

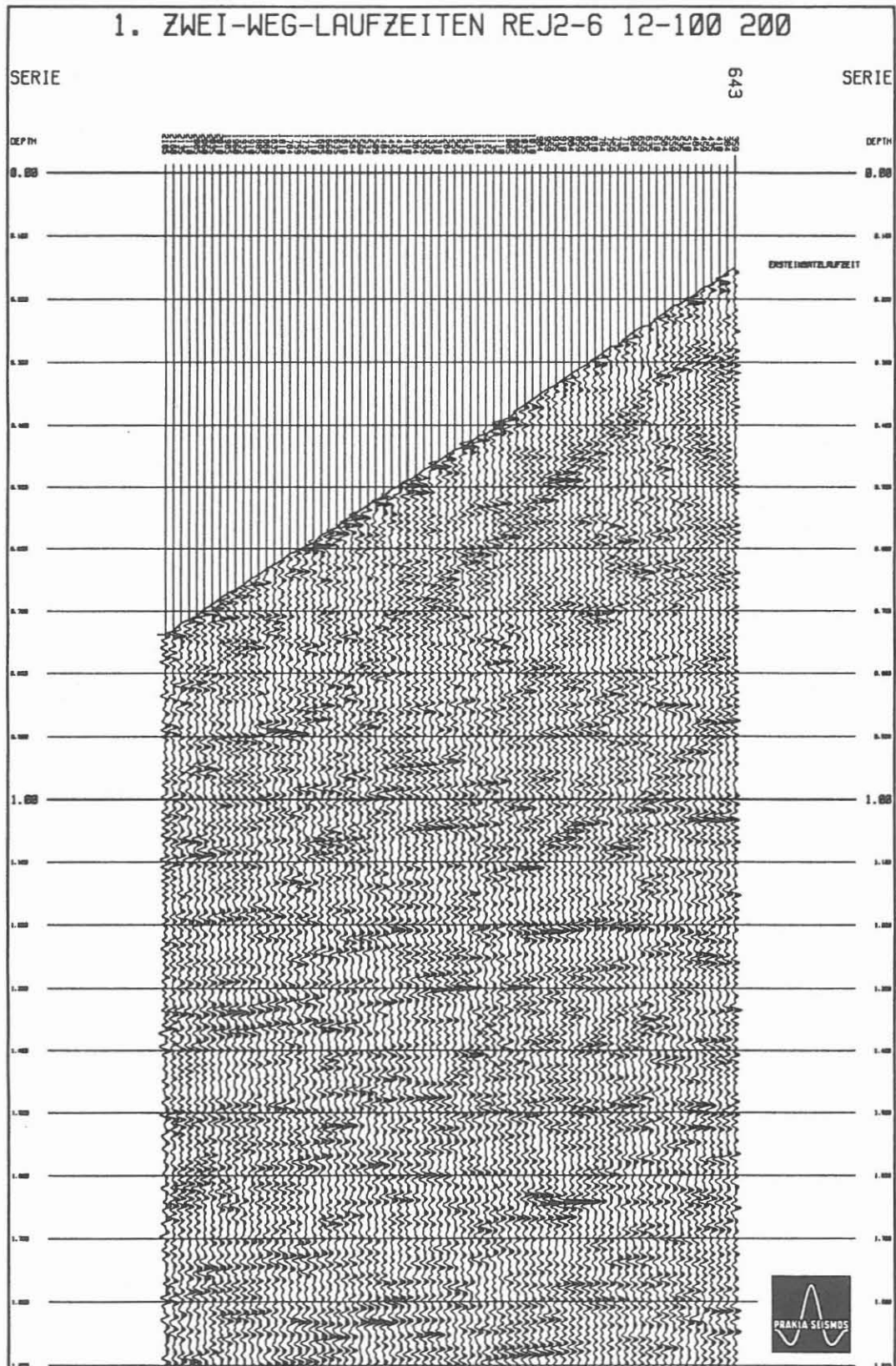
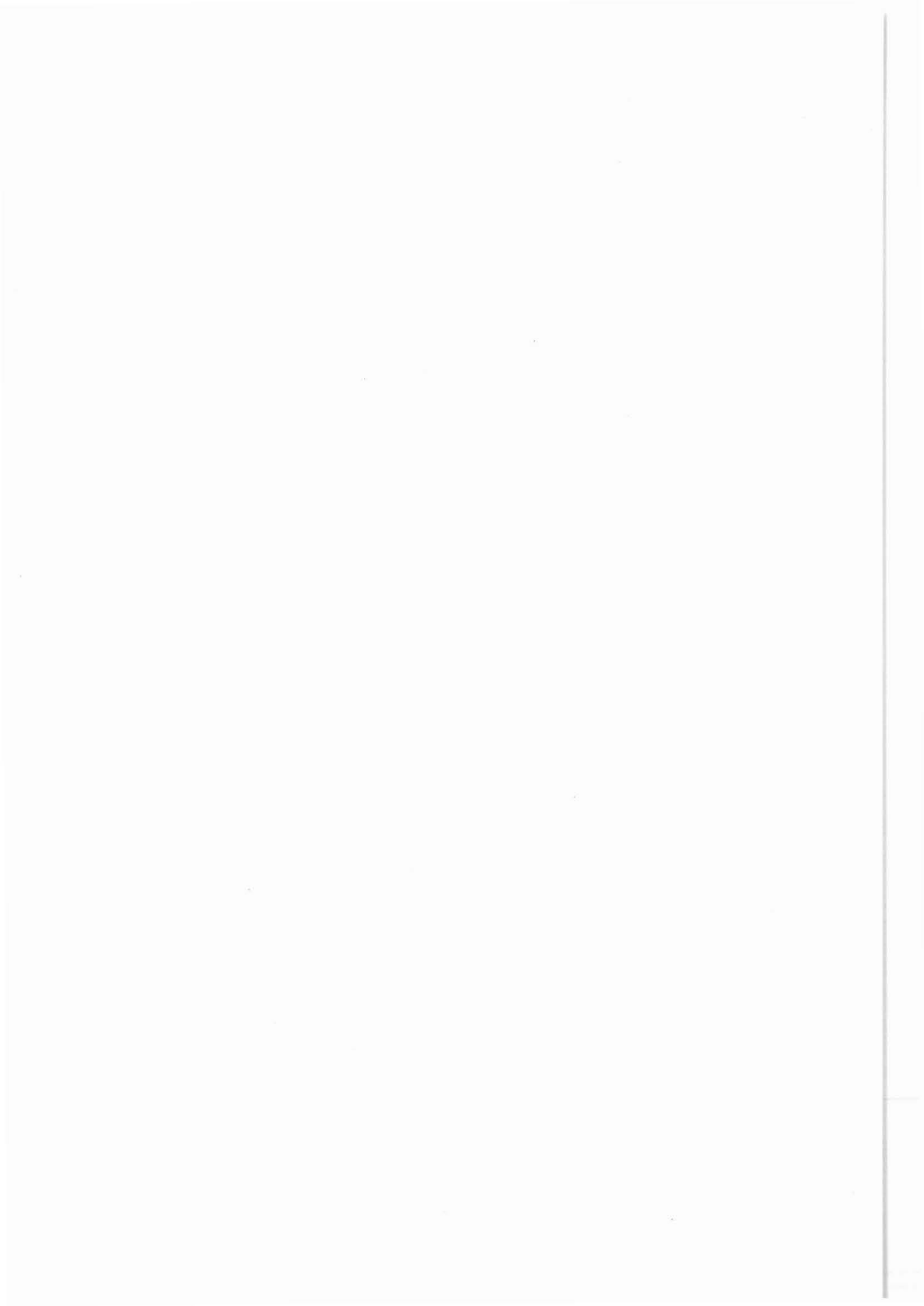


Abb. 6: Zweiweg-Laufzeit-Darstellung des aufwärtslaufenden Wellenfeldes aus dem Tiefenbereich 359 m bis 2 185 m der KTB-Oberpfalz VB



8.5 Borehole Geophysics of KTB

R. Hänel, Geological Survey of Lower Saxony, Hannover
J. Draxler, Geological Survey of Lower Saxony, Hannover

(Report presented at 4. International Seminar "Super-Deep Continental Drilling and Deep Geophysical Research", Yaroslavl, August 23 - 29, 1988)

SUMMARY

During the planning phase of the German Continental Deep Drilling Programme preliminary working groups have formulated 11 objectives as tasks related to borehole geophysics. As part of the Project Management the section borehole geophysics has been established and is responsible for the operational execution of these tasks. Furthermore, to realize the task about 35 research and development projects have been initiated on fundamental research, core measurements, log interpretation and tool development. They are supplemented by 9 so-called Key Projects; projects which can be carried out only by means of a superdeep borehole.

The present status of the 11 tasks is described very briefly. For more details reference is given to the KTB Reports.

Provisional results are presented. The interest is directed to the borehole deviation and borehole diameter, to measurements which indicate graphites and ores as well as open and closed fractures, the possibility of post-orientation of cores and the new geochemical logging tool. Finally, a first attempt is made to interpret logging data with regard to already existing crust models. One of the surprising results is the recorded temperature, which is higher than the estimated upper limit.

1. INTRODUCTION

The Continental Deep Drilling Programme of the Federal Republic of Germany (KTB) is a project of basic geoscientific research. For this, the technical concept for drilling, sampling, coring and logging programmes are biased to scientific purposes. According to present plans, the super-deep borehole will be drilled to a target depth of about 14000 m in the period of 1990 - 1997. A complete new rig will be designed to drill this borehole.

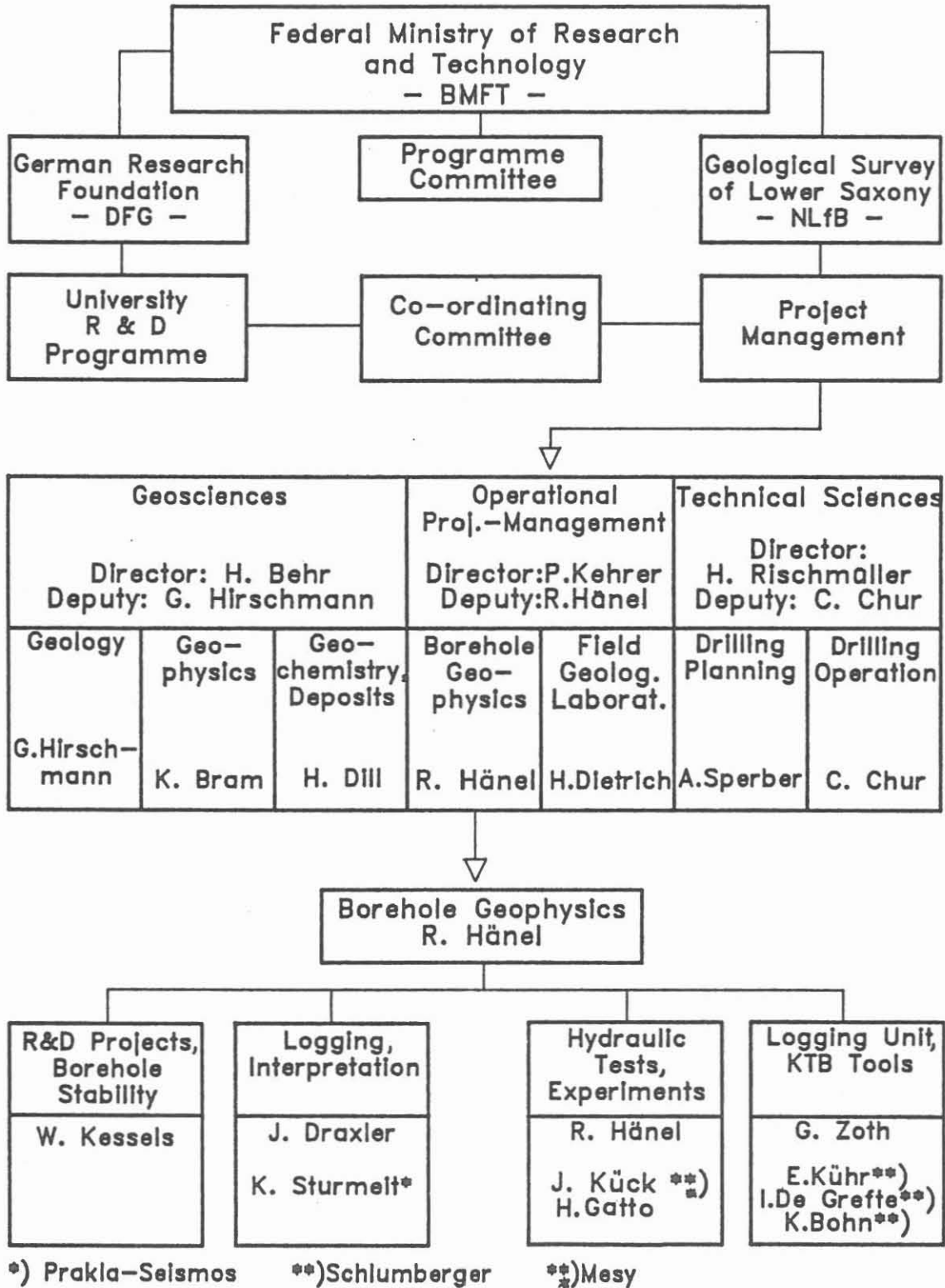
The drilling work for the pilot borehole started September 1987. The envisaged depth will be 5000 m, and the present depth is about 3000 m (August 1988).

A Project Management has been established in 1985/86. It operates with about 40 persons on fulltime and additional personal on time contract basis. The Project Management includes also a group responsible for borehole measurements. The structure of the organization, especially with regard to the borehole measurement group is given in Tab. 1.

To realize the scientific ideas, a Research and Development Programme is initiated engaging about 250 scientists from different universities, institutes and geological surveys. This programme is subdivided into 9 research groups (Task Forces):

Field Laboratory, Geology and Geophysics, Stress Field and Borehole Stability, Rock Physics/Logging and Log Interpretation, Texture and Deformation, Petrology/Geochemistry/Geochronology and Ore Deposits, Fluids, Technical Sciences, and Modelling.

Table 1: Organisation diagrams showing the group for borehole geophysics and its relation within KTB.



2. OBJECTIVES, TASKS

The main scientific objectives are given by (EMMERMANN, 1986):

Investigation of the physical-chemical conditions and processes in the deep crust for a better understanding of the dynamics of intracontinental structural evolution.

The main task for the borehole geophysics group of the Project Management can be derived directly from this objective:

Realization of geoscientific objectives to measurable physical rock parameters, chemical elements, mineral components, fluids, heat and mass transport as well as physical field parameters.

Before establishing the KTB Project Management advances have been made by preliminary studies in that direction and the main task has been subdivided into several, more specific topics:

(1) Market Analysis

Ascertainment of available logging tools and logging units of service companies, companies, universities, and geological surveys on local market or in foreign countries, especially with regard to its temperature and pressure limitation (300 °C and 2000 bar).

(2) Fundamental Research

Logging tools and the related interpretation methods for logging data are mainly developed for hydro-carbon exploration in sedimentary rocks. Therefore, the adaptation for crystalline rocks has to be considered and if necessary fundamental research has to be initiated.

(3) Investigation of Physical Rock Parameters

Determination of petrophysical data under simulated in situ conditions for calibrating logging data, correlation with chemical and modal compositions as well as interpolation to large scale units and intrinsic characteristics. For this study the borehole (quasi in situ condition), the laboratories of institutes (simulated in situ condition), and the Field Laboratory (pT-condition at the earth's surface) are available.

(4) Correlation Programme

Correlation of results from core measurement with results from logging will be essential to decide - while drilling the superdeep borehole - for giving preference to coring or logging. The guiding factors will be the answers obtained either by coring or logging alone or if both methods are needed, and the costs.

(5) Development of Logging Tools

The scientific objectives also require tools which are not offered by service companies and institutes or which have a lower temperature limit. Therefore, new development and/or improvement have to be stimulated.

(6) Deep Earth Observatory

After the borehole is ready and the routine measurements have been carried out, repetitions, long-term measurements, and time-depending studies are necessary. Therefore, it has to be examined, whether a Deep Earth Observatory is justified.

(7) Permanent Logging Unit

The large research and development programme of KTB requires a comprehensive logging programme. Therefore, a permanent logging unit as well as tools which are often needed should be purchased and operated by KTB.

(8) Logging Programme

To meet the high expectations of the scientific community, an extensive logging and testing programme for the pilot borehole had to be established and must be realized. The experience gained and enlarged by further experiments will be integrated in the planning of the logging programme for the superdeep borehole.

(9) Securing of Logging Data

It must be guaranteed that all measured data are safely stored in a uniform format (e.g. LIS) so that at any time - also after many years - the data are available for interested parties.

(10) Interpretation of Logging Data

To benefit from the know-how of the service companies, the first interpretation should be made by them. More sophisticated interpretations are in the responsibility of the university interpretation groups (R & D Programs, see also Tab. 1).

(11) Pilot Borehole

From the specified objectives/tasks follow that a pilot borehole is absolutely necessary.

3. PRESENT STATUS

The market analysis (1) has been closed (DEVAY et al. 1983, HÄNEL 1987). Based on this study, research and development for the tasks (2), (4), (5), and (10) have been started. In total, 35 running projects are now underway which are strongly related to borehole geophysics; see Tab. 2. The so-called 'Key Experiments' are of special interest; see Tab. 3. These are projects, which only can be carried out by means of a super-deep borehole (FKPE 1986). For more details see also KTB Report 87-3.

The Deep Earth Observatory, task (6), should include measurements such as the stress field, the near and far earthquakes, the magnetic field, the pore pressure, etc. A first concept was presented by KESSELS (1987), Fig. 1, and a first attempt will be made by project (34) of Tab. 2. The Deep Earth Observatory consists of two parts; the upper moveable and the lower stationary part. Anyhow, the project needs further clarification on what should actually be measured, what is possible, what is expected, what are the costs, etc.

To drill a pilot borehole with a minimum diameter of 6" has been strongly recommended by the group of borehole geophysics (HÄNEL 1987). This has been accepted by the Project Management in July 1986. The pilot borehole was spudded on September 22nd 1987. The present depth is about 3000 m (August 1988). The pilot borehole includes a complete coring programme as well as a comprehensive logging programme. So, the necessary work for task (4) can be carried out, which actually started in summer 1988. Similar is valid for task (3).

With regard to task (7), a logging unit has been purchased for running basic and more frequent logs. It is a most modern sound insulated modular unit, presently equipped with 7500 m of 7-conductor-logging cable. For operations in greater depths in the superdeep borehole the unit will be modified by exchanging the winch section and adding a capstan unit. The cable head of the logging cable consists of:

- telemetry for data transfer
- unit for cable tension, mud resistivity and mud temperature measurement
- gamma ray for depth correlation.

A minimum set of logging tools has also been purchased:

- several temperature tools
- salinometer
- induced polarization probe
- borehole geometry tool
- 6-arm caliper (prototype)
- gamma ray probe
- fluidsampler, vacuum and forced circulation type.

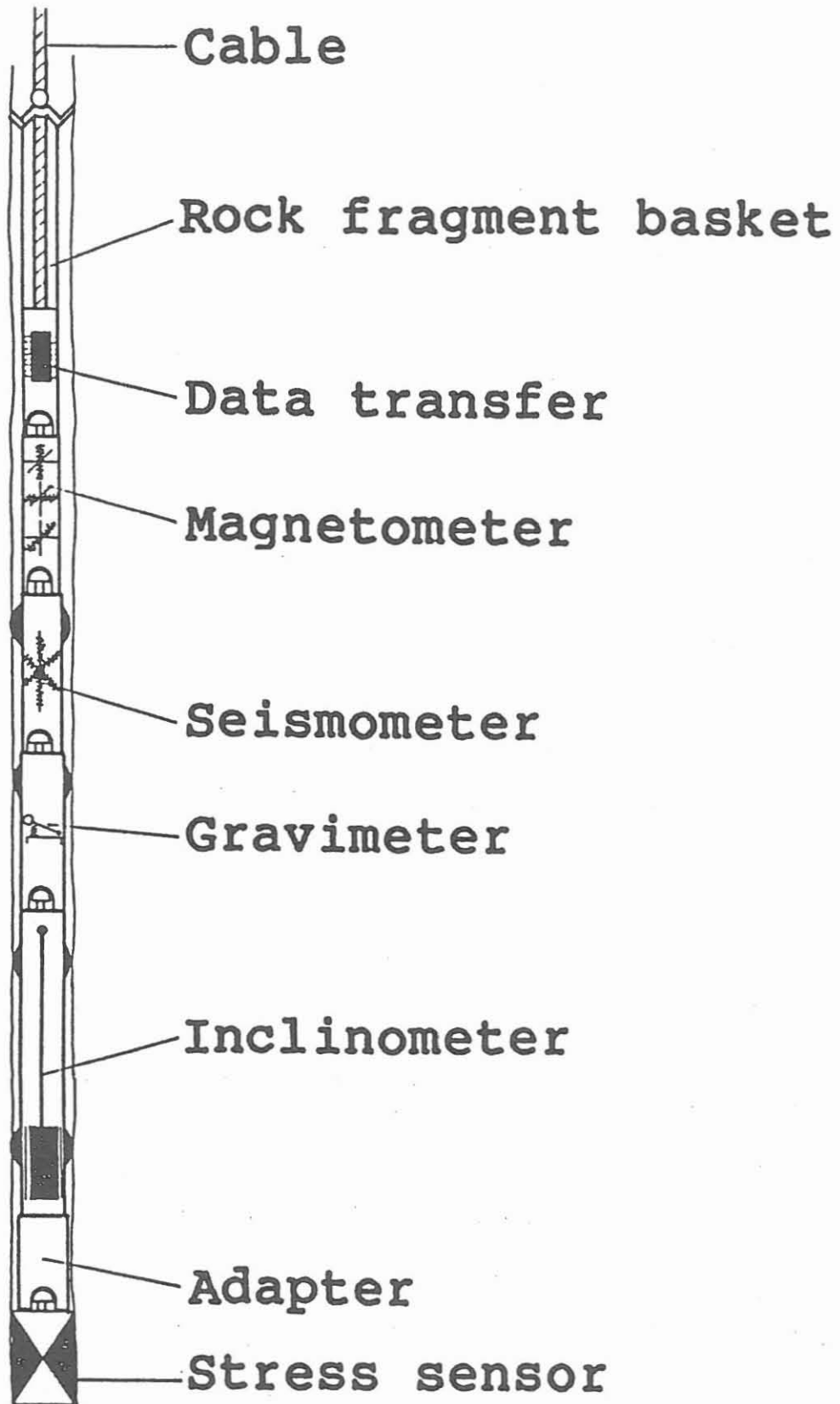


Figure 1: A possible concept for the Deep Earth Observatory.

Table 2: Research and Development Projects.

DFG = supported by German Research Foundation,
BMFT = supported by Federal Ministry of Research and Technology,
BGR = Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe,
NLfB = Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung.

Fundamentals

- (1) Development and testing of a high-pressure permeameter/porosimeter for investigation of crystalline rocks. DFG.
R. Schopper, Techn. Univ. Clausthal.
- (2) Investigation of electro-magnetic transient measurements in shallow boreholes with regard to its general application in KTB. BMFT.
S. Greinwald, BGR, Hannover.
- (3) Development of interpretation methods for logging data recorded in crystalline rocks with micro-fractures and micro-pore structure. DFG.
R. Schopper, Techn. Univ. Clausthal.
- (4) Changes of crystalline rock strength properties under alternating thermodynamic conditions. BMFT. O. Natau, Techn. Univ. Karlsruhe.
- (5) Investigation of Peltier elements for cooling electronic components in wireline logging tools. BMFT. Dr. Neumann Comp., München.
- (6) Development of heat shields for high temperature logging tools. BMFT. Etudes & Production Schlumberger, Clamart, France.
- (7) Theoretical thermo-chemical calculations for borehole stability under simulated in situ conditions in comparison to actual conditions in the KTB pilot borehole. BMFT. R.B. Rokahr, Techn. Univ. Hannover and K. H. Lux, Techn. Univ. Clausthal.
- (8) Development and testing of interpretation methods for electrical measurements including induced polarisation for porosity/permeability determination. DFG. D. Vogelsang, NLfB, Hannover.

Core Measurements

- (9) Integrated measuring method for determination of porosity and permeability of dense rocks under simulated in situ conditions. DFG.
G. Pusch, Techn. Univ. Clausthal.
- (10) Determination of physical parameters (thermal conductivity, thermal diffusivity, seismic velocity, density) under simulated in situ conditions. DFG. H. Burkhardt, Techn. Univ. Berlin, and R. Schopper, Techn. Univ. Clausthal.

Table 2: Continuation

- (11) Determination of uranium and lead isotopes from KTB rocks. DFG. U. Haack, Univ. Giessen.
- (12) Measurement of P- and S-waves under simulated in situ conditions, correlation with petrophysical data, chemical and modal compositions. DFG. H. Kern, Univ. Kiel.
- (13) Determination of thermal and electrical conductivity under increased pressures and temperatures. DFG. A. Schult, Univ. München.
- (14) Measurement of porosity, permeability and electric conductivity under simulated in situ conditions. DFG. G. Nover and G. Will, Univ. Bonn.
- (15) Determination of thermal conductivity, thermal diffusivity and specific heat capacity under simulated in situ conditions and by means of the 'thermal flowmeter method'. DFG. R. Schulz, NLFb Hannover.
- (16) Measurement of magnetic parameters, such as coercitive force, permanent saturation value, maximum susceptibility, paramagnetic susceptibility, etc. under simulated in situ conditions. DFG. H. Markert, Univ. Bayreuth.
- (17) Palaeomagnetic and rock magnetic investigation on cores under simulated in situ conditions. DFG. J. Pohl, Univ. München.

Log Interpretation

- (18) Testing a borehole magnetometer for vertical gradient sounding of magnetic variations. DFG. E. Steveling, Univ. Göttingen.
- (19) Two- and three-dimensional simulation for a frequency-depending induction log. DFG. K.-M. Strack, Univ. Köln.
- (20) Interpretation of permeability and hydro-frac stress measurements as well as improvement of the hydro-frac tool. DFG. F. Rummel, Univ. Bochum.
- (21) Interpretation of logs using statistical methods to determine porosity and permeability. DFG. H. Burkhardt, Techn. Univ. Berlin.
- (22) Interpretation of magnetic measurements made in boreholes and on cores to find magnetic discontinuities. DFG. A. Hahn and W. Bosum, NLFb, Hannover.
- (23) Adaption of Faciolog to derive a lithological profile from borehole measurements. BMFT. J. Wohlenberg and R. Walter, Univ. Aachen.
- (24) Feasibility study for determining hydraulic parameters in a borehole using tracer. DFG. P. Fritz and W. Drost, Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, München.

Table 2: Continuation

- (25) Interpretation of time-depending temperature measurements in terms of in situ thermal conductivity. BMFT. H. Wilhelm, Techn. Univ. Karlsruhe.
- (26) Wellsite interpretation of specific borehole measurements indicating borehole instabilities. BMFT, K. Fuchs, Techn. Univ. Karlsruhe and M. Zoback, Stanford Univ. (USA).

Tool Development

- (27) Development of an acoustic televiewer for great depth and high temperatures. BMFT. R. Schepers, Westfälische Berggewerkschaftskasse, Bochum.
- (28) Improvement of a thermal conductivity in situ probe for great depths. BMFT. H. Burkhardt, Techn. Univ. Berlin.
- (29) Improvement of equipment and of a method to calculate the heat production rate of rocks from U, Th and K-spectrometry of natural gamma radiation. DFG. U. Haack, Univ. Giessen.
- (30) Experiments with a 4-point electrode arrangement for detecting the opening of fractures as a function of increasing pressure within a borehole region separated by packers. BMFT. Preussag AG, Hannover.
- (31) Upgrading of a magnetic susceptibility probe for depths up to 14000 m. BMFT. J. Pohl, Univ. München.
- (32) Development of a 3-component magnetometer for depths up to 14000 m. BMFT. G. Musmann and F. Kuhnke, Techn. Univ. Braunschweig.
- (33) Adaption of an induced polarisation tool for ion diffusion of fluids under KTB conditions. BMFT. D. Vogelsang, NLFb, Hannover.
- (34) Development of a stationary downhole monitor prototype for determining stress field, pore pressure, temperature and electrical data. BMFT. G. Reik, Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik, Rheinstetten and G. Borm, Techn. Univ. Karlsruhe.
- (35) Development of a high resolution time depending magnetometer measuring probe for high resolution magnetotelluric soundings. DFG. E. Steveling, Univ. Göttingen.

Table 3: Geophysical Key Experiments (FKPE 1986)

- (1) Stress field of the continental crust.
From the change of intra-continental seismicity with depth it is postulated that in the upper crust high shear stresses and in the lower crust low shear stresses exist. The estimation, based on experimental rheological rock parameters, indicate the maximum stress already in the upper crust. This could be confirmed by drilling a superdeep borehole. It would possibly explain the limitation of seismicity to the upper crust, the existence of overthrusting pathes, and together with pressure measurements from fluid inclusions the acting dynamic tectonic forces within the crust.
- (2) Fluid geophysics.
The existence of fluids and permeability determine essentially the heat transport by heat convection, and explain also the mobility of crustal portions. Borehole measurements and hydraulic tests made in a superdeep borehole would bring conclusive answers.
- (3) Influence of palaeotemperature changes.
From estimation it is known that the palaeotemperature influences the temperature field down to 5000 m depth or even more. The heat-flow density from shallow boreholes can be decreased in the order of 30 %. Until now, no convincing example exists, which demonstrates the existence or non-existence of this effect. Hopefully, a superdeep borehole can clarify this open question.
- (4) Seismic endoscopy of the earth's crust.
Surface seismic survey combined with vertical seismic profiling are best to evaluate seismic properties like absorption, reflectivity, anisotropy and localisation of litho-stratigraphic horizons. But, most of all, the deepest point of a borehole gives the best possibility to study the crust deeper than the borehole itself.
- (5) Transient-electromagnetic survey.
The determination of electric conductivity by means of migrating current systems. The electric conductivity delivers information of the distribution and the composition of fluids due to the ion content of the fluids in the pore space. Very high conductivity values indicate graphite and ore concentration. The advantage of this method is, that with increasing depth a larger volume of rock can be investigated, thereby detecting conductivity anomalies away from the borehole and decreasing the influence of the borehole itself.
- (6) Vertical electromagnetic profiling.
This method allows a better detection of layers with high electric conductivity than with surface electromagnetics. Furthermore, like vertical seismic profiling, with this method anisotropy and electric conductivity in front of the borehole can be determined without the conterminated zone.

Table 3: Continuation

- (7) Magnetic survey.
The unique opportunity to look which type of magnetization exists at great depth and what are the reasons for anomalies. Rock measurements on surface will not be sufficient. Furthermore, lithological classification, content and variation of ferromagnetic ores, the chemical composition, degree of oxidation and distribution within the rock can be evaluated.
- (8) Analysis of disturbances on the gravity field.
To record a gravity profile along a borehole will provide, after correction for borehole deviation, a rock density profile with depth. In addition, gravity anomalies away from the borehole can be detected.
- (9) Experiments to study the physical nature of gravitation.
The gravitation constant actually is not a constant. Instead of this the gravitation constant increases with increasing borehole depth. For that measurements with a borehole gravimeter the necessary accuracy is about $\Delta g \approx 1$ gal for a borehole depth of 10000 m. Furthermore, borehole density measuring with an accuracy of about 10^{-3} must be carried out, which seems to be very difficult.

The general philosophy for the realization of the logging and testing programme in the pilot borehole is that the main portion will be done by service companies. Special services will be run with tools from universities and institutes. The programme itself is - following the priority list HAENEL & DRAXLER (1988) - split into two sections: during and after the drilling phase. Following rig. 2, all geological relevant logs will be run during the drilling phase at certain intervals (about every 500 m, now down to about 5000 m) to secure the data under favourable logging conditions, to control the borehole breakouts and to provide correlation logs for core analysis. The Borehole Televier and the Formation MicroScanner are the essential tools for correlation, as they offer means for post-orientation of cores.

All measurements need to be evaluated and interpreted. This can either be done on location or the data are transferred to a computing centre of a service company. In any case, on the location a workstation will be installed very soon. The service companies will make the first fast interpretation. According to their specialisation, universities, institutes and geological surveys will refine them. The interpretations will concentrate on the evaluation of lithology, mineralogy, elemental analysis, textural and structural condition, porosity, permeability, rock mechanical parameters, stress field, velocity, and other local or field parameters.

Finally, all measurements which have been carried out and all available interpretations are presented in KTB Report 87-4 (measurements from 0 - 478,5 m), KTB Report 88-4 (measurements from 478.5 - 1529.4 m) and KTB Report 88-7 (measurements from 1529.4 m - 3000 m).

4. PROVISIONAL RESULTS

Since the end of October 1987 five intermediate logging runs have been made in the pilot borehole. The data recorded is of high quality. Provisional results from log evaluations show information of high interest.

4.1. BOREHOLE MEASUREMENTS

(1) Borehole trend

The highly dipping lithology of 70° - 90° causes a permanent deviation of the borehole; the dip direction of formation is about SW. Fig. 3 shows the horizontal projection of the pilot borehole down to 2780 m, and Figs. 4 and 5 records from the Borehole Geometry Tool and Borehole Televiewer. The breakouts or enlargements are a measure of the stress field.

(2) Graphite and ore indication

The drilling mud resistivity is about 4 Ω m, but the measurements with Dual Laterolog (DLL) gives sometimes resistivities of less than 0.2 Ω m. Simultaneously, the Induced Polarisation (IP) as well as the Spontaneous Potential (SP) indicates high response signals, see Fig. 6. Due to the geological situation the anomalous values can be explained only by graphite and pyrite and/or magnetic material. This is confirmed by core results. The separation between graphite and ores is possible by using the Geochemical Logging Tool. Pyrite layers show strong sulfur and iron responses.

(3) Open and/or closed fractures (a)

Based on experience, especially from the Hungarian colleagues (ELGI), open and closed fractures can be separated by using Induced Polarization (IP) and Magnetic Susceptibility (KAP) measurements in a borehole. The scheme is, where (+) corresponds to high and (-) to low signal:

IP (+) and KAP (+)	→ open fracture including Fe
IP and KAP (+)	→ closed fracture including Fe
IP and KAP (-)	→ closed fracture without Fe

These facts have been confirmed by observations on cores.

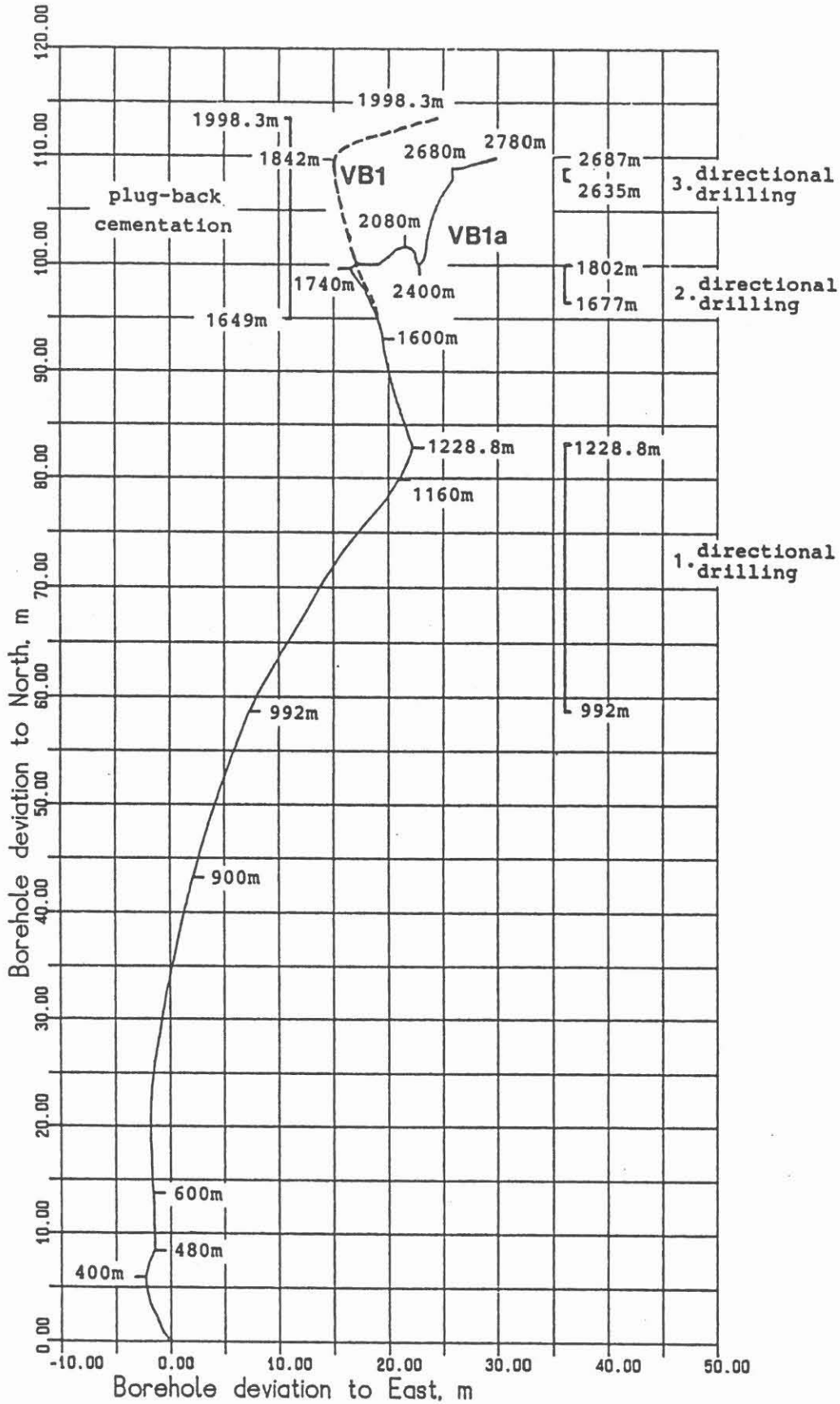


Figure 3: Horizontal projection of the pilot borehole including information about directional drilling and plug-back cementation work.

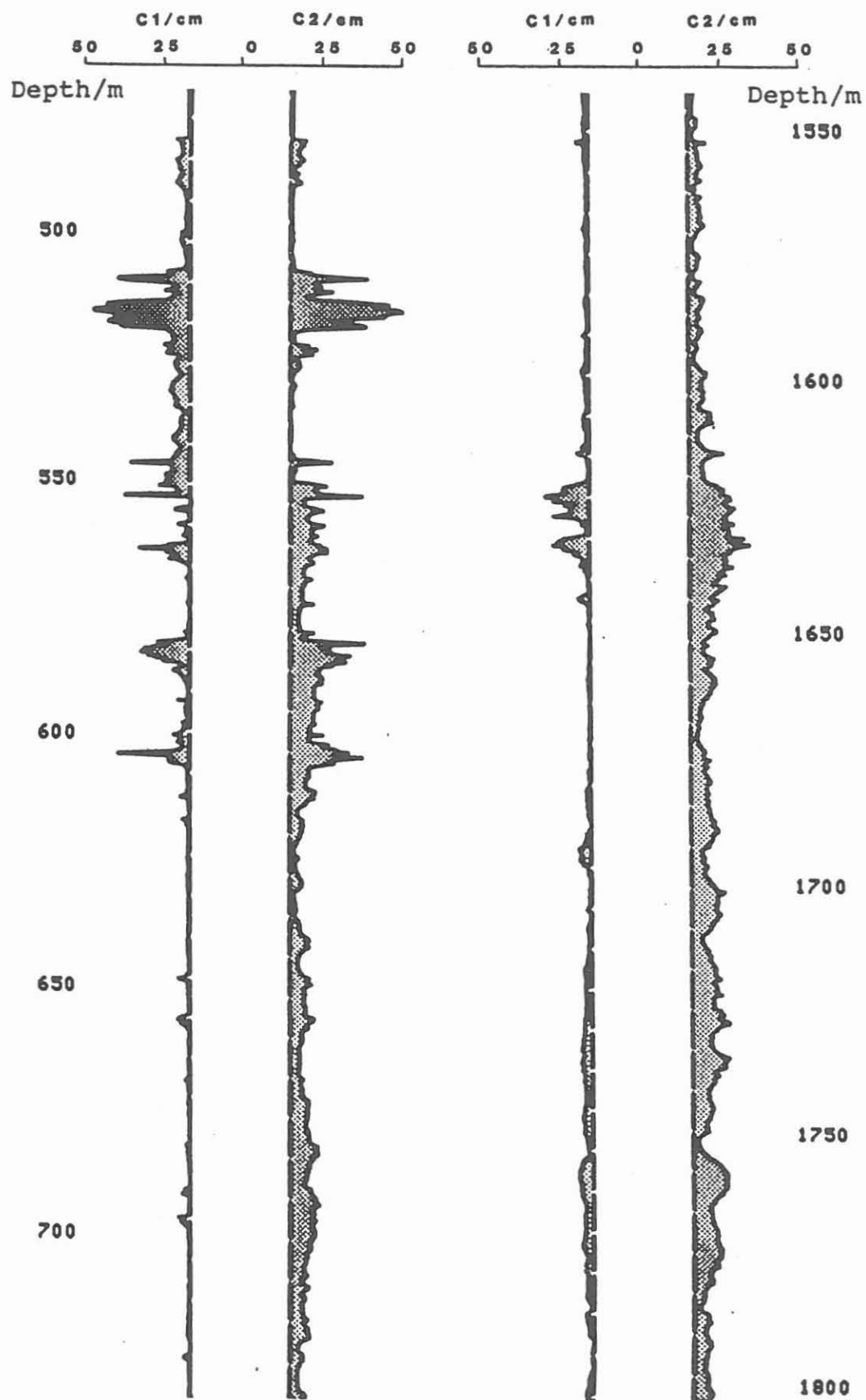
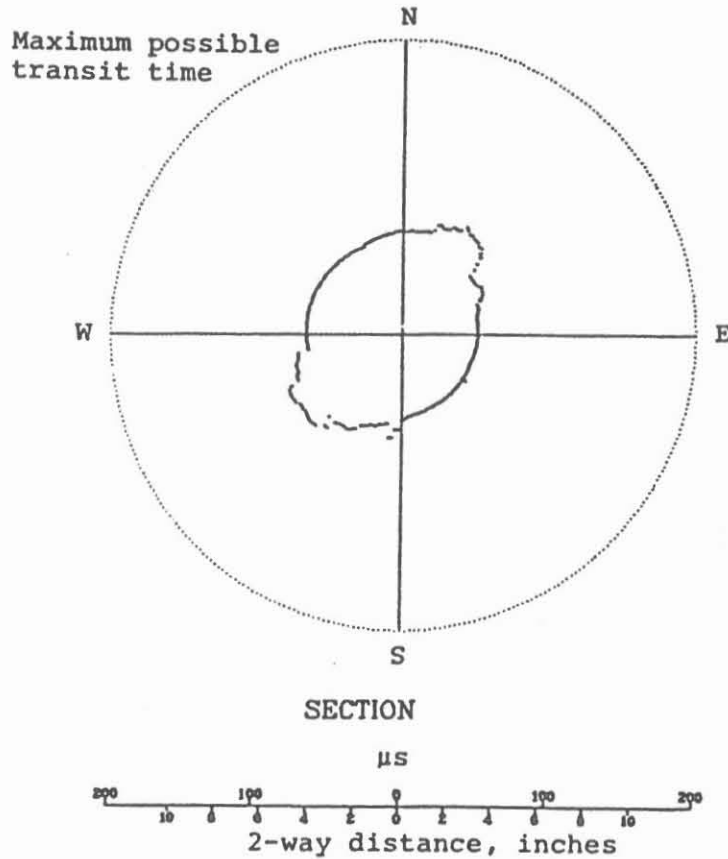


Figure 4: Two caliper sections showing extreme enlargements.

TELEVIEWER DATA

SECTION DEPTH: 1698.00M

RAW DATA



TELEVIEWER DATA

SECTION DEPTH: 1702.00M

RAW DATA

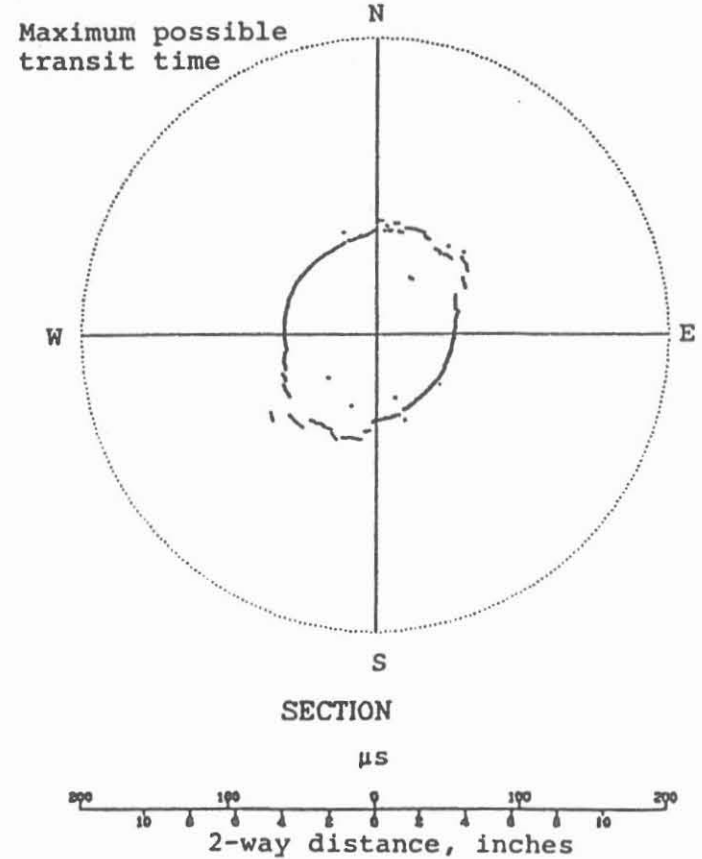


Figure 5: Two borehole cross sections from transit time of Borehole Televiewer demonstrating enlargements.

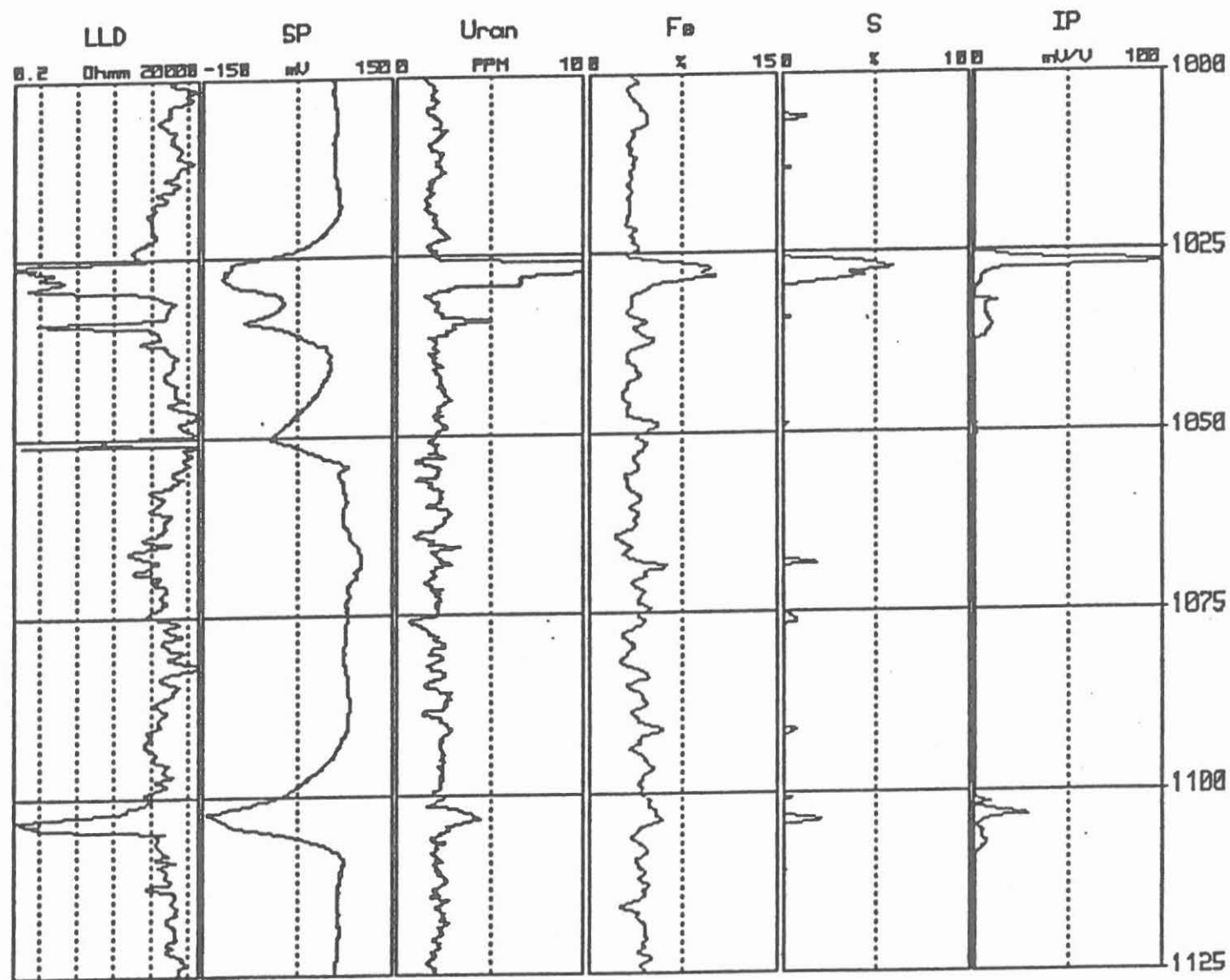


Figure 6: Graphite and Pyrite bearing zones detected by means of Dual Laterolog Deep (LLD), Spontaneous Potential (SP), GLT Geochemical Log and Induced Polarisation (IP).

(4) Open and/or closed fractures (b)

Another possibility is given by using the results of Acoustic Borehole Televiwer (BHTV), the Formation MicroScanner Tool (FMST), and the Sonic Digital Tool (SDT).

The BHTV measures the reflectivity of the borehole wall with the rotating scanning device. Open fractures show strong absorption of the acoustic amplitude and closed or healed fractures for most of the time, even better acoustic reflections than the surrounding formation. Main advantage of the BHTV is the recording of the complete circumference of the borehole. The drawback is that the measuring system reacts very strongly when the borehole is caved. A total loss of reflected signal is the result.

The FMST records multiple resistivity traces from the borehole wall over two - and since several months - four sections, each 10 cm wide and at an 90° angle from each other. These traces are either presented as resistivity "ribbon" or via computer image processing as resistivity "picture" of the borehole wall. Open fractures show low resistivities, as they are filled with mud. Closed or healed fractures show high resistivities. The pads carrying the electrodes are mounted on caliper arms making this tool therefore insensitive to variations in hole diameter. The deficiency of the FMST is that for example with the 4-pad tool only 52 % of the borehole circumference are covered in a 6" borehole.

Both tools, BHTV and FMST have magnetic north orientation, but only the FMST has hole deviation sensing equipment. From both tools dip and strike of fractures can be computed.

With the SDT the Stoneley wave (tube wave) can be evaluated via the time coherence function. Open fractures affect the tube waves strongly. Computing the Normalized Deflected Energies (NDE) from the Stoneley wave we have a third method for fracture or fracture system evaluation.

All three logging principles contribute valuable information to the complex problem of fracture detection; see Figs. 7, 8, and 9.

(5) Post Orientation of Cores

The mechanical orientation of cores during the drilling is difficult, expensive and in most cases non-reliable. Therefore, the post-orientation of cores has a high priority. Details are given in the Appendix, Poster 4.

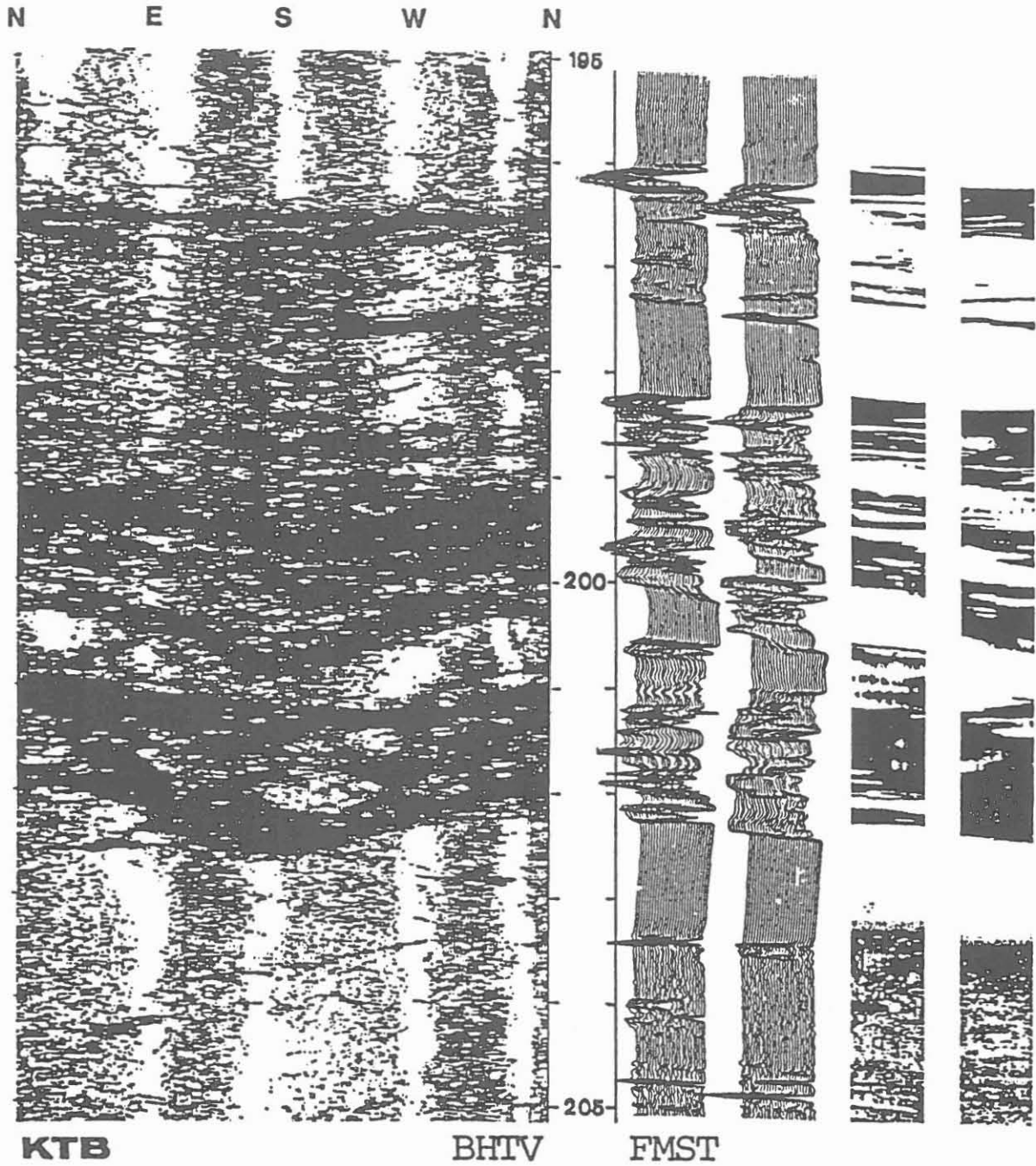


Figure 7: Borehole Televiewer (BHTV) and Formation MicroScanner Tool (FMST) records showing open fractures due to the low resistivity of FMST.

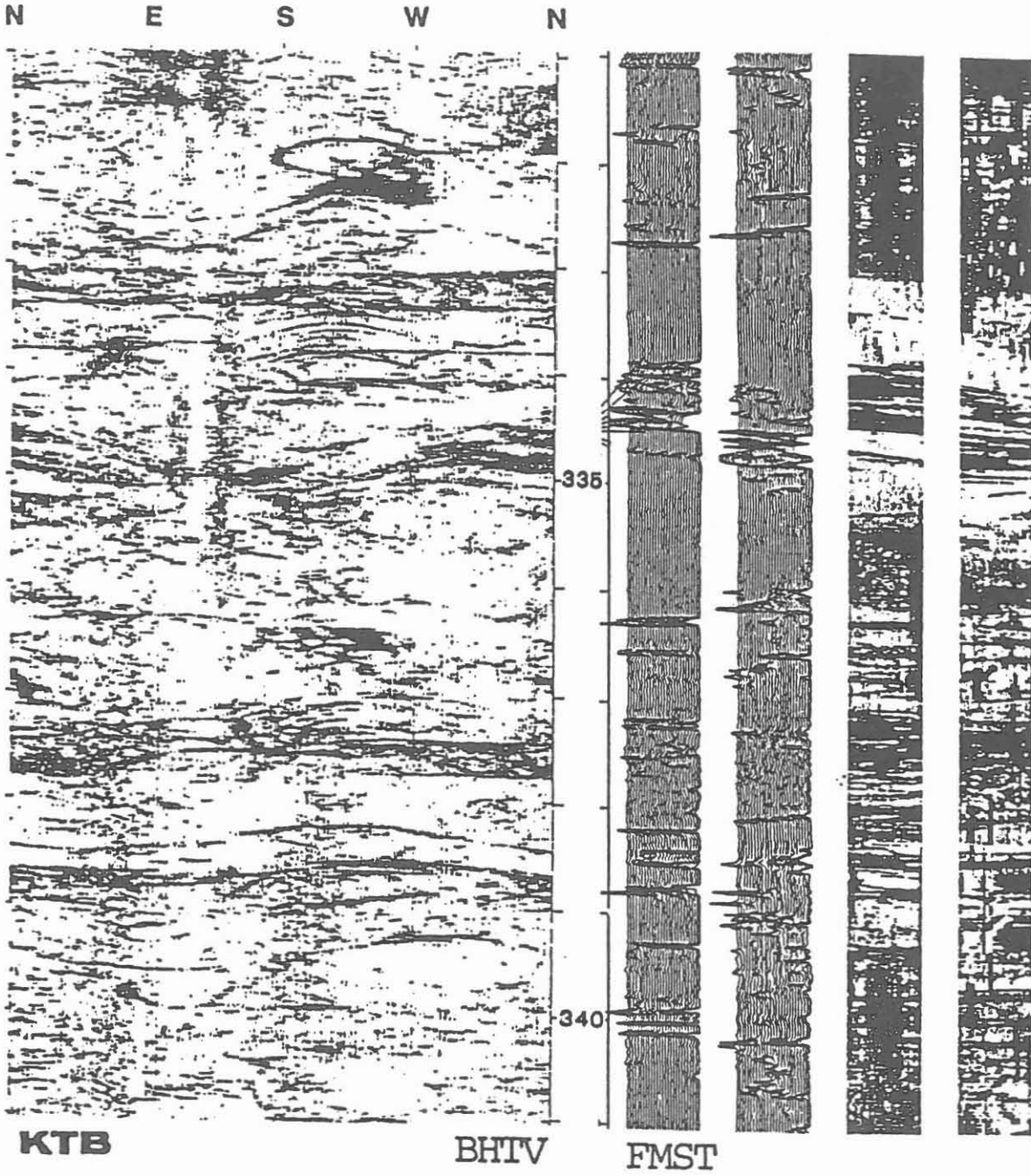


Figure 8: Borehole Televiewer (BHTV) and Formation MicroScanner Tool (FMST) records showing no significant fractures.

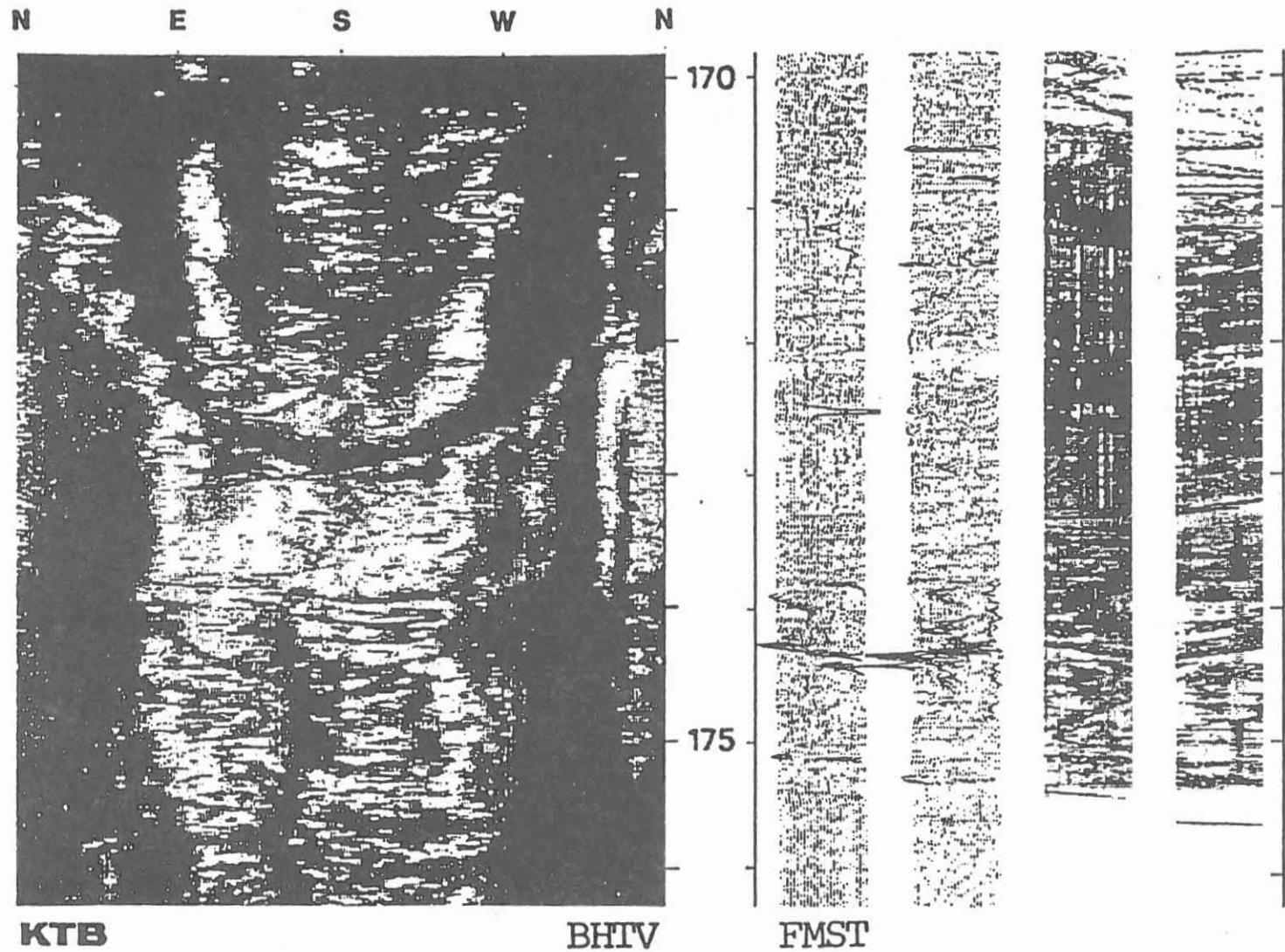


Figure 9: Borehole Televiewer (BHTV) showing a fracture at about 172.5 m depth. The Formation MicroScanner (FMST) gives no information at that depth. Therefore, a 'closed fracture' must be assumed.

(6) Geochemical Logging

Geochemical logging was developed for the oil industry by Schlumberger Well Services, and has now become an independent factor for the scientific evaluation of crystalline rocks. The geochemical logging tool is a composition of Natural and Induced Gamma Ray Spectrometry Tool, Compensated Neutron Tool, Aluminium Clay Tool, and Litho-Density Tool; see Appendix, Poster 3. The core data are from the Field Laboratory.

The tool measures 10 elements: Al, Ca, Fe, K, Gd, S, Si, Th, Ti and U and the microscopic cross section sigma. The element-to-mineral transformation is made by a factor analysis and of course, by calibration with core data (HERRON, 1983). Furthermore, the transformation is also based on the fact that only several mineral groups account for 97.5% of sedimentary rock (KRYNINE, 1948): quartz (31.5 %), carbonates (20.0 %), micas and chlorite (19.0 %), chalcedony (9.0 %), feldspars (7.5 %), clay minerals (7.5 %), iron oxides (4.0 %), and others (2.0 %). At present, only oxides have been determined for KTB, see Poster 3; but later on calculations also for other minerals will be carried out.

The heat generation H in μWm^{-3} can directly be calculated by the well-known formula (Rybach, 1988):

$$H = 10^{-5} \rho (9.52 c_U + 2.56 c_{Th} + 3.48 c_K)$$

where

$$\begin{aligned} \rho &= \text{density, kg m}^{-3} \\ c_U, c_{Th} &= \text{parts per million of uranium and thorium} \\ c_K &= \text{percentage of potassium.} \end{aligned}$$

The results are shown in Fig. 10.

The next step will be to calculate also the thermal conductivity by well-known formulas directly from the mineral components.

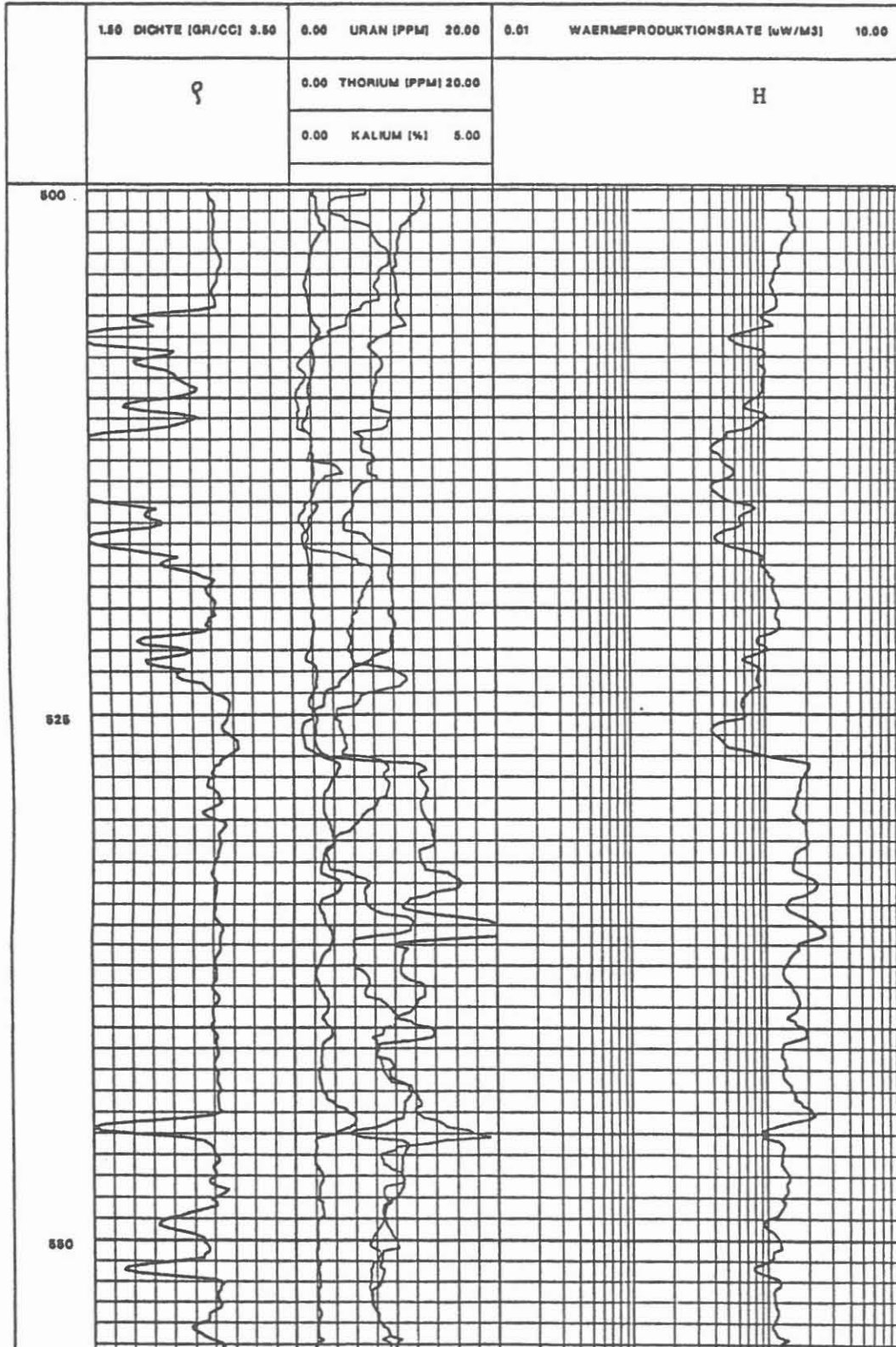


Figure 10: Logging data of density (ρ), uranium, thorium, and potassium as well as the calculated heat generation H.

4.2. ATTEMPT OF INTERPRETATION

By now, 2800 m have been drilled. Cores and sampling data as well as 2200 m of logging records are available. A first attempt is made to integrate these information into the crustal model designed for the KTB borehole location, but applying a $\Delta z > 100$ m scale only.

(1) Presently discussed crust model

Fig. 11 shows a simplified geological profile through the KTB location (KTB Report 88-1, Fig. 1), which is mainly based on seismic results (DEKORP Research Group, 1988). Fig. 12 is a refined version of the DEKORP results (SCHMOLL et al. 1988, Fig. 36). The thickness of the so-called Erbendorf-Body (EB) has been reduced.

In Fig. 13, on the left, the new DEKORP results are repeated incorporating the magnetic body found by PUCHER (1986). The velocity-depth function for the KTB borehole location is presented in the middle of Fig. 13. The solid line represents the results from the wide-angle reflection survey (DEKORP, 1988, Fig. 45) and the dashed line the results from reflection survey (SCHMOLL et al. 1988, Fig. 55). The velocity values represent the wide-angle reflection results. From borehole measurements and cores the dip of the foliation of the lithological units and fracture systems ranges between $70^\circ - 90^\circ$ to a depth of 2000 m and $50^\circ - 70^\circ$ below 2000 m. This corresponds with the predictions given by the reflection elements within the zone of Erbendorf-Vohenstrauß (ZEV) on the seismic section.

On the right of Fig. 13 the values of electric resistivity soundings from surface measurements below the KTB borehole location (GEOMETRA, Fig. 5.21) are given. Neglecting details, the following can be seen: The upper region with $100 - 200 \Omega \text{ m}$ corresponds to the revised seismic interpretation (dashed line of velocity-depth function). The second interval with $100 - 200 \text{ m}$ at $11.5 - 14 \text{ km}$ depth corresponds to the older version with the high velocity zone (solid line of velocity-depth function). With the zone of high conductivity ($R > 50 \Omega \text{ m}$) only a weak correlation with the seismic profile can be established.

The already recorded borehole data (cores, logs, etc.) allow a more detailed interpretation. Taking in consideration that the dip of the lithological units is high, and all seismic profiles come from seismic lines recorded at a certain distance away from the KTB-location (about 400 m), certain differences are possible.

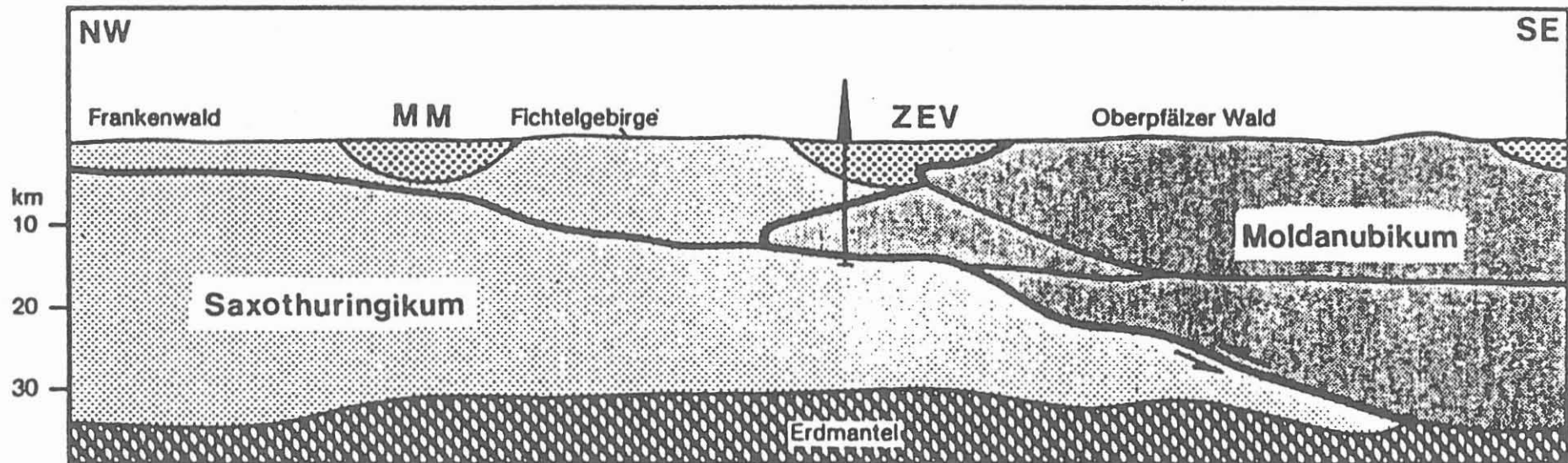


Figure 11: Simplified schematic geological profile for the KTB location Oberpfalz;
 MM = Münchberger Gneiss, ZEV = Zone of Erbendorf-Vohenstrauß.

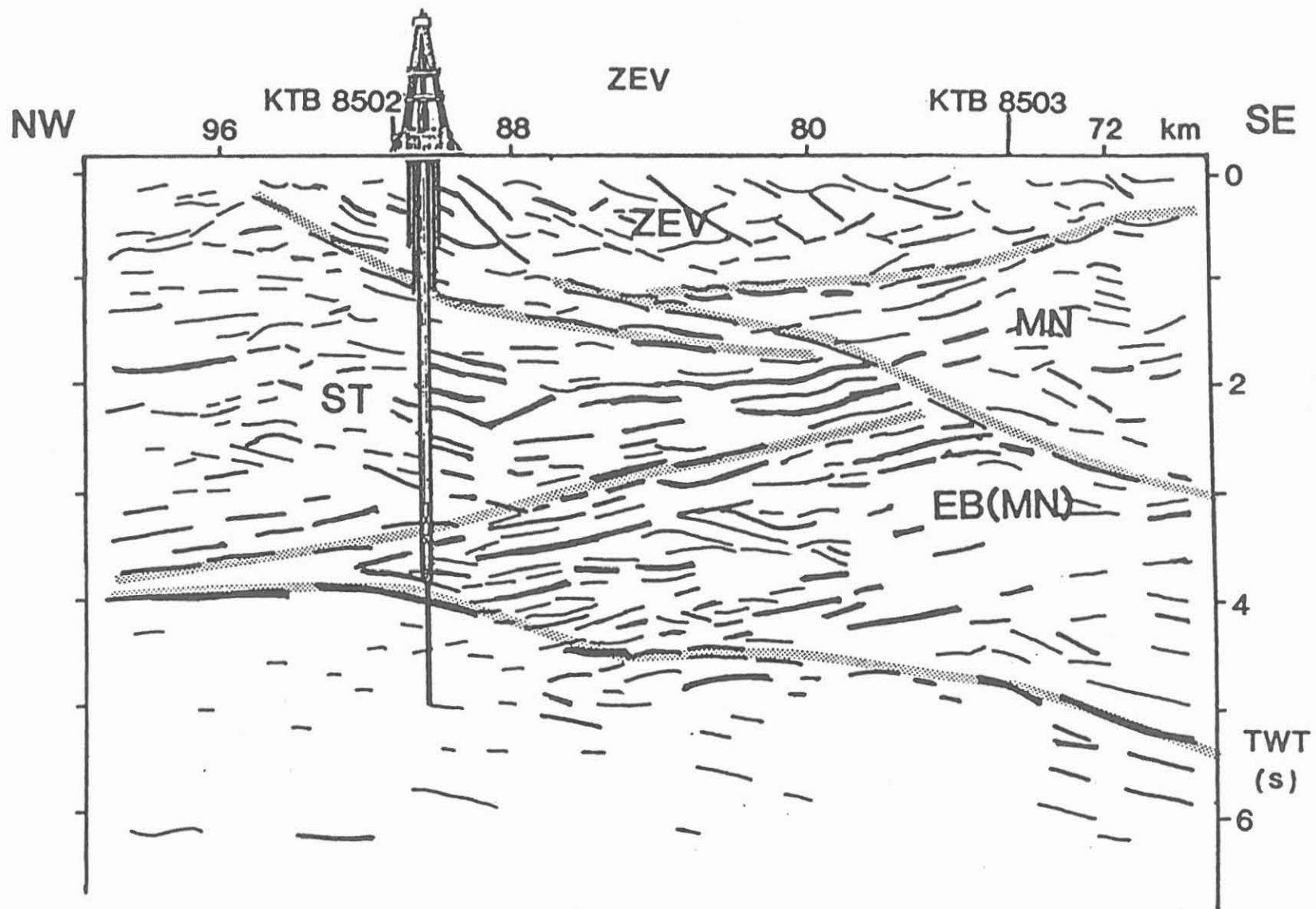


Figure 12: Central part of the line-drawing DEKORP 4 with structural interpretation;
 ST = Saxothuringicum, MN = Moldanubicum, ZEV = Zone of Erbendorf-Vohenstrauß,
 EB = Erbendorf Body.

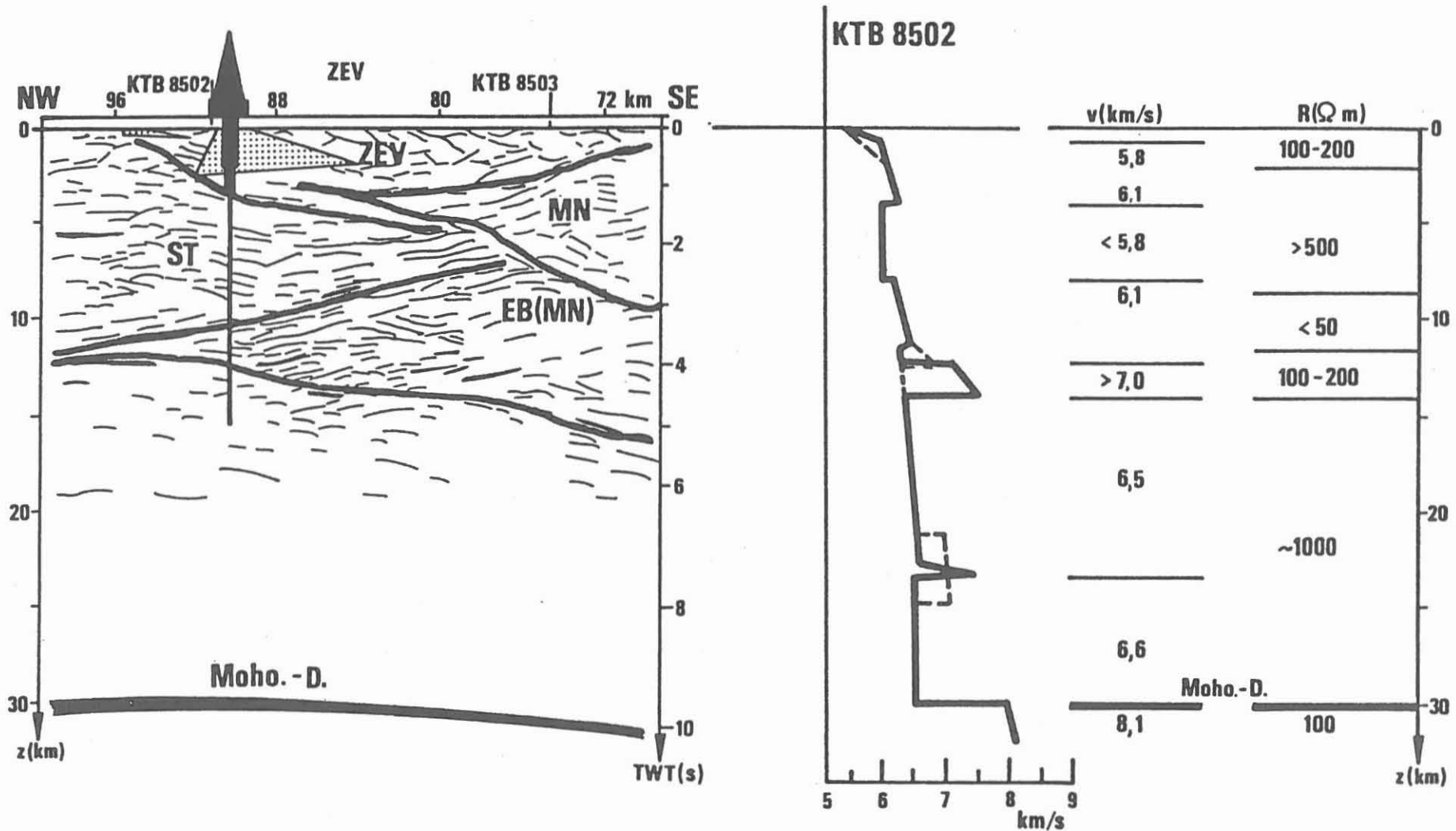


Figure 13: On the left repetition of Fig. 12, and on the right the V_p velocity and the electrical resistivity R below the borehole.

(2) Borehole Measurements - Present Status

The latest series of borehole measurements was made at 2200 m depth; further down only temperature- and borehole geometry logs are available.

On Fig. 14 the basic information is the lithological profile representing units with $\Delta z > 100$ m only (KTB Report 88-1, 88-2), and both seismic reflectors from Fig. 13 at about 1 km and 4 km depth as well as the estimated temperatures (hatched area) including the expected minimum and maximum values (dashed lines) after BURKHARD et al. (1986). The borehole section which had to be cemented after an unsuccessful fishing operation is also indicated.

Additional mean values given on Fig. 14 are: electric resistivity R , seismic velocity V_p , density ρ , heat production rate H , magnetization I , the amplitude of magnetic vertical intensity ΔZ , and the actual temperature depth function. The actual measured temperature depth function is based on 6 non-corrected values from the pilot borehole. The actual recorded temperature is greater than the expected maximum temperature, but it is in a good agreement with the map of temperature at 5 km depth (GRUBBE et al., 1983) as shown in Figure 15.

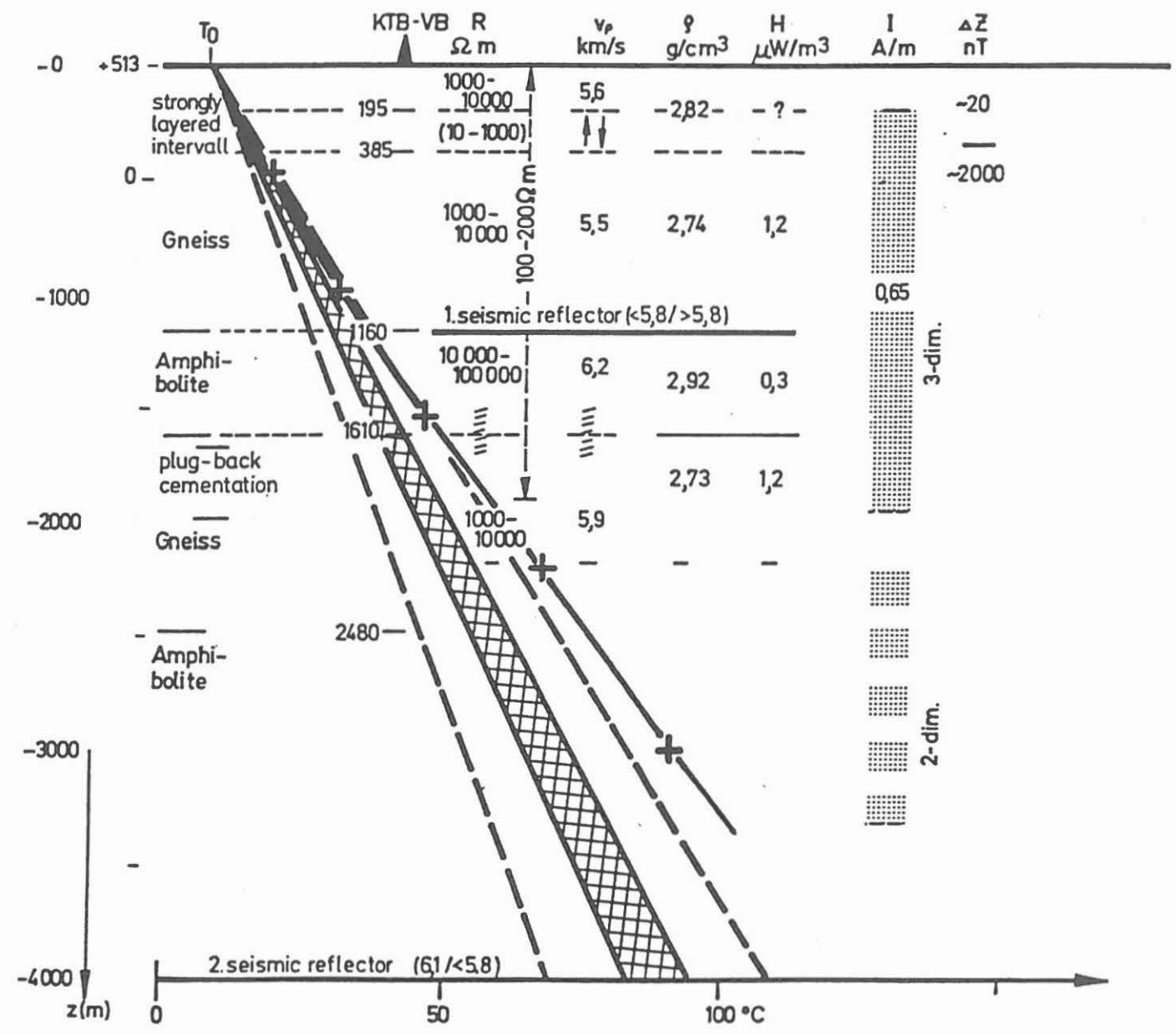
The top interval from 27 - 385 m shows a sequence of different lithologies, strongly altered, therefore unstable, creating breakouts and thereby reducing log quality. This zone will only be discussed in general terms for the time being.

The vertical magnetic intensity ΔZ indicates around a depth of 335 m a change in response. BOSUM et al. (1988) attribute this to different magnetic minerals in the rocks - above 335 m magnetite and below pyrrhotine. This has been confirmed by cores.

At 1160 m depth the lithology changes from gneisses to amphibolite, which is also shown by H , ρ , V , and R . The lower boundary of the amphibolite is clearly indicated by H and ρ , whereas V and R decrease continuously. The upper boundary is obviously identical to the 1. seismic reflector of Fig. 13 (solid line). A direct correlation has to be considered with care due to the highly dipping lithology. The first results from geophone surveys (0 - 480 m) and vertical seismic profiling (480 - 2200 m) indicate neither the upper and lower boundary of the amphibolite boundary nor the 2. reflector at 4 km depth from the reflection seismic profile.

The 3-dimensional magnetic boundary (Fig. 13) correlates roughly with the low resistivity region of 100 - 200 Ω m from the surface-electromagnetic measurements - down to about 2000 meters depth.

Figure 14: Logging results compared with other information.



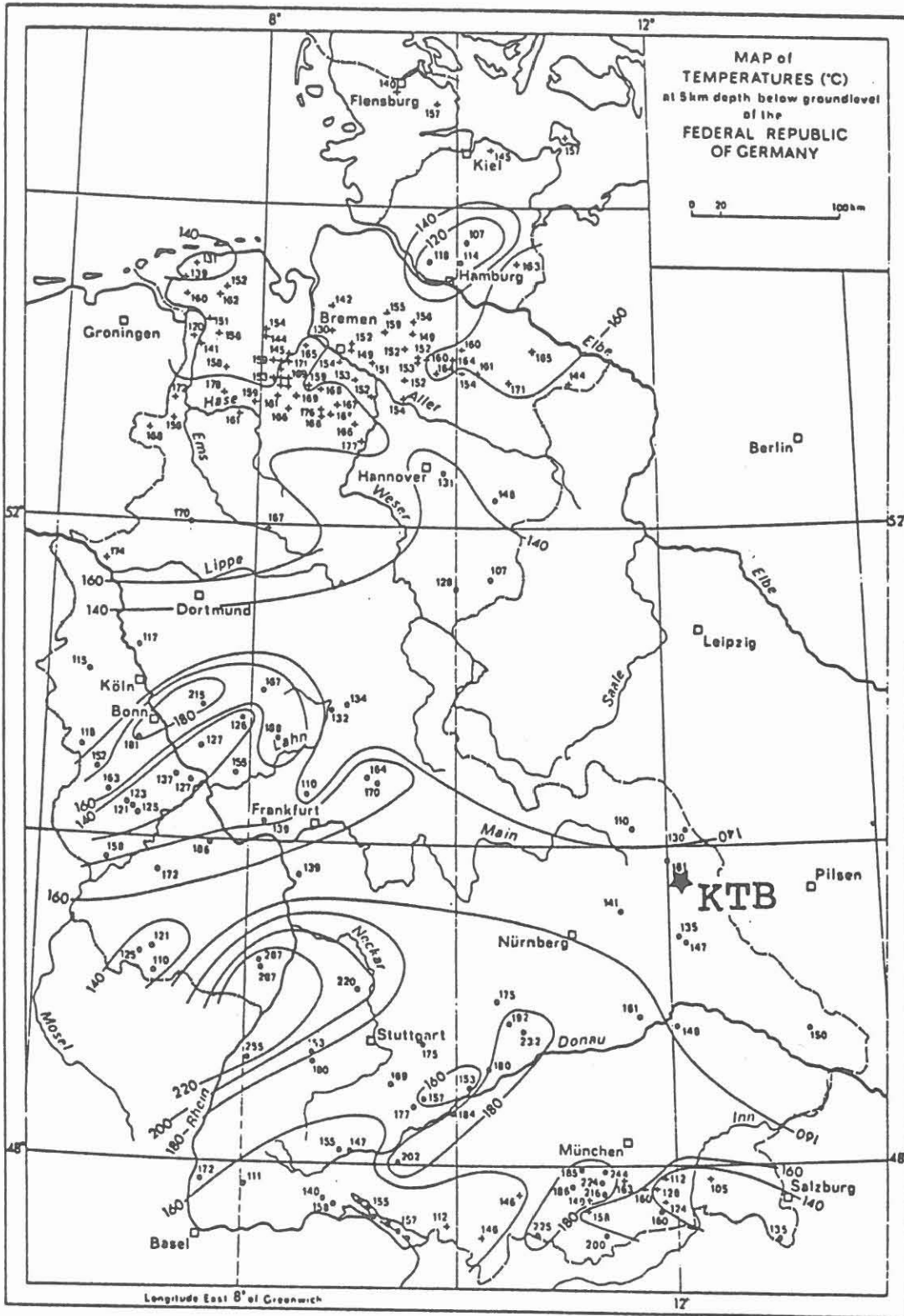


Figure 15: Temperature distribution at 5 km depth.

Due to the high resolution of electrical borehole measurements, the values are much higher than from surface measurements, recorded by means of electromagnetic methods. Layers of high conductivity - graphite, ores - are dominating in the surface measurements and reduce the overall resistivity if integrated over zones of $\Delta z > 100$ m. Combining both methods, a model of parallel resistivities can be constructed for the first 2200 m of formations. In Fig. 16 are shown the depth sections having $R < 1$, $R < 10$, $R < 100$, and $R < 500 \Omega \text{ m}$. Considering also the dip of the lithology it follows:

Limit of resistivity ($\Omega \text{ m}$)	Range ($\Omega \text{ m}$)	Mean value ($\Omega \text{ m}$)	Corresponding total depth section (%)
$R > 500$	500- 100000	50000 = R_1	$a_1 = 92.5$
$R < 500$	500 - 100	300 = R_2	$a_2 = 4.7$
$R < 100$	100 - 10	55 = R_3	$a_3 = 1.7$
$R < 10$	10 - 1	5.5 = R_4	$a_4 = 0.9$
$R < 1$	1 - 0.1	0.55 = R_5	$a_5 = 0.22$

The parallel resistivity R_p can be estimated by means of ($a = 100$):

$$a/R_p = a_1/R_1 + a_2/R_2 + a_3/R_3 + a_4/R_4 + a_5/R_5$$

which amounts to

$$R_p \approx 160 \text{ m},$$

and which is in good agreement with the measured value $R_p = 100 - 200 \Omega \text{ m}$ from the surface.

The Dual Induction Log (DIL), which works reliable only up to about $100 \Omega \text{ m}$, has shown surprisingly good data in the crystalline pilot borehole. The similar calculated R_p value amounts to about $110 \Omega \text{ m}$. This is again in a good agreement with the surface measurements, and this is also the reason why the DIL worked so well.

The density of the ZEV₋₃ determined by surface gravity measurements, is 2.80 g cm^{-3} (PLAUMANN & PUCHER, 1986, Fig. 36). This value corresponds very well with the mean value of 2.80 g cm^{-3} from borehole measurements.

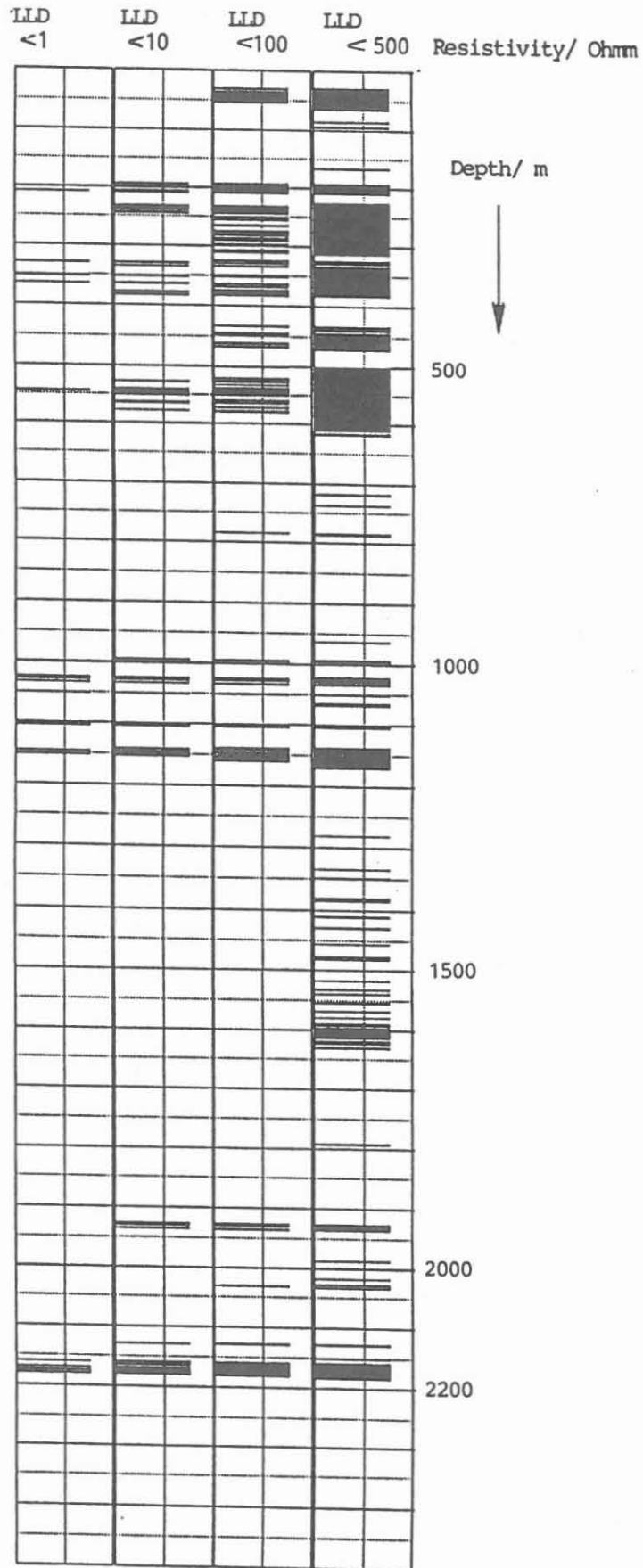


Figure 16: Resistivity distribution for $R < 1, 10, 100$ and $500 \Omega m$ from the Dual Laterolog; LLD=Laterolog Deep.

REFERENCES

- Bosum, W., Hahn, A., Geipel, H. & Rolf C. (1988): Bericht über magnetische Messungen in der Bohrung KTB-VB Oberpfalz mit Hilfe eines 3-Komponenten Bohrlochmagnetometers und gesteinsmagnetische Untersuchungen. - NLfB, Hannover, Archiv-Nr. 103 533, 37 S.
- Burkhardt, H., Honarmand, H. & Wägerle, P. (1986): Geothermie. - 2. KTB-Kolloquium, Seeheim (Odenwald) 19.9. - 21. 9.1986, 150 - 160.
- DFG (1981): Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland. - Kommission für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsforschung, Mitteilung XI, Bonn, 70 p.
- DEKORP Research Group (1988): Contributors: Bortfeld, R. K., Keller, F., Sieron, B., Söllner, W., Stiller, M., Thomas, R., Franke, W., Weber, K., Vollbrecht, A., Heinrichs, T., Dürbaum, H.-J., Reichert, C., Schmoll, J., Dohr, G., Gebrande, H., Bopp, M., Neurieder, P. & Schmidt, T.: Results of the DEKORP 4/KTB Oberpfalz deep seismic reflection investigations. - J. Geophys., 62, 69 - 101.
- Devay, L. & Hänel, R. (1983 a): Tätigkeitsbericht der Arbeitsgemeinschaft Bohrlochmessungen (ARGE 2). - BGR/NLfB, Hannover, Archiv-Nr. 94 671, 59 S.
- Devay, L., Fries, A. P. & Hänel, R. (1983 b): Tätigkeitsbericht der Arbeitsgemeinschaft Bohrlochmessungen (ARGE 2), Bericht 2. - BGR/NLfB, Hannover, Archiv-Nr. 95 173, 174 S.
- Emmermann, R. (1986): Das deutsche kontinentale Tiefbohrprogramm. - In: Geowissenschaften in unserer Zeit, 4. Jahrg., Nr. 1, VCH Verlagsgesellschaft mbH., D-6940 Weinheim p. 19 - 33.
- FKPE (1986): Geophysikalische Schlüsselexperimente in der KTB. - Forschungskolloquium Physik des Erdkörpers, Universität Bochum, Geophysics, 98 p.
- GEOMETRA (1988): Ergebnisse geowissenschaftlicher Umfelduntersuchungen. Elektromagnetischen Tiefensondierungen 1987. - KTB-Report 88-3, Hannover, 195 S.
- Grubbe, K., Hänel, R., Jobst, St., Reichert, Ch. & Zoth, G. (1983). Forschungsvorhaben: Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes, Teilprojekt Geothermik. Schlußbericht. - BGR/NLfB, Hannover, Archiv-Nr. 93 273, 50 S.

- Hänel, R. (1986): Logging Strategy for the KTB (Seeheim, Sept. 19 - 21, 1986). - BGR/NLFB Archives No 100 042, 22 p.
- Hänel, R. (1987): Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 2) Arbeitsprogramm KTB-Bohrlochgeophysik sowie Bohrlochmeßprogramm KTB-Oberpfalz VB (1.9.1987). - KTB-Report 87-3, Hannover, 203 S.
- Hänel, R. & Draxler, J. K. (1988): The logging strategy for the Continental Deep Drilling Programme of the Federal Republic of Germany. - Deep Drilling in Crystalline Bedrock (Eds. A. Bodén & K. G. Eriksson), Springer Verlag, Vol. 2, p. 428 - 443.
- Herron, M. M. (1983): In: The emergence of geochemical well logging. - The Technical Review, A Schlumberger Publication, April 1987, p. 27 - 35.
- Kessels, W. (1987): Installation eines Deep Earth Observatoriums Vorbohrung (DEO-V) in der KTB-Vorbohrung, Projektvorschlag. - BGR/NLFB, Hannover, Archiv-Nr. 101 873, 9 S.
- Krynine, P. D. (1948): The megascopic study and field classification of sedimentary rocks. - J. of Geology, 56, p. 130 - 165.
- Plaumann, S. & Pucher R. (1986): Gravimetrie - 2. KTB-Kolloquium, Seeheim (Odenwald) 19.9. - 21.9.1986, 65 - 70.
- Pucher, R. (1986): Interpretation der magnetischen Anomalie von Erbdorf (Oberpfalz) und dazugehörige gesteinsmagnetische Untersuchungen. - Geol. Jb. E 33, Hannover, 31 - 52.
- Rybach, L. (1988): Determination of heat production rate. - In: Handbook of Terrestrial Heat-Flow Density Determination (Eds. R. Haenel, L. Rybach and L. Stegena), D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht, p. 125 - 142.
- Schmoll, J., Bittner, R., Dürbaum, H.-J., Heinrichs, T., Meißner, R., Reichert, C., Rühl, Th. & Wiederhold, H.: Oberpfalz Deep Seismic Reflection Survey and Velocity Studies. - Submitted for publication, 1988.

APPENDIX

Poster 1: Objectives, Realisation of
borehole measurements

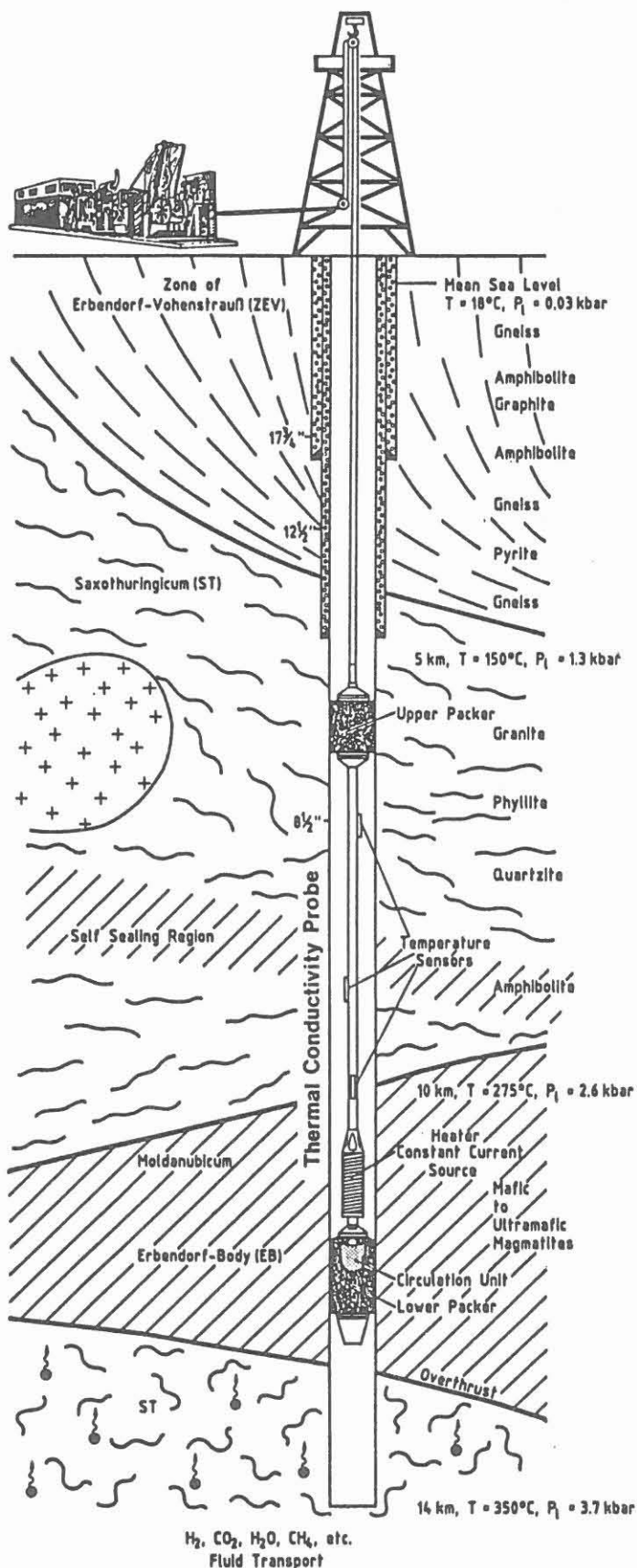
Poster 2: Research and development projects
for borehole geophysics

Poster 3: Results of borehole geophysics;
Example 1: Geochemical Logging

Poster 4: Results of borehole geophysics;
Example 2: Procedure of
post-orientation of cores.

KTB BOREHOLE MEASUREMENTS

OBJECTIVES, REALISATION



H₂, CO₂, H₂O, CH₄, etc.
Fluid Transport

Thermal Conductivity Probe (TU Berlin)

Main Task

Realisation of geoscientific objectives to measurable physical rock parameters, chemical elements, mineral components, fluids, heat and mass transport as well as physical field parameters.

Strategy:

A - Equipment

- Classification of logging equipment with regard to temperature and pressure limitation
- Examination of methods which have been developed for sedimentary rocks to ascertain whether they can also be applied to crystalline rocks with possible improvements
- Design and construction of new speciality equipment, upgrading of existing tools

B - Measuring Concept

- Permanently skid-mounted unit linked with a computer centre at the drilling site
- Conventional measurements during drilling
- Geophysical Key Projects during and after drilling
- Deep Earth Laboratory after well completion

Realisation:

A - Equipment

Working groups have been established for research and development.

B - Measuring Concept

Conventional measurements will be carried out in accordance with the recommended priority list, describing the:

- Thermodynamic state of the earth's crust by means of temperature and pressure measurements
- Pore fluids and flow regimes by means of porosity and permeability measurements, e.g. Drill-Stem-Tests, nuclear and acoustic methods
- Structural and textural configuration by means of the acoustic televiwer and formation micro-scanner[®]
- Drilling prognostication by means of vertical seismic profiling
- Borehole stability

Geophysical Key Projects which necessitate measurements in an ultradeep borehole, such as:

- Seismics, multi-offset Vertical-Seismic Profiling for the investigation of crustal anisotropy and absorption - 3-D seismic recording
- Geothermics, influence of palaeoclimate temperature on the actual temperature field and heat-flow density
- Transient electromagnetics, probing the upper crust's conductivity by moving current systems
- Gravitation constant, confirmation of depth dependency

Deep Earth Laboratory in the available completed ultradeep borehole:

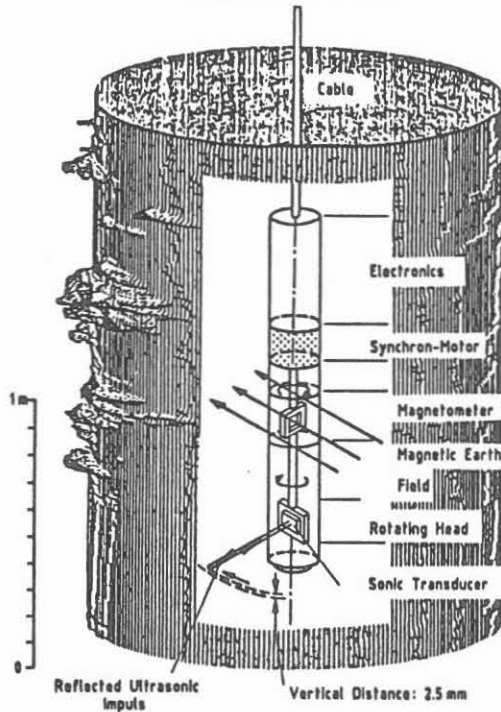
- Time-consuming measurements, which otherwise could require costly stand by time of the drilling rig, e.g. magnetotelluric measurements, fluid influx, etc.
- Long-term observations of transient phenomena e.g. earthquakes, microseismicity, rock stress and deformation

• Trademark Schlumberger

KTB BOREHOLE MEASUREMENTS

RESEARCH AND DEVELOPMENT

Acoustic Borehole Televiwer
Principle of standard version:



To solve the expected problems more than 35 projects are in progress covering 4 targets.

Fundamentals

Objectives:

Systematic approach to crystalline environment, such as e.g.:

- Porosity, permeability (Univ. of Clausthal)
Theoretical consideration of the factors influencing the change of porosity and permeability of crystalline rocks.
Status: The work is in progress.
- Induced Polarisation (MLFB, Hannover)
Investigation of ways to determine the permeability from induced polarisation.
Status: Preliminary study.
- High pressure Permeometer/Porosimeter (Univ. of Clausthal)
To measure porosity, permeability, Kinckenberg and Forchheimer Constant and to evaluate the upper limit of Darcy velocity of crystalline rocks.
Status: Equipment built and ready for first measurements.

Core Measurements

Objectives:

Determination of petrophysical data under simulated in situ conditions for calibrating logging data, correlation with chemical and modal compositions, interpolation to large scale units and intrinsic characteristics, such as e.g.:

- Acoustic velocity (Univ. of Kiel)
 V_p and V_s under P- and T-conditions. Estimation of stress field using shear wave splitting.
Status: Results are already available.
- Magnetic parameter (Univ. of Bayreuth)
Coercitive force, permanent saturation value, max. susceptibility, paramagnetic susceptibility, Rayleigh constant.
Status: Experience from Laboratory, preparation of KTB core measurement.

Interpretation

Objectives:

Study of new and existing methods to crystalline environment, such as e.g.:

- Facilog[®] (Univ. of Aachen)
Development of a lithological borehole profile from logging and geological data.
Status: Results from pilot borehole are available.
- Porosity, permeability (Tech. Univ. of Berlin)
from logging data and use of statistical methods.
Status: Preparation of basic work.
- Thermal Flowmeter (MLFB, Hannover)
Determination of smallest yields of production/injection tests from temperature measurements with high-sensitivity and low-time-constant tool.
Status: Method has been field-tested, improvement of theory.

Tool Development

Objectives:

Development and improvement of tools up to about 300°C with regard to the scientific objectives, such as e.g.:

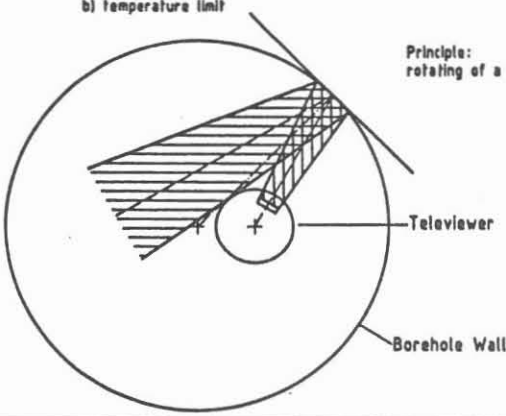
- Acoustic Televiwer (Westf. Berggewerkschaftskasse, Bochum)
 - (1) Adaption of existing tool for high temperatures
 - (2) New sequentially switched multisensor tool for high logging speeds
 - (3) Sophisticated interpretative package for (1) and (2).
 Status: (1) already working up to 240°C, (2) and (3) in development.
- Thermal conductivity tool (Tech. Univ. of Berlin)
Determination of thermal conductivities by heating within packer-isolated section of the borehole and monitoring the temperature rise.
Status: Upgrading of prototype tool for 5 km depth.
- Triaxial borehole magnetometer (Univ. of Braunschweig)
High sensitivity (0.1 nT) low-noise fluxgate magnetometer equipped with toroidal sensors.
Status: Prototype sensor has been tested up to 300°C.
- Borehole susceptibilitymeter (Univ. of Munich)
To determine rock susceptibilities in situ by sensing the impedance coupling of a solenoid pair.
Status: Improvement of prototype tool from 125°C to 200-300°C.

Main Problems:

- a) decentralisation of televiwer (or non-circular borehole)
- b) temperature limit

Present Status

Principle:
rotating of a single sensor

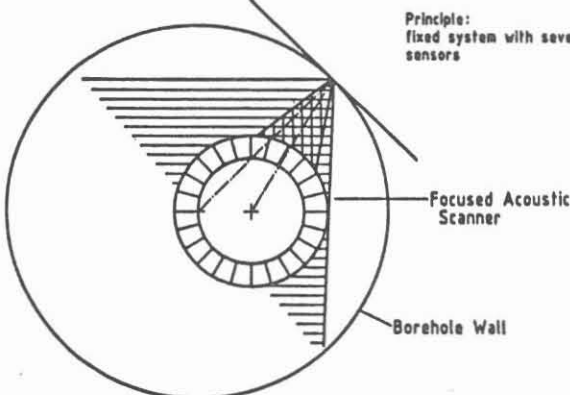


Objectives of Research:

- a) introducing a self-focusing system
- b) upgrading of temperature limit

Under Development

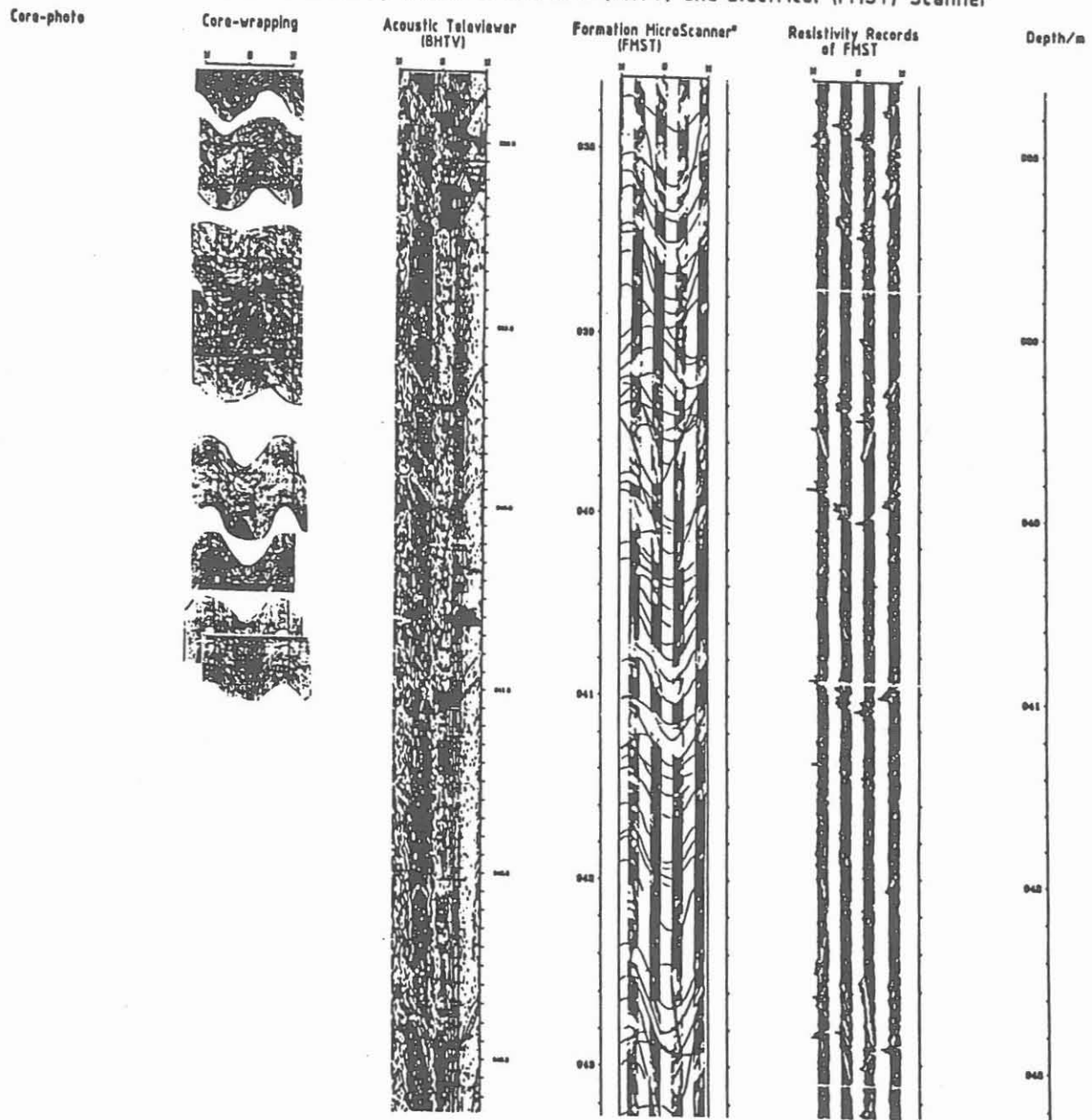
Principle:
fixed system with several sensors



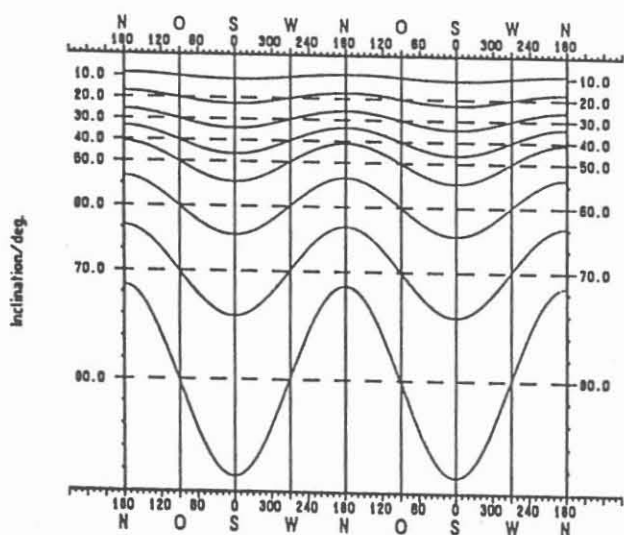
KTB BOREHOLE MEASUREMENTS

RESULTS, EXAMPLE 2

Post-orientation of cores by means of Acoustic (BHTV) and Electrical (FMST) Scanner



Inclination chart for BHTV + FMST



Working steps:

- Depth correlation of core and core-wrapping with BHTV and FMST
- Visual search for comparable structures (fractures, texture, foliation).
- Determination of dip magnitude and azimuth of sinusoidal curves on BHTV, FMST, core wrappings and comparison of results with actual measurements on cores.
BHTV and FMST are equipped with magnetic north orientation. Cores and core wrapping are marked with reference line.
- Adjustment of core reference line versus north orientation.
- Computation of true dip and strike by correction for borehole deviation and orientation.
- In development: fully integrated correlation system for interactive operation on computer workstation.

® Trademark Schlumberger

**8.6 The Continental Deep Drilling Programme of the Federal
Republic of Germany (KTB)
- First Logging and Evaluation Results -**

J. Draxler, Geological Survey of Lower Saxony, Hannover
R. Hänel, Geological Survey of Lower Saxony, Hannover

(Report presented at Schlumberger-Doll Research, Ridgefield
USA, Geochemical Logging Symposium, Sept. 28 - 30, 1988)

Abstract

The Continental Deep Drilling Programme (KTB), a geoscientific research project, sponsored and funded by the government of the Federal Republic of Germany, became operational September 22nd 1987 by spudding the pilot well in the northeastern part of Bavaria. The programme calls for drilling a pilot well to a depth of 5 000 m and a superdeep well of 12 000 to 14 000 m from a location which has already Proterozoic/Lower Palaeozoic metamorphic rocks on surface. To drill a superdeep well at the suture zone of the European and African plate will provide data to the scientists to study the evolution of earth. The pilot well is drilled using "mining technique" to allow continuous core recovery. At present, the well has reached a depth of more than 3 000 m with about 2 500 m of cores ready to be analysed. An extensive logging programme has been designed to complete the data set required by the scientific community. Five intermediate logging runs have so far recorded information far beyond prediction.

The Borehole Televiewer (BHTV) and Formation MicroScanner (FMST) - the 4-pad prototype used for the first time - give an excellent picture from the steeply dipping (60 - 85°) texture, structure, foliation, and fracture system of the formation and are used for core post-orientation.

Extreme resistivity contrasts seen on Dual Laterolog (DLL) and Phasor Induction (P-DIL), large deflection on Self Potential (SP) and Uranium (URAN), and strong signals on Induced Polarisation (IP) measurements indicate zones of graphite and hydrothermal mineralization.

The Geochemical Logging Tool (GLT) - originally on the logging programme for a test interval of 1 000 m only - combined with the Litho-Density Tool (LDT) and Compensated Neutron Log (CNL) became the most important log. Already the first record from 480 m in 10 5/8" borehole, with poor caliper, brought results to fill-in the gaps left open due to poor core recovery. Since then, the total drilled section has been logged with the geochemical string.

The elemental yields and computed weight percentages of oxides compare favourable with X-ray diffraction measurements on cuttings and centrifuge samples made at the field laboratory. Computing mineral content using a multi-mineral model for the ELAN programme surprisingly good correlation is obtained with X-ray fluorescence analysis results. A recognized difference in K_2O evaluation over the interval 480 - 990 m could be traced to a "chemical adsorption phenomenon" of the newly developed mud additive Dehydril HT.

The results presented are temporary; the final analysis and cross correlation with detailed geological, technical, and hydrological information will be done by several working groups from German universities. In addition, we hope the co-operation with Schlumberger and Lamont Doherty will generate an improved GLT-model for metamorphic rocks. The unique chance of calibrating it against kilometers of cores with different distinct lithologies must not be missed.

Introduction

The Continental Deep Drilling Programme is a geoscientific research project sponsored and funded by the government of the Federal Republic of Germany. For a period of 10 years, the total amount of 450 Million DM will be made available by the Ministry of Research and Technology.

The main scientific objectives are given by (EMMERMANN, 1986):

Investigation of the physical-chemical conditions and processes in the deep crust for a better understanding of the dynamics of intracontinental structural evolution.

To realize this geoscientific goal drilling a superdeep borehole into the outer crust becomes a necessity.

Two possible drilling sites - Black Forest and Oberpfalz - had been selected for investigation. After a one year prestudy period, the results from both sites were presented to the geoscientific community of Germany and the drilling site Oberpfalz turned out to be the geologically most promising one (Fig. 1).

At the same time the decision was made to drill first a pilot well at the same location before starting the superdeep borehole. The reason behind being strictly directed towards obtaining optimal geological, structural, mineralogical, and technical information. This pilot well was spudded on September 22nd 1987 near Windischeschenbach/Oberpfalz in the northeastern part of Bavaria, about 45 km (28 miles) southeast of the city Bayreuth.

Presently the well is coring below 3 000 m (9 840 ft).

Geology:

Regional geological and seismic information indicate that the drilling location is located near the western rim of the Bohemian massif and on the borderline between the Moldanubian and Saxothuringian zones of the Variscan arc (HIRSCHMANN, 1988) representing the suture of the African with the European plate.

- Moldanubian Zone -

The Moldanubian zone has as main units the Bohemicum and Moldanubicum consisting of Proterozoic and Palaeozoic rocks. Graywackes, siltstones, shales, basaltic and spilitic volcanites and tuffs dominate the more than 8 000 m (26 250 ft) thick Upper Proterozoic of the Bohemicum while the Palaeozoic consists of about 5 000 m (16 400 ft) Cambrian to Middle Devonian formations.

Coarse clastics of molasse type with continental volcanics in the Cambrian, clastic sediments in the Ordovician, black shales in Lower Silurian and Limestones in Upper Silurian and Devonian. Folding most probably happened early Variscan.

The Moldanubicum is subdivided into the Upper Moldanubicum which has flyschoid type rocks and the Lower Moldanubicum with gneisses, graphitic rocks, meta- and ultrabasites, amphibolites, eclogites and quartzites. Within the Moldanubicum a subunit exists which has quite an importance for KTB as the drilling location is in the northern part of this so called "Erbendorf-Vohenstrauß (ZEV) Unit". Biotite gneisses with garnet, kyanite and sillimanite, graphite bearing gneisses, amphibolites with garnet and ultra basites are the prevailing rock types within the geological profile drilled so far. Secondary mineralization is manifold.

- Saxothuringian Zone -

The Saxothuringian Zone is represented by the Saxothuringicum with Proterozoic to Ordovician anticlinal and synclinal complexes of 10 000 - 12 000 m (32 800 - 39 370 ft) thickness south of the Elbe line and the Lügicum east of this line.

The eastern Proterozoic anticlinal complexes (Erzgebirge) have strong similarities with the Moldanubicum of south Bohemia while in the western part (Fichtelgebirge) such similarities are unknown. The Palaeozoic of the Erz- und Fichtelgebirge is characterized by the Thuringian facies. The Cambrian and Lower Ordovician have mainly quartzites, metapelites, with interlayers of marbles, graphitic schists and metabasites.

Upper Ordovician and Middle Devonian are composed of shales, black shales, sandstones, and limestones. The Upper Devonian is represented by intensive basaltic-spilitic volcanism, the Lower Carboniferous (Dinantian) by flyschtype formations. Main folding is again Variscan. Within the Moldanubian and Saxothuringian Zones different grades and types of metamorphism produced a wide range of different rocks. In addition, Variscan plutonism played an important role too.

Granite intrusions date to Namurian-Westphalian and Stephanian. The remarkable quartz dikes - "Bohemian-" and "Bavarian Phal" are related either to great shear faults or to a minor extend the granite intrusions.

Since Upper Carboniferous the Bohemian massif has been uplifted. All later sediments on this massif have more or less been eroded. The western limit of the massif is characterized by a fault system including a major vertical displacement of 3 000 m (9 840 ft) - the "Franconian Line". The KTB-location is about 5 km (3.1 miles) east of this major fault, but still within the associated fault system. The geological profile drilled to 3 000 m (9 840 ft) exhibits a series of different gneisses and amphibolites dipping towards SW with 60 - 85°, strongly fractured either in the same direction or at 90° to it. Several major faults have been traversed.

The profile confirms so far the crustal model constructed from seismic information (Fig. 2).

Drilling Technique

- Pilot Well -

The main objective for drilling the pilot well is to collect a maximum of data related to the local geology and hardrock drilling technique which will be beneficial for planning and drilling the superdeep test.

The decision made was to apply the "mining drilling technique" which allows continuous core recovery by wireline fullfilling the geological side of the data acquisition and testing different designs of roller core and diamond drill bits and gaining experience with the mud system when drilling crystalline rocks.

The largest mining drillstring (Longyear - CHD) available allows only to drill with a diameter of 133.4 mm (5 1/4"). The logging side within KTB insisted on a minimum holesize of 152.4 mm (6"). Therefore a new drillstring of 139.7 mm (5 1/2") was designed by Eastman Christensen and manufactured by Mannesmann. The Salzgitter drilling rig was modified and equipped with a newly constructed and built power swivel.

The newly developed double core barrel will accept a maximum length of 6 m (19.7 ft) core and houses a battery powered memory recording system for temperature, deviation and since a few weeks high side orientation. The later to be used, in connection with a wireline orientation logging tool, for oriented coring.

The pilot well has been drilled to 478.0 m (1 568 ft) with roller core bits of 269.9 mm (10 5/8") and cased with 222.3 mm (8 3/4") casings cemented till surface. After drilling out the casingshoe and additional 2.0 m (6.5 ft) with 193.7 mm (7 5/8") a protective retrieveable string of 177.8 mm (7") casing has been landed at this depth. From 480.0 m (1 574.5 ft) on the mining drilling technique with 152.4 mm (6") was used. Beginning of September 1988 the well passed the 3 000 m (9 840 ft) depth and has open hole from 480.0 m (1 574.5 ft). The final depth planned for the pilot well is 5 000 m (16 400 ft), (Fig. 3).

The course of the well KTB-Oberpfalz VB 1 has been strongly influenced by the steeply dipping formation (Fig. 4). Twice coring had to be interrupted for directional drilling to bring the hole back to near vertical direction. At 1 993.0 m (6 537 ft) the drilling string became stuck. Due to an unsuccessful fishing operation the well was plugged back to 1 640 m (5 376 ft) and deviated. The sidetracking operation was successful at 1 709 m (5 605 ft) and the name became VB 1a.

In well VB 1 from 4.0 - 1 993.0 m (7 - 6 537 ft) the total length of 1 556.6 m (5 105.6 ft) cores have been drilled. The length recovered was 1 281.0 m (4 201.7 ft) or 82.3 %. From 1 709.0 - 3 000.9 m (5 605 - 9 843 ft) in well VB 1a 1 154.7 m (3 787.4 ft) cores have been attempted and the recovery was 1 119.3 m (3 671.3 ft) or 96 %. Taking the cumulative core recovery over total cored interval the outstanding result of 88.5 % recovery could be achieved.

- Superdeep Borehole -

The superdeep borehole will be started end of 1989 at a location 200 m (656 ft) east of the pilot well. The drilling plan is still under discussion. The present concept calls for drilling in large diameter 445.5 mm (17 1/2") and 374.6 mm (14 3/4") to the depth of the pilot well in standard rotary technique, with only a few "orientation cores". Down to this depth the well will be cased with 346.0 mm (13 3/8") cemented and 298.4/244.5 mm (11 3/4 or 9 5/8") retrieveable casings. Drilling to about 10 000 m (32 800 ft) will be done in 269.9 mm (10 5/8") and continued to final depth at 14 000 m (45 920 ft) with 215.9 mm (8 1/2"), (Fig. 5). It is planned to keep the hole open as long as possible.

To realize this ambitious drilling venture a complete new drilling rig will be manufactured by a consortium of German drilling contractors (DEUTAG, DST, ITAG), oilfield equipment companies (Salzgitter, Wülfel, etc.) and major electric and electronic equipment companies (SIEMENS, AEG), incorporating several technical "firsts".

Mud System

When designing the mud system for drilling a geoscientific research borehole the requirement of providing the scientists with uncontaminated rock and fluid samples has top priority. Ideally this would mean to drill with distilled water - which is impossible. The next step is to drill with a mud having a minimum of well controlled and clearly known additives. This has been achieved by the use of a new product (DEHYDRIL HT) from the Henckel Company. This anorganic silica-based mud additive used in very low concentrations (1.5 - 2 %) and mixed in fresh water provides an ideal drilling fluid of extraordinary rheologic, lubricating and carrying properties over a wide range of temperatures and is not harmful to the environment. With DEHYDRIL HT the viscosity of the fluid is manipulated and water loss can be controlled. Caustic soda only will be added if the pH-value drops below 9.5. The mud is controlled by mud logging recording data from 42 sensors placed strategically in the system. The experiences gained with this mud and the new additive are pointing towards usage the same mud in the superdeep borehole.

Field Laboratories

On the drilling site a permanent field laboratory has been built. Staffed with 35 geologists and geophysicists, from 8 different German universities, core-, cutting-, centrifuge-, sample-, mud-, gas- and fluid analysis are made on a continuous basis. These analysis include macro- and microscopic core descriptions, core photography, core wrappings made on a specially modified photocopy machine, oriented relaxation-, conductivity-, density-, velocity and radioactive-measurements, X-ray diffraction and fluorescence spectroscopy and for mineralogical investigations slaps, plugs and thin sections can be prepared. Fluid samples - mud, formation fluids (water, gases) - are analysed to record chemical composition, salinity, ion concentration, types of isotopes, radioactivity and gas content.

The acquisition of these data is done partly with equipment specifically developed and manufactured by the universities. All recording is based on IBM compatible PC's with provisions to transfer the information later on to a central data center - VAX basis - which will be set-up on site. The plan incorporates a master data bank.

All cores recovered and samples collected are stored at the field laboratory and analysis are published in the KTB Reports. Distribution to other institutes, making detailed studies, is done following specific rules set by the KTB-project management.

Wireline Logging

- Plan -

A comprehensive logging programme has been devised for the pilot well (Fig. 6). Bearing in mind, that all logging tools had been designed for sediments and should be tested for their response in crystalline rocks. In addition the drilling department requested close control of hole orientation, deviation and caliper.

Very early it became clear, that realizing such an extensive logging programme using the service industry would in no time exhaust the logging budget.

Therefore a modular, most modern logging unit and logging tools to be used very often were purchased and personal operating unit and tools rented. As tools designed and built by universities, institutes and other companies will be run with this unit. The Schlumberger cable head became standard. For depth reference it is obligatory to run a Gamma Ray with all tools.

Other principle objectives are:

- find ways to measure the temperature and temperature gradient as close as possible
- use BHTV and FMST to post-orient cores as oriented coring is too expensive and was not feasible with cable coring techniques
- find methods to estimate heat production
- evaluate logging methods to define lithologies and mineral content of crystalline rocks
- estimate porosity and permeability in crystalline rocks
- detect fractures and fracture systems, their dip and orientation
- use logging systems not offered by the service companies, like Induced Polarisation, Magnetic Susceptibility, Magnetometer and Gravimeter.

Therefore the plan called for caliper-, orientation-, and temperature logs every second bit change, stratigraphic logs

(BHTV and FMST) at intervals of about 500 m (1 640 ft) and a complete series of logs at 400 m (1 312 ft), 1 500 m (4 920 ft), and 3 000 m (9 840 ft). At the time the first plan had been designed the final depth for the pilot well was set at 3 000 m (9 840 ft). After the decision had been taken to deepen the well to 5 000 m (16 400 ft) the same criteria were applied for the extended programme.

- Actual -

Executing the logging plan technical necessities, geological conditions, and special requests forced us to incorporate changes (Fig. 7).

Down to the depth of 992 m (3 254 ft) temperature and caliper/orientation logs were run practically every 50 m (164 ft). The reason being the increase in deviation, and the change in hole size especially around 520 m (1706 ft), (Fig. 8).

For the logging series at 992 m (3 254 ft) the prototype 4-pad FMST became available. The performance of this tool even at very high resistivities is extraordinary (Fig. 9). The new tool covers 52 % of the circumference in a 152.4 mm (6") borehole, therefore enhancing the detection of features drastically. Using these data in conjunction with BHTV, core photographs and core wrappings manual post-orientation of cores has been started. To speed up procedures we have asked Schlumberger Paris to install the experimental software for combining FMST and BHTV images on a commercially available SUN-workstation. This has been done in London.

After solving initial problems, the first interval of about 60 m (197 ft) was processed (Fig. 10). The next step will be to transform the core photos and core wrappings (Fig. 11) into digital signals by scanning them and bringing these data on to the screen next to the other images. We are investigating these possibilities.

Over several small zones extremely low resistivities have been recorded with DLL and Phasor-DIL: 0.8 - 1.0 Ohm m with a mud resistivity of 3.4 Ohm m at 15 °C. Strong SP and IP deflections at these zones paired with high URAN, S and Fe clearly declare these zones as graphitic, pyrite bearing cataclasts (Fig. 12).

From measurements of magnetic properties - magnetic susceptibility and 3-D magnetometer - over the interval from 0 - 480 m the presence of magnetite and pyrrhotite could be recorded. Due to the different response of these two minerals on the two logging systems separation is possible. Confirmation was given by core analysis.

The most important change however came in the use of the Geochemical Logging String. Already after logging the first 478 m (1 567.8 ft) it became apparent, that the data recorded correlate extremely well with X-ray defraction and fluorescence measurements. As the analysis of mineral content has high priority, the possibility of using in situ spectroscopy was immediately recognized. The plan of logging only 1 000 m (3 280 ft) on an experimental basis has been dropped and this string became one of our most important logging techniques. The total drilled section has been logged. The results are striking and exceed expectations. For example correlating the computed weight percentages for oxides with X-ray fluorescence data from centrifuge samples for interval 480 - 992 m (1 574 - 3 254 ft) good agreement is given except for K_2O (Fig. 13). Investigating this phenom further it could be traced to a " K_2O loading" of the mud (Fig. 14). Laboratory measurements of mud samples taken at 500 m (1 640 ft) - newly mixed mud, and at 990 m (3 247 ft) show a significant difference in K concentration. This adsorption effect - previously only suspected - could those be confirmed.

The elemental analysis and oxide computations made for the other logged intervals - available to 2 200 m (7 216 ft) and in process to 3 000 m (9 840 ft) correlate favourably.

Using GLT-data - elements or oxides - as input to the ELAN-programme the mineral content will be computed according to pregiven multi-mineral models. For gneisses a - mineral and for amphibolites a different - mineral model has been used as a first approximation (Fig. 15). The results obtained are very encouraging. Cross-correlating them with the major minerals found by X-ray defraction analysis good agreement has been reached (Fig. 16, 17). The examples show intervals within the section of directional drilling and therefore without cores. X-ray defraction data are from cuttings and centrifuge only. The change in lithology at 1 161.0 m (3 808 ft) from amphibolite to gneiss and the graphitic, pyritic, cataclasts between 1 080.0 m (3 542 ft) and 1 010.0 m (3 313 ft) are confirmed. We are confident that the Geochemical Logging String can be used as a suitable substitute to estimate the content of dominant minerals of rocks to a rather high degree of certainty in uncored and unsampled intervals.

From Uranium, thorium, potassium and density measurements heat production due to nuclear decay can be calculated using the formula established by Rybach (1988). Integrating the production rate over depth intervals the rate for different rock types can be estimated (Fig. 18). Calculating heat conductivity directly from mineral content using GLT-results will be the next step.

For drilling the superdeep borehole the control of the borehole enlargements and breakouts will be essential.

Therefore, the observations made in the pilot well will have important consequences. It has been noticed that cataclastic zones are mobile and are breaking out. Drilling into such a zone caused the loss of part of the first hole. Otherwise, the 4-arm caliper logs indicated ovalisation over certain sections, which is confirmed clearly by the acoustic caliper recorded with the BHTV. The general direction of the long axis of the hole enlargements is SSW - NNE, or more or less parallel to the dip and foliation (see Fig 8).

Conclusions

The results presented are temporary. It will take considerable time to compile the vast amount of information recorded, combine it with geological, technical and hydrological data and formalize an interpretation. Several working groups from german universities have been created and have started with this work. In addition, 35 research and development projects related to borehole geophysics have been launched, covering fundamentals, core measurements, interpretation techniques, up-grading of existing tools and new tool design and development. International cooperation has been initialized. We hope for example that as an output of the cooperation with Schlumberger and Lamont-Doherty an improved GLT-model for metamorphic rocks will generate. We could provide detailed information over kilometers of cores to calibrate such a model and test it against a full suit of logs.

The goals set for this project are ambitious. The results obtained over the first year of operation are of remarkable value. They have been obtained and produced by the colleagues working in the field laboratory - the cooperation with them is excellent, - our logging group, especially the crew operating the unit, the service companies, universities and other institutes. Starting with the evaluations, the help received from the local Schlumberger computing center and from Schlumberger, Ridgefield, especially for GLT is much appreciated.

But, - we still have a long way to go. And problems are plentiful which need urgent attention. To name a few: we are concerned with up-grading of a minimum set of tools to operate at 300 °C (572 °F) and 2 000 bar (29 000 psi) and boost the rating of special tools, like the GLT, FMST, BHTV to HEL specification, design a cable transmission system for cables of 15 000 m (49 200 ft) length, develop interpretation techniques for metamorphic rocks, like combining the "wet" and "dry" model of the ELAN programme, include a calibrated resisting curve with the FMST for a better definition of the recorded features and exploit the experience gained with the present day Geochemical Logging String for the development of future down-hole spectroscopy measurement systems.

References

- Emmermann, R. (1986): Das deutsche Kontinentale Tiefbohrprogramm. - In: Geowissenschaften in unserer Zeit, 4. Jahrgang, Nr. 1, VCH Verlagsgesellschaft mbH., D-6940 Weinheim, p. 19 - 33.
- Hänel, R. & Draxler, J. (1988): Borehole Geophysics of KTB. Yaroslavl (USSR) August 23 - 27, 1988. Geological Survey of Lower Saxony, Hannover, Archive No. 103 699.
- Hirschmann, G.: Regional Geological Setting of the KTB Location. unpublished KTB report.
- KTB Reports 87-4, 88-1, 88-2, 88-4, 88-6.
KTB Project Management, Geological Survey of Lower Saxony, Hannover.
- Rybach, L. (1988): Determination of heat production rate. - In: Handbook of Terrestrial Heat-Flow Density Determination (Eds. R. Hänel, L. Rybach and L. Stegena), D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht, p. 125 - 142.

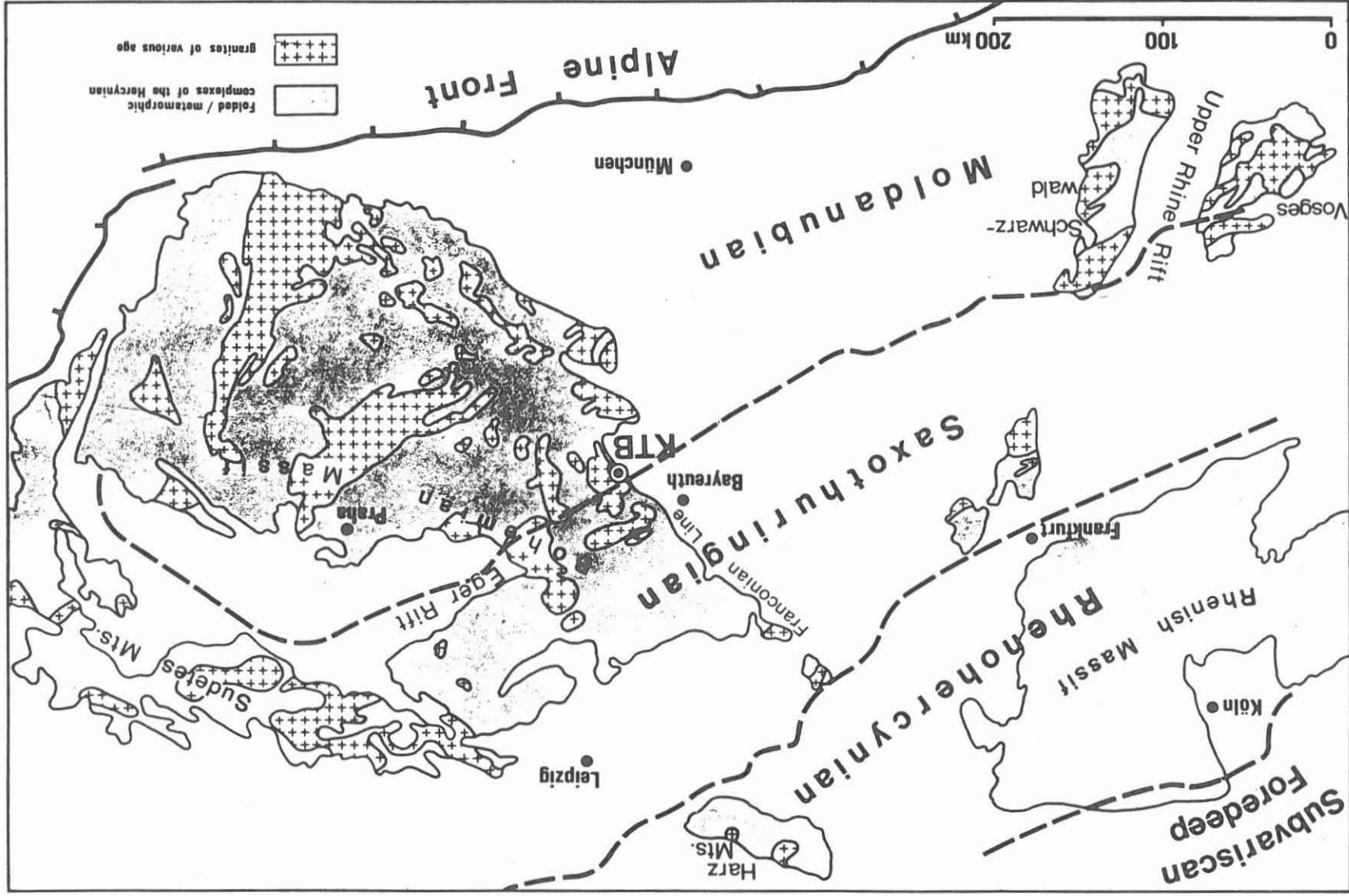


Fig. 1

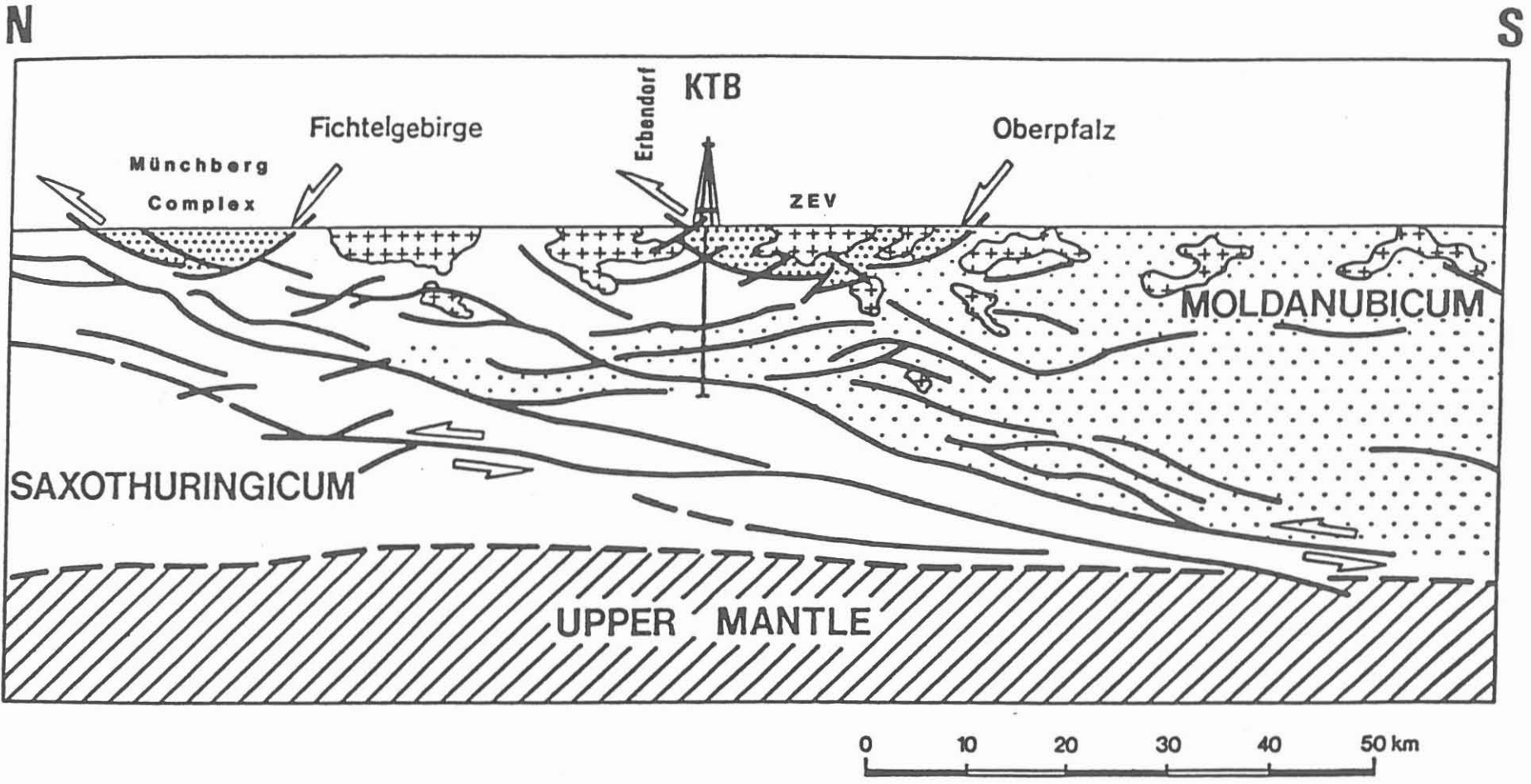
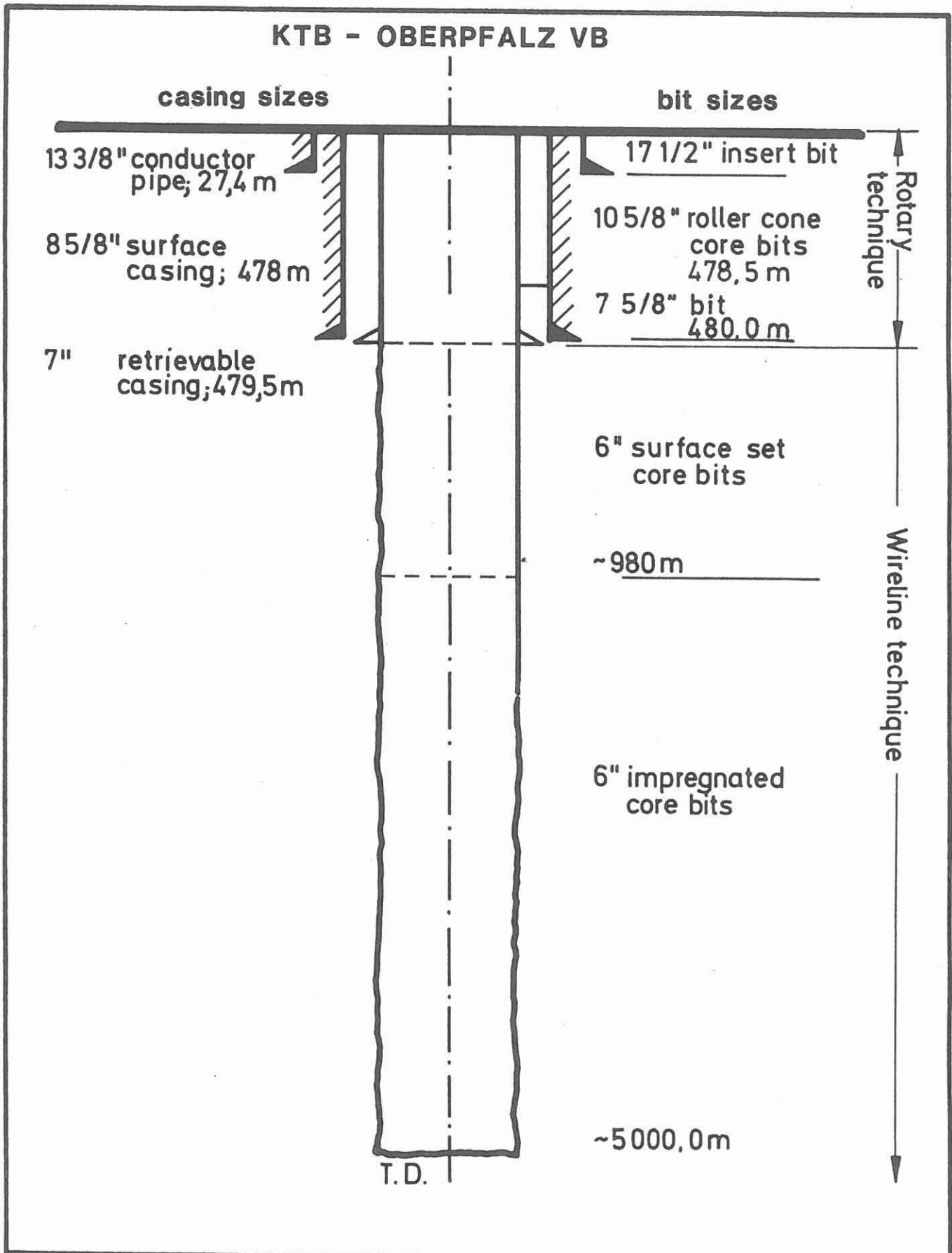


Fig. 2

Geological Model

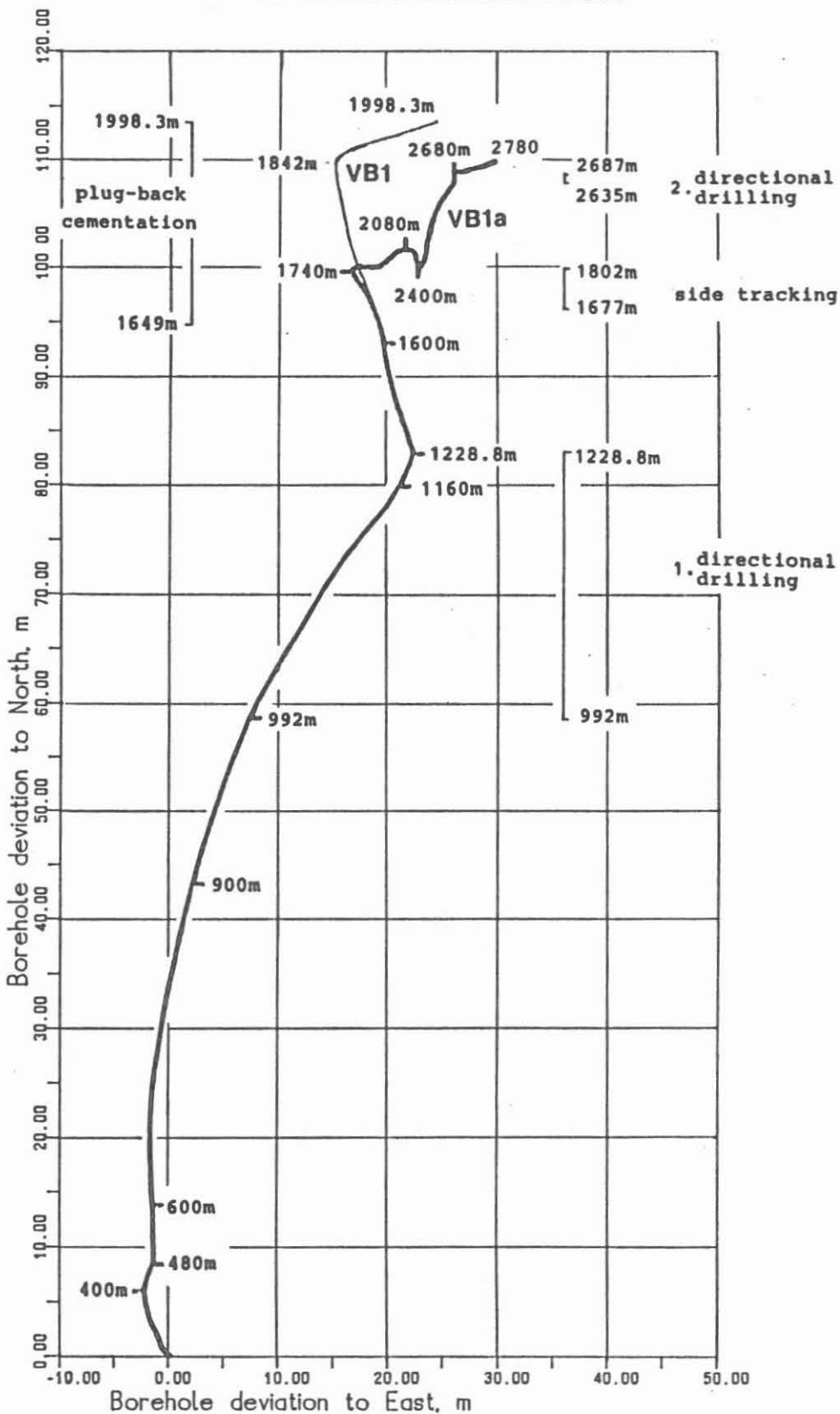


KTB - PILOT WELL



Fig.3

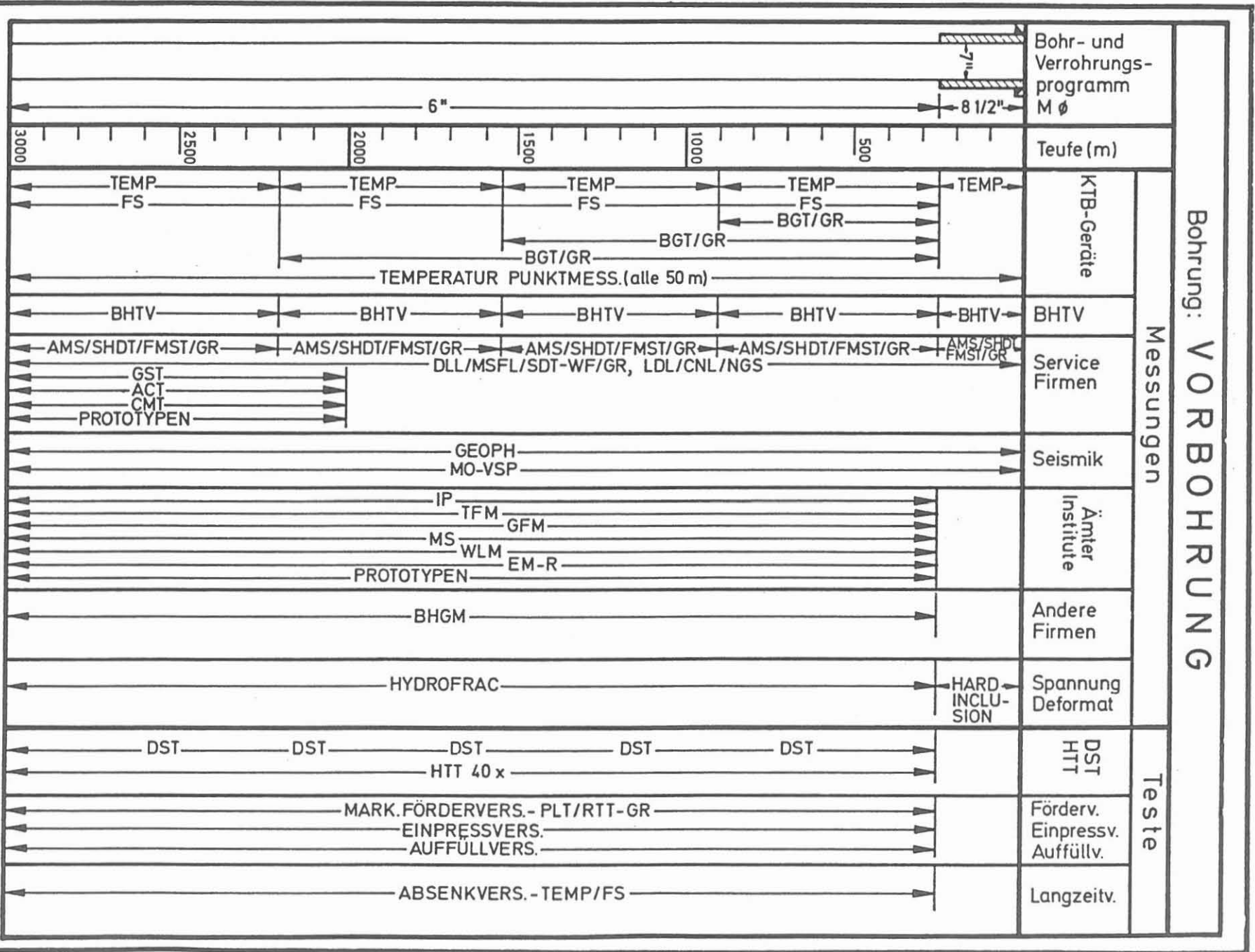
HORIZONTAL PROJECTION



KTB - OBERPFALZ VB1/VB1A

KTB

Fig. 4



Bohrung: VORBOHRUNG

Messungen

Teste

VORPROGRAMM
Bohrlochmessungen - Teste

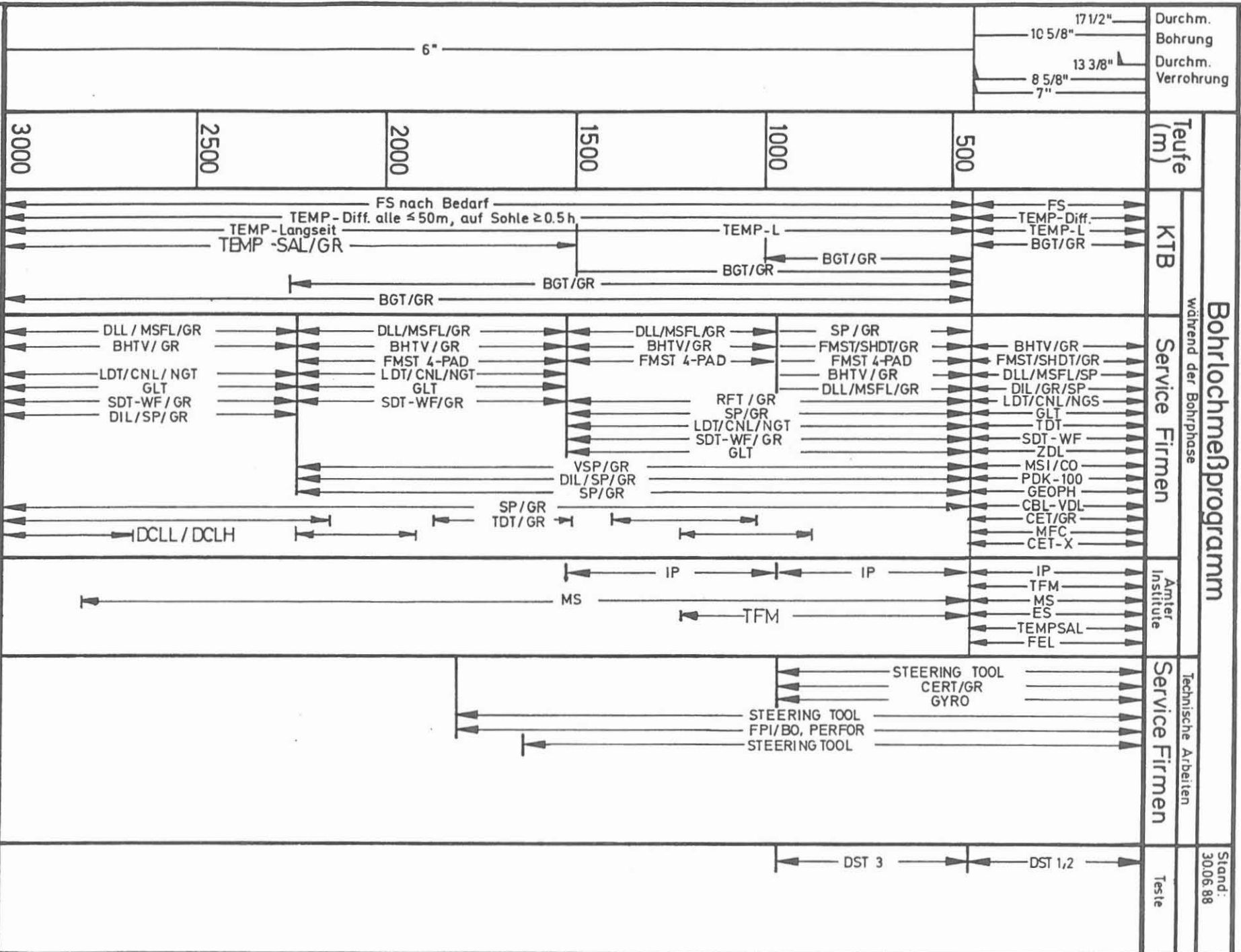


Fig. 6

KTB - OBERPFALZ VB

Bohrlochmeßprogramm

während der Bohrtphase

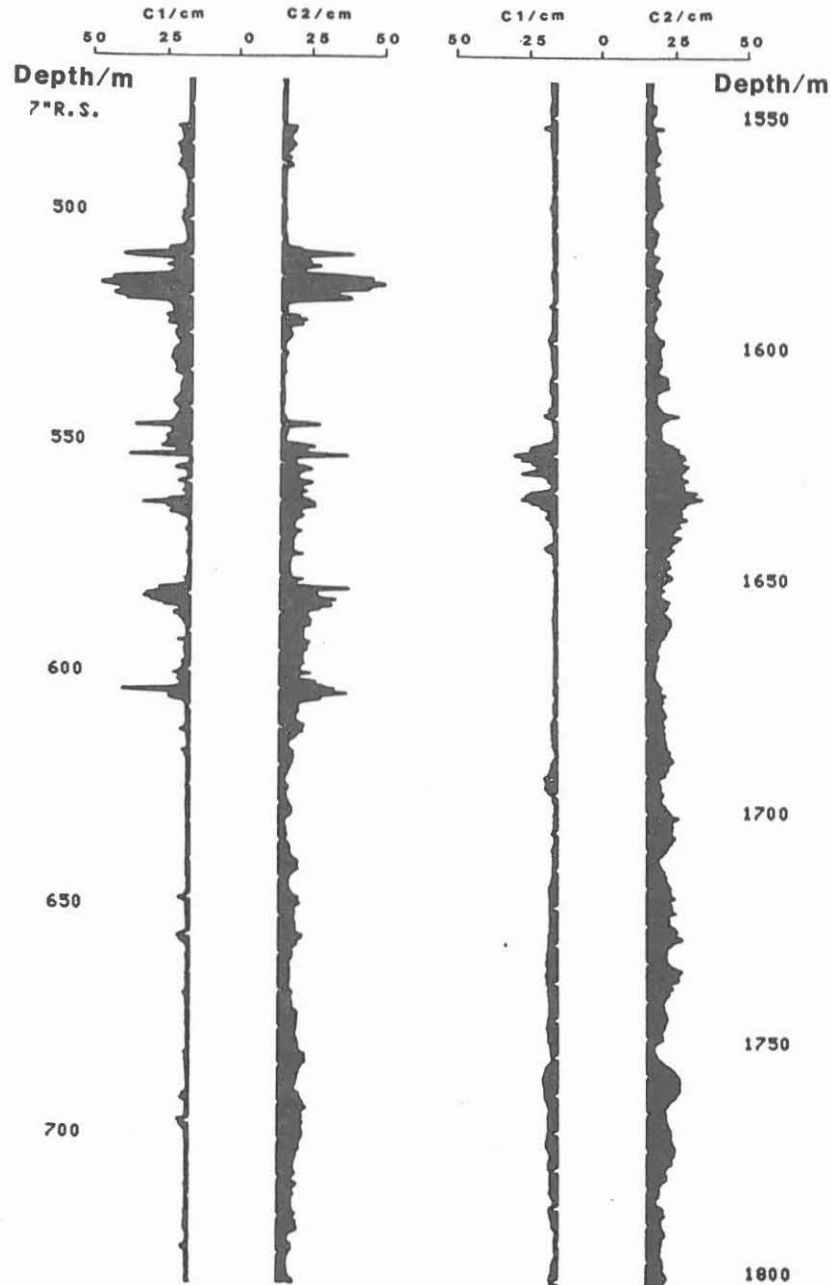


**BOHRLOCHMESSPROGRAMM
(DURCHFÜHRUNG)**

KTB
Fig. 7

Stand:
30.06.88

4 - ARM CALIPER



BOREHOLE ENLARGEMENT AND BREAK-OUT ORIENTATION

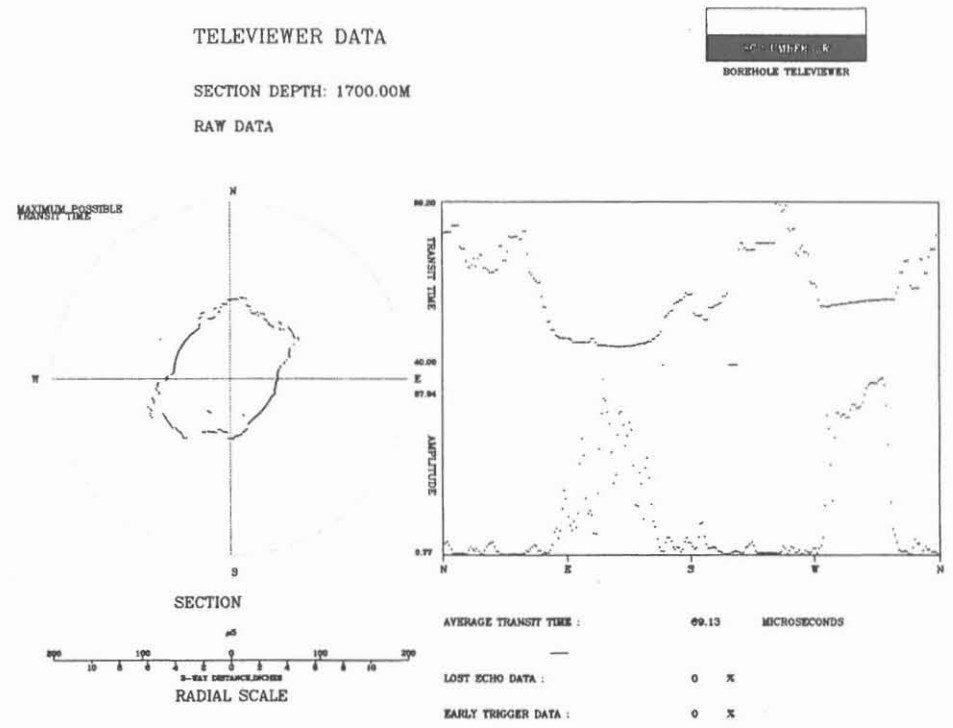


Fig. 8

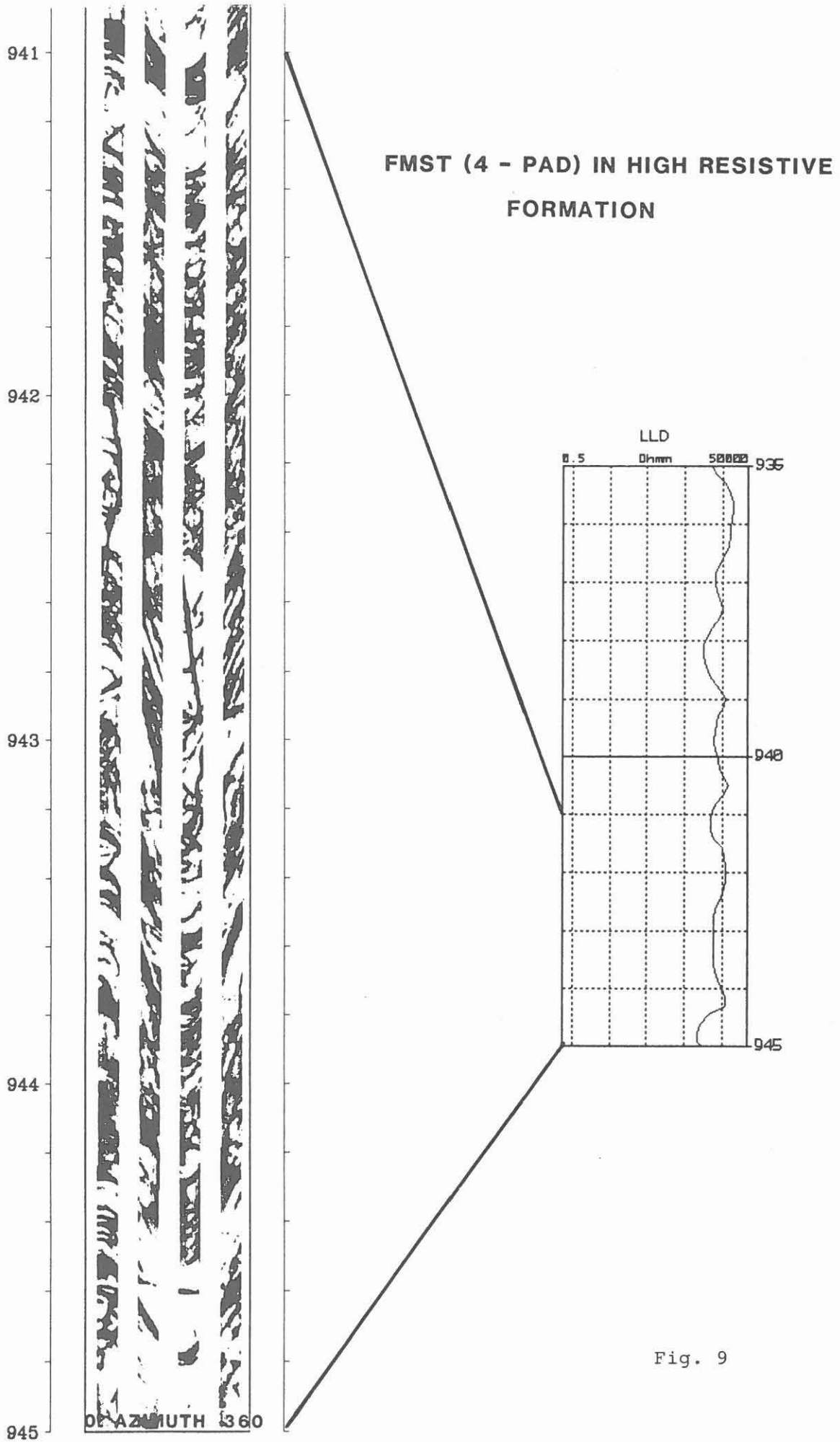


Fig. 9

SUN - workstation

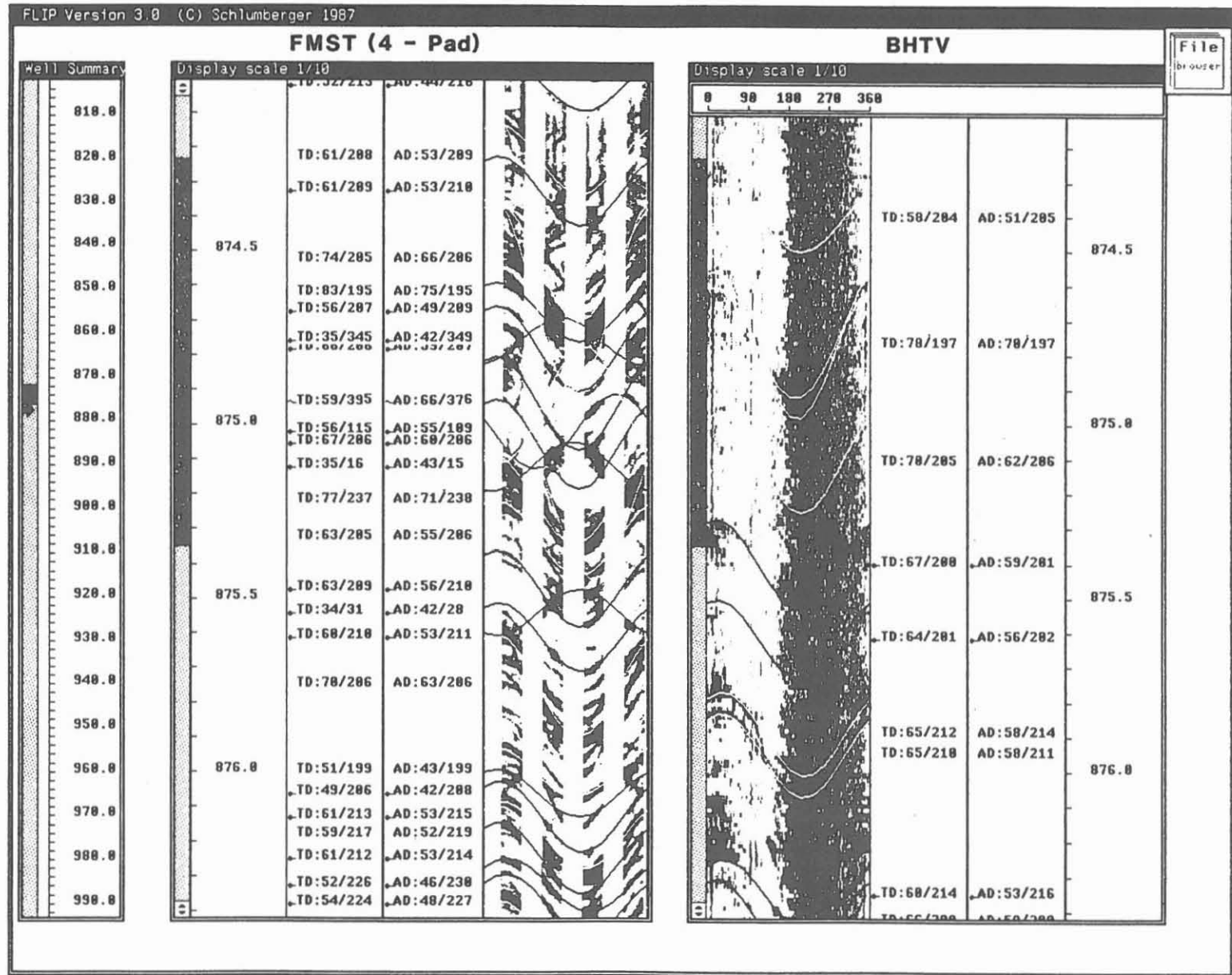
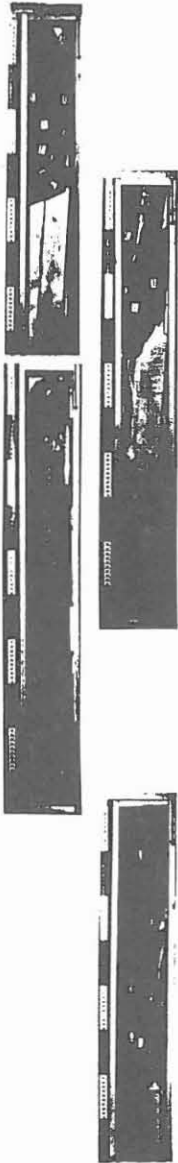


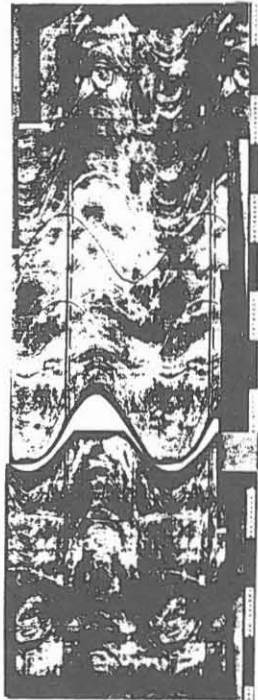
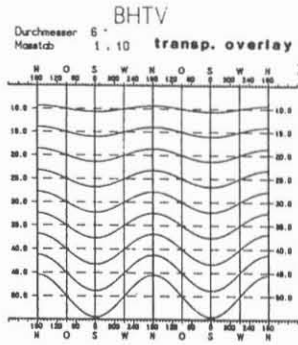
Fig. 10

POST - ORIENTATION OF CORES

CORE PHOTO



CORE WRAPPING



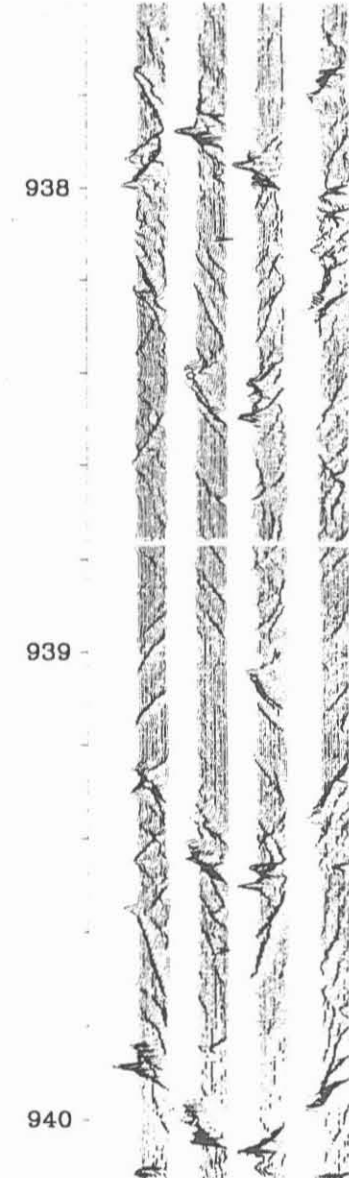
BHTV IMAGE



FMST IMAGE



FMST RES. CURVES



938.0 938
 939.0 939
 940.0 940

938
 939
 940

Fig. 11

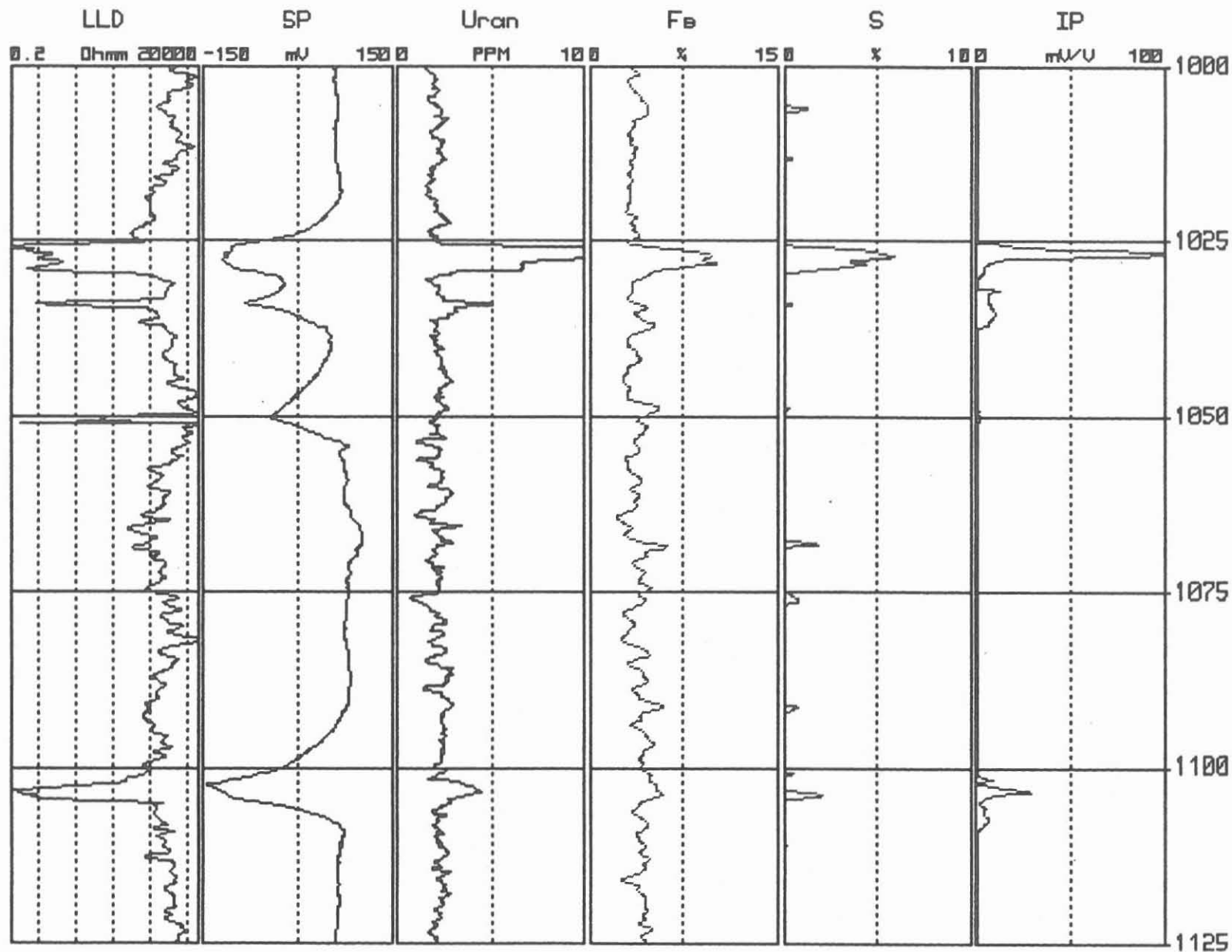


Fig. 12

GRAPHITE- AND PYRITE BEARING ZONES

COMPARISON GLT : CENTRIFUGE SAMPLE X - RAY FLUORESCENCE

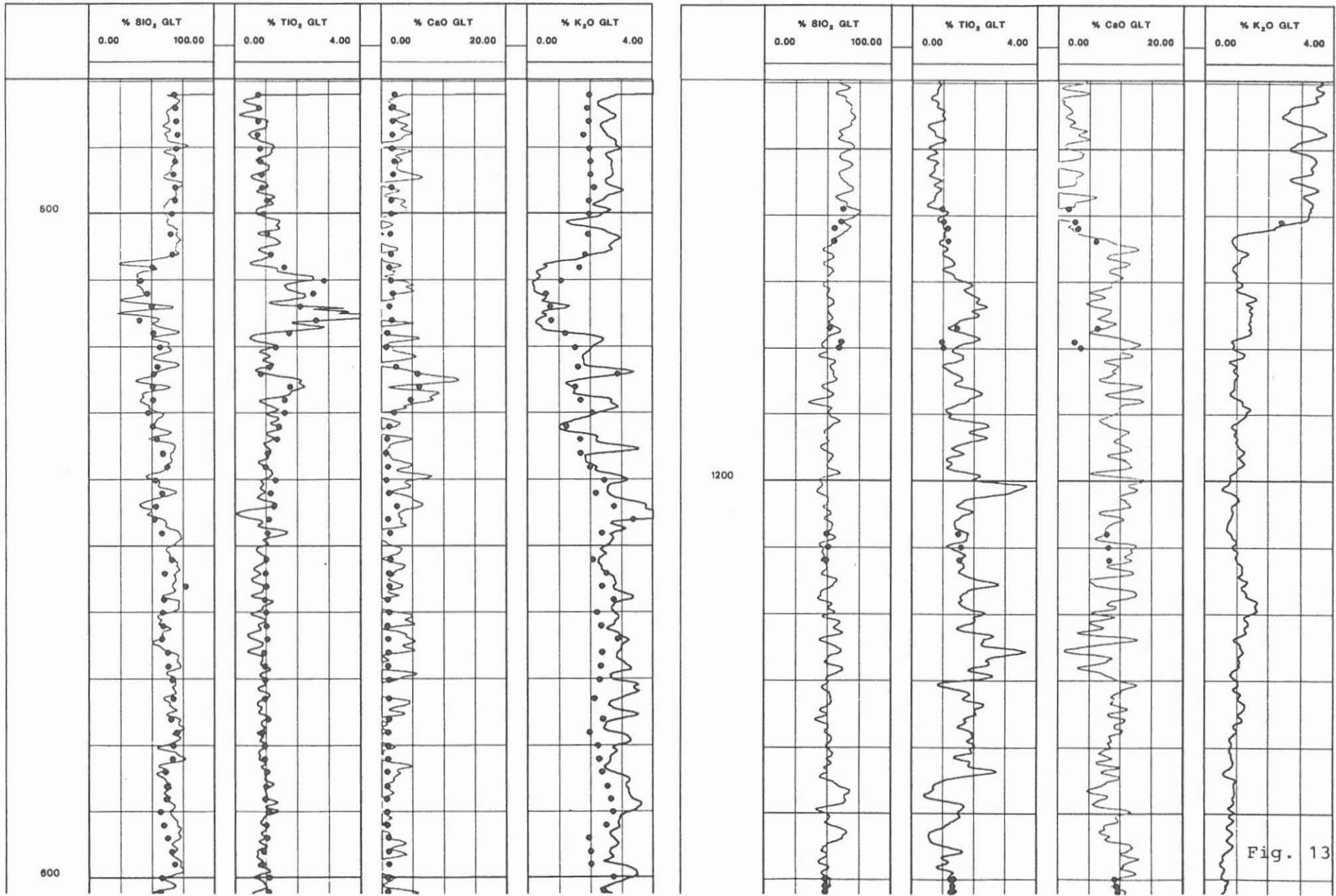
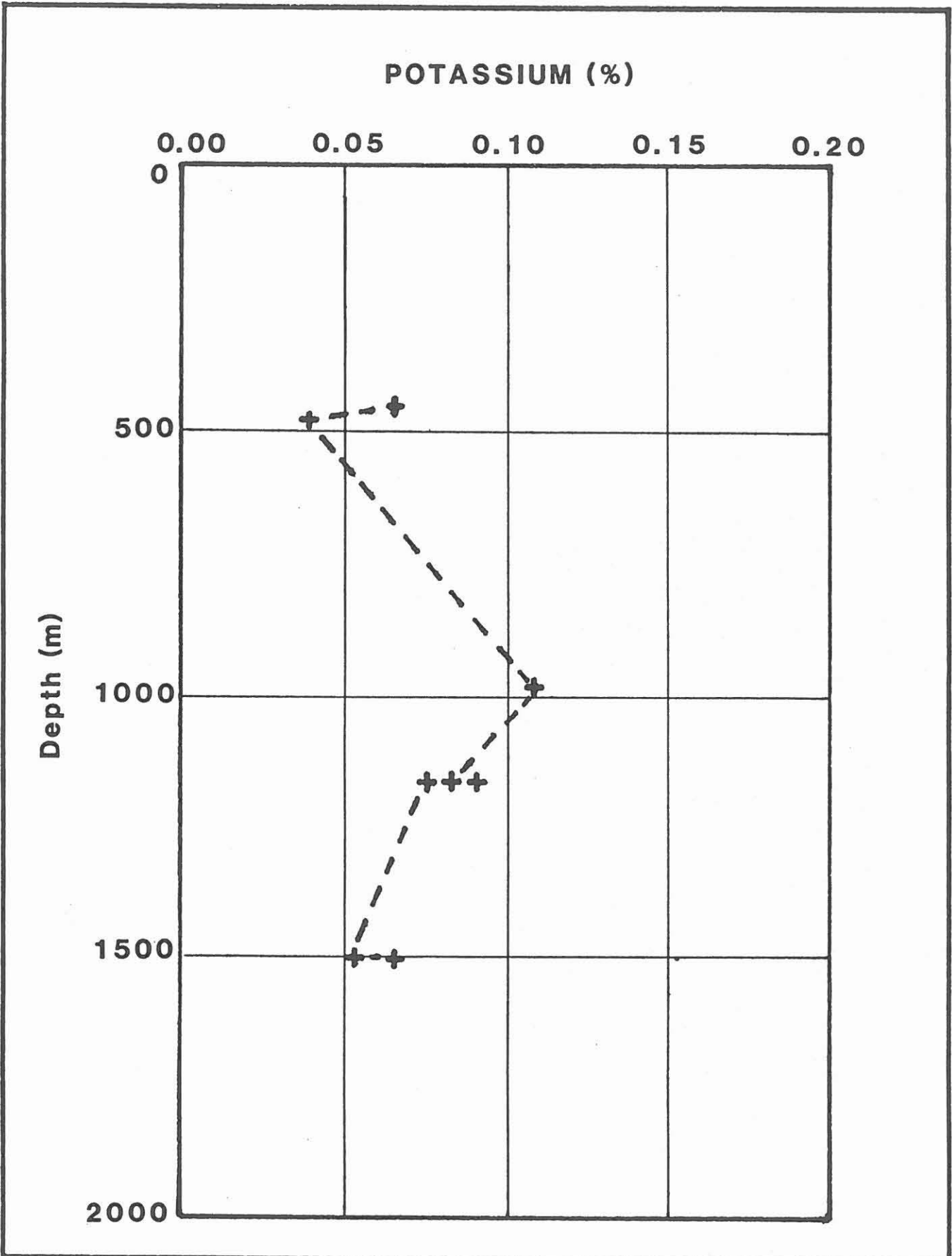


Fig. 13

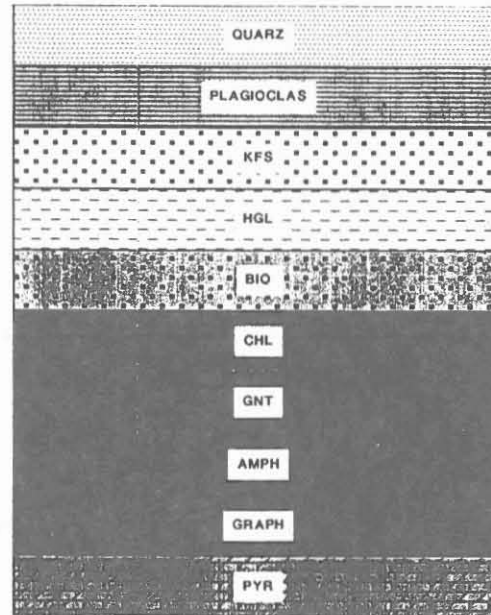
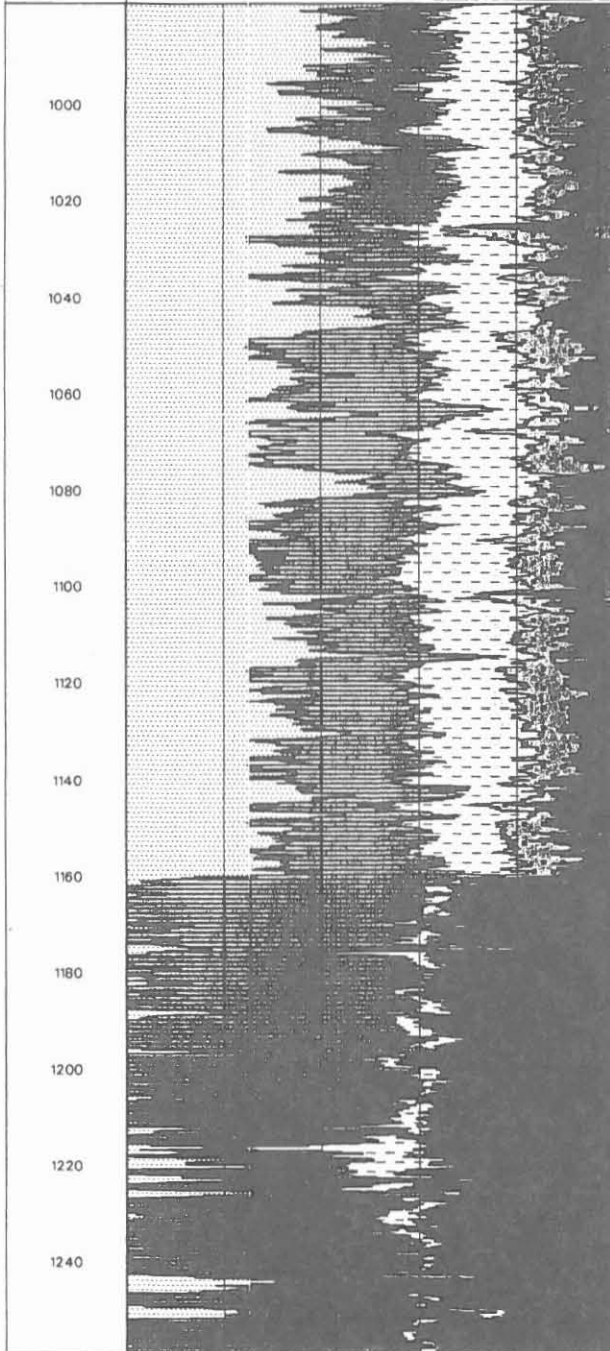


MUD MEASUREMENT

KTB

Fig. 14

GLT - ELAN RESULTS



U	URAN ppm	POTA %	THOR ppm	Al wt.‰	Si wt.‰	Ca wt.‰	Fe wt.‰	Ti wt.‰	S wt.‰
QUARZ	4,78	0	0	5,00	0	46,70	0	0	0
PLAGIOCLAS	6,90	0	14,00	5,00	9,70	30,30	0	0	0
KFS	6,04	0	0,05	0,50	13,92	27,20	5,76	0	0
HGL	82,06	0	0	0	0	0	46,50	0	53,50
BIO	6,71	3,00	9,82	30,00	20,32	21,20	0	0	0
CHL	18,50	5,00	8,10	10,00	5,60	17,50	0	23,30	0
GNT	22,60	15,00	0,30	4,00	7,60	13,50	0	19,55	0
AMPH	45,82	0	0	0	10,80	16,90	0	33,70	20,00
GRAPH	20,00	200,0	0	0	0	23,20	8,30	20,00	0
PYR	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0

ELAN PARAMETER

MODEL 1: QUARTZ ORTHOCLASE ALBITE PYRITE MUSCOVITE BIOTITE
CHLORITE GRAPHITE

MODEL 2: QUARTZ ANORTHITE PYRITE MUSCOVITE BIOTITE CHLORITE
GARNET AMPHIBOLE

ALBITE (ANORTHITE/ALBITE 40/60%)

CHLORITE (Fe/Mg - CHLORITE 50/50%)

Constraints in Model 1: ORT <=1% QUA >=25%

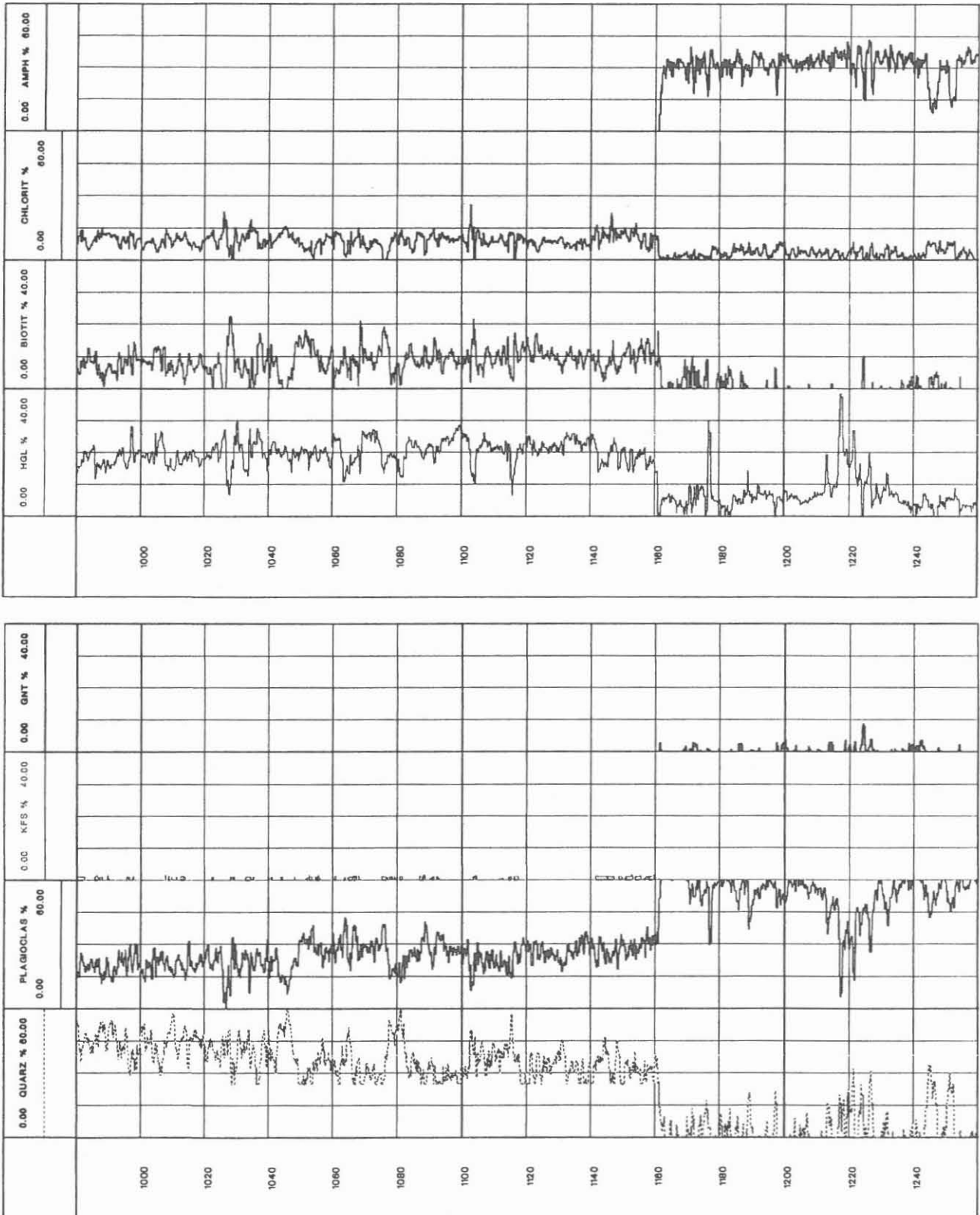
Constraints in Model 2: 5% <= ALB <= 60% BIO <=10%

Model zonation: Model 1 1161-950m Model 2 1260-1161m

Fig. 15

Fig. 16

GLT - ELAN RESULTS



X - RAY DEFRACTION MEASUREMENT ON CENTRIFUGE SAMPLES (Fieldlaboratory)

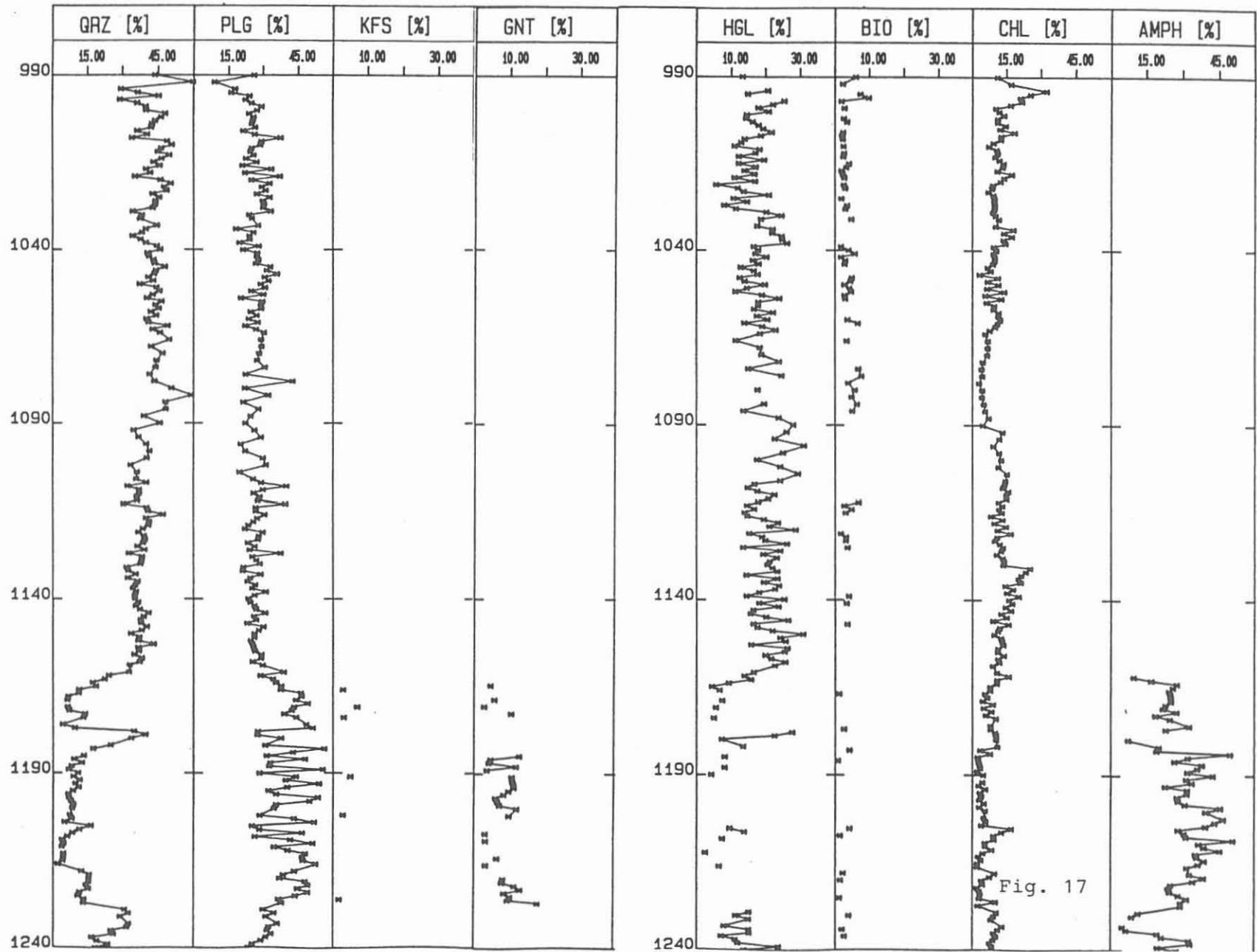


Fig. 17

HEAT PRODUCTION RATE

Formula : L. RYBACH, ETH - Zürich

$$H (\mu\text{Wm}^{-3}) = 10^{-5} \text{RHO} (9.25 \text{UR} + 2.56 \text{THOR} + 3.48 \text{POTA})$$

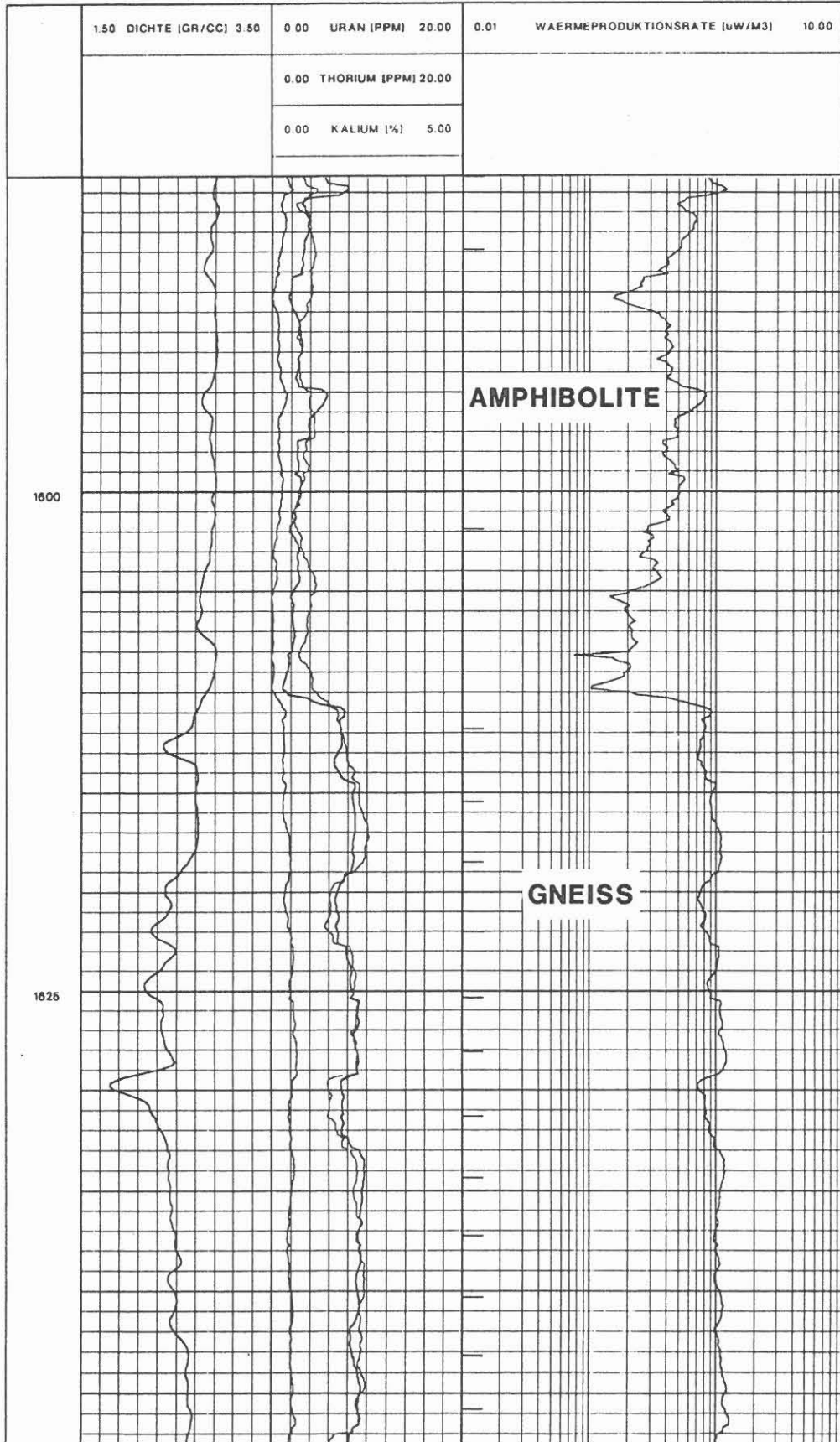
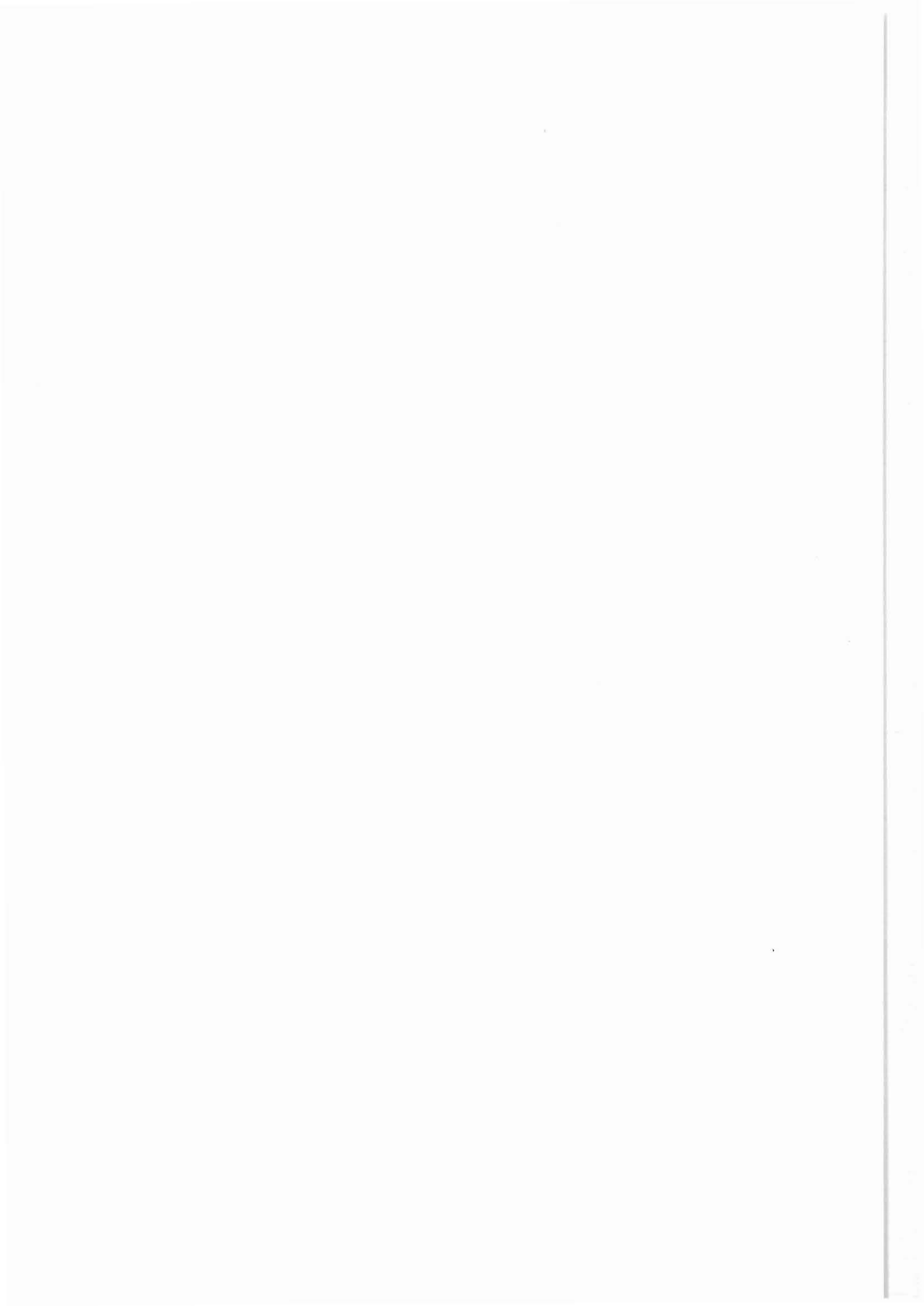
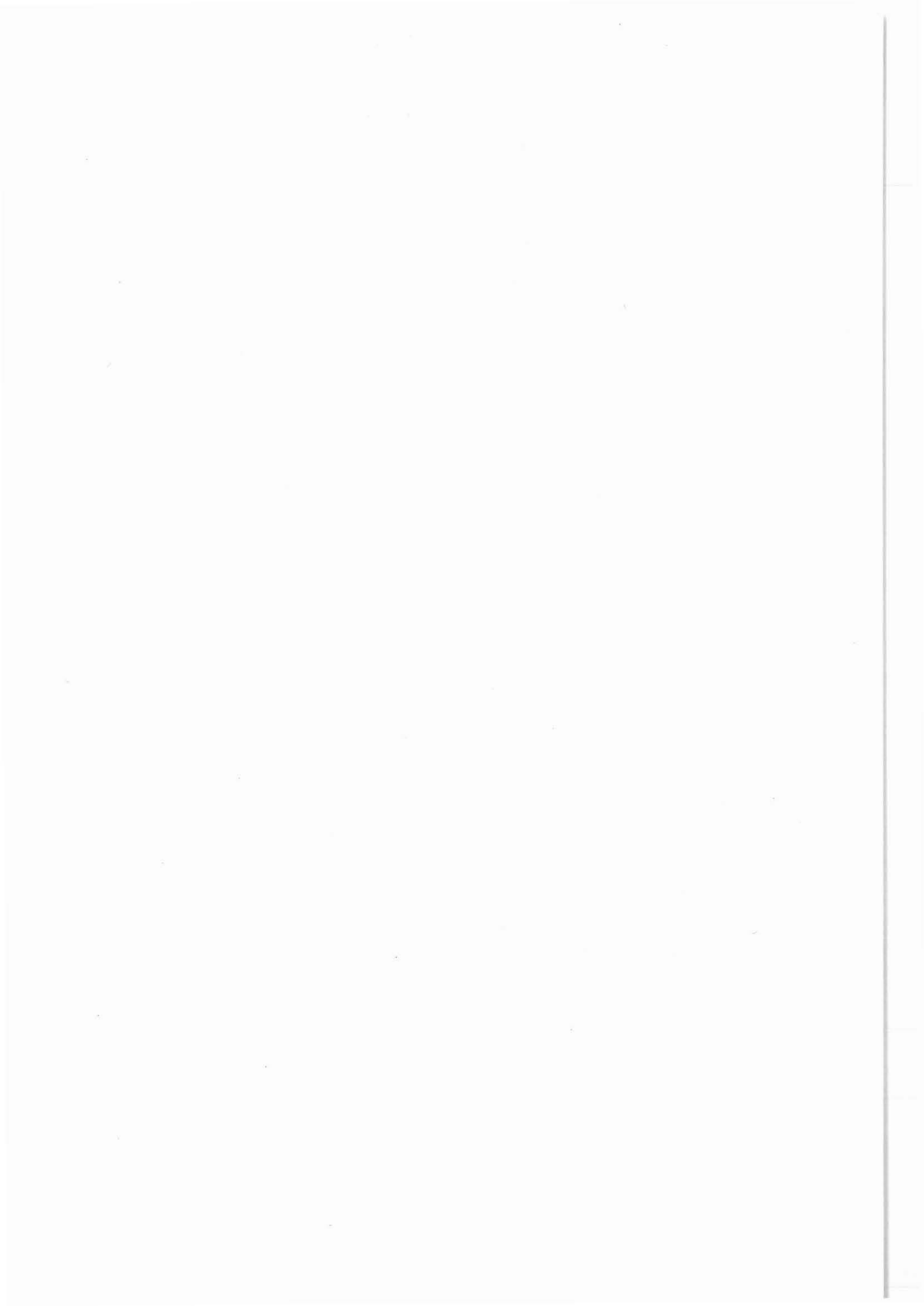


Fig. 18



9. Anforderung von KTB-Meßdaten



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

Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten

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

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

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

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

Ort und Datum

Unterschrift

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

Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten

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

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

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

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

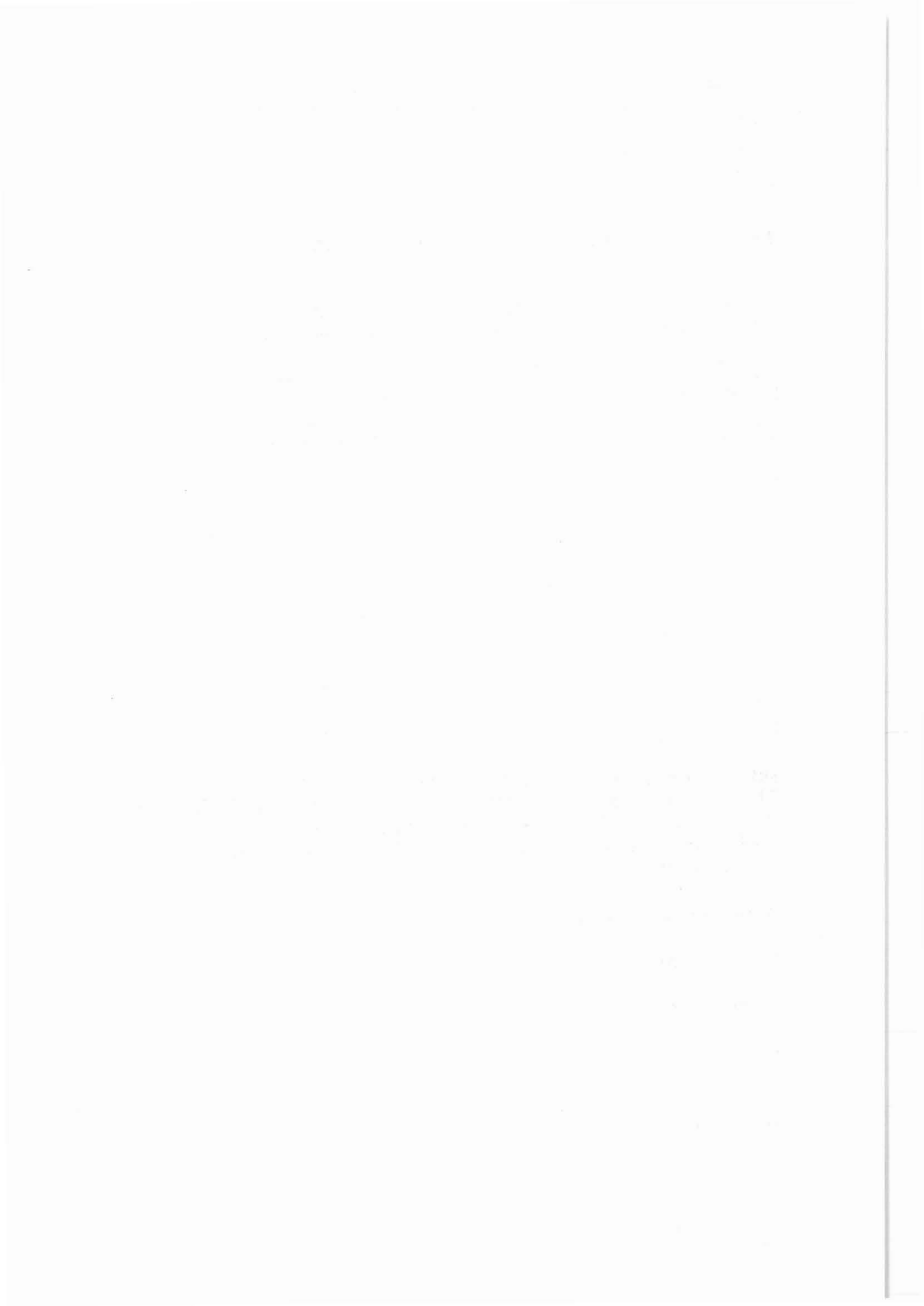
Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

 Ort und Datum

 Unterschrift



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

Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten

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

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

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

Bitte senden Sie die angeforderten Daten an:

Institut/Amt/Firma:

Straße, Nr. :

Plz., Ort :

Name des Empfängers:

 Ort und Datum

 Unterschrift

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

Betr.: Anforderung von KTB–Bohrlochmeßdaten

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

Messung Auswertung Test KTB–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

