



# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

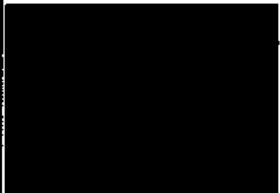

## DECKBLATT

EU 052.4	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	3172	-	G	RB	0003	00

Titel der Unterlage: Spannungsmessungen auf der Schachtanlage Konrad/ 1 200 m Sohle Süd/1985 Archiv-Nr.: 98292	Seite:
	I.
	Stand:
	22.07.85

Ersteller:	Textnummer:
BGR	

Stempelfeld:

PSP-Element TP...9K/2122414	zu Plan-Kapitel: 3.1.9.7	
	PL 10.07.86  Freigabe für Behörden	PL 10.07.86  Freigabe im Projekt

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

# Revisionsblatt



EU 052.4	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	3172	-	G	R B	0003	00

Titel der Unterlage: Spannungsmessungen auf der Schachtanlage Konrad/ 1 200 in Sohle Süd/ 1985/Archiv-Nr.: 98292	Seite: II.
	Stand: 22.07.85

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S = substantielle Änderung  
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE  
HANNOVER

Ref. B 2.11  
Versuchsbericht

Spannungsmessungen auf der Schachtanlage Konrad  
1200 m Sohle Süd

Sachbearbeiter:



Datum: 22.07.1985  
Archiv-Nr.: 98292  
Tgb.Nr.: 11454/85

## Inhaltsverzeichnis

Seite

### Anlagenverzeichnis

1.	Allgemeines	1
2.	Geräte- und Versuchsbeschreibung	1
2.1	Bohrlochaufweitungsversuche mit dem BGR-Dilatometer	1
2.2	Spannungsmessungen mit dem BGR-Überbohrweggeber	3
3.	Versuchsergebnisse	3
3.1	Dilatometermessungen	3
3.2	Überbohrversuche	5

### Literaturverzeichnis

### Anlagen

## Anlagenverzeichnis

1. Grubenriß
2. Lageplan des Versuchsortes
3. Darstellung der Untersuchungsbohrungen
4. Versuchsübersicht B 1 und B 2
5. Tabellarische Zusammenstellung der Versuche
6. Dilatometerversuch Ko-Di1-B1 (Meßricht. 1)
7. Dilatometerversuch Ko-Di1-B1 (Meßricht. 2)
8. Dilatometerversuch Ko-Di1-B1 (Meßricht. 3)
9. Ergebnisprotokoll zu Ko-Di1-B1
10. Überbohrversuch Ko-BS7-B1
11. Überbohrversuch Ko-BS12-B1
12. Überbohrversuch Ko-BS4-B2
13. Überbohrversuch Ko-BS5-B2
14. Ergebnisprotokoll zu Ko-BS7-B1
15. Ergebnisprotokoll zu Ko-BS4-B2
16. Spannungsellipsen zu Ko-BS7-B1
17. Spannungsellipsen zu Ko-BS4-B2
18. Gebirgsspannungen in Bohrung B1 (5/99)
19. Orientierung der max. Spannung in B1
20. Gebirgsspannungen in Bohrung B2 (5/100)
21. Orientierung der max. Spannung in B2

## 1. Allgemeines

Zur Beurteilung der Standsicherheit unterirdischer Hohlräume, insbesondere bei der Standorterkundung von Endlagern, ist eine umfassende Kenntnis der Gebirgsparameter für theoretische Sicherheitsberechnungen erforderlich. Dazu müssen u.a. in-situ Messungen zur Ermittlung des Gebirgsverformungsverhaltens sowie des Gebirgsspannungszustandes durchgeführt werden.

Im Zuge felsmechanischer Untersuchungen auf der Schachanlage Konrad bei Salzgitter-Bleckenstedt wurden von Januar bis Mai 1985 Überbohrversuche sowie Bohrlochaufweitungsversuche unter Verwendung folgender Geräte durchgeführt:

- BGR-Weggebersonde mit 4 Meßrichtungen
- BGR-Dilatometer.

Als Versuchsort war die ehemalige Revierkammer der 1200 m-Sohle bestimmt worden (Anl. 1, 2 und 3). Die Auffahrung dieses Streckenabschnittes war bereits im November 1973 beendet worden. Die Messungen wurden in 2 Bohrungen B 1 (5/99) und B 2 (5/100) durchgeführt (Anlage 3):

- Bohrung B 1 in Streichrichtung des Erzlagers mit ca. 6° Einfallen,
- Bohrung B 2 im Einfallen des Erzlagers mit ca. 23° Steigung.

## 2. Geräte- und Versuchsbeschreibung

### 2.1 Bohrlochaufweitungsversuche mit dem BGR-Dilatometer

Die Belastung des zu prüfenden Bohrlochabschnittes erfolgt durch stufenweise Steigerung des Dilatometerdrucks bis zum gewählten Höchstdruck bei gleichzeitiger Messung der radialen Bohrloch-

deformationen mit induktiven Weggebern. Durch Ent- und Belasten können die Deformationen als Funktion der Druckstufen in Arbeitslinien dargestellt werden und daraus Gebirgskenngrößen wie Verformungs- und Elastizitätsmodul ermittelt werden.

Die wesentlichen Bauteile des Dilatometers sind in /1/ und /2/ detailliert beschrieben. Der maximale Betriebsdruck des Dilatometers liegt bei 400 bar, der Meßbereich der Weggeber beträgt 2 mm, die Meßauflösung 0,01 mm. Der hydraulische Öldruck im Dilatometer wird mit einer Handpumpe erzeugt und an einem Manometer abgelesen. Die Meßwerte der einzelnen Weggeber werden über ein Meßkabel dem Empfangsgerät zugeführt, dort angezeigt und registriert.

Die für die Versuchsdurchführung erforderlichen Arbeitsgänge können folgendermaßen beschrieben werden:

- Nach Beendigung eines Überbohrversuches Weiterbohren mit einem Durchmesser von 86 mm auf eine Länge von ca. 2.00 m, sowie gründliche Säuberung der Bohrung.
- Richtungs- und teufenorientierter Einbau des Dilatometers mit Hydraulikschlauch und Meßkabel an einem torsionssteifen Setz- und Orientierungsgestänge.
- Erzeugung eines hydraulischen Initialdruckes von 5 bar, um ein gleichmäßiges Anliegen des Druckschlauches an der Bohrlochwand zu gewährleisten.
- Durchführung der Nullmessung sowie Registrierung der Durchmesseränderung bei den anschließenden Be- und Entlastungszyklen von 5 bar bis z.B. 50, 100, 200, 300 und maximal 400 bar.
- Ausbau des Dilatometers.

## 2.2 Spannungsmessungen mit dem BGR-Überbohrweggeber

Der BGR-Überbohrweggeber (im folgenden als BGR-Sonde bezeichnet) besteht aus einem Grundkörper, in dem vier induktive Wegaufnehmer radial um  $45^\circ$  versetzt angeordnet sind. Eine detaillierte Beschreibung der Sonde ist in /1/ und /3/ dargestellt.

Die Versuchsdurchführung erfordert folgende Arbeitgänge:

- Erstellen einer Kernbohrung mit einem Durchmesser von 146 mm unter Verwendung von Luftspülung bis zum vorgesehenen Meßhorizont.
- Herstellen einer zentrierten Pilotbohrung mit einem Durchmesser von 46 mm und einer Länge von ca. 0,50 m.
- Ausbau des Bohrgestänges und Reinigung (Ausblasen) des Bohrloches vom Bohrstaub.
- Teufen- und richtungsorientierte Installation der BGR-Sonde mittels Einbaugestänge und Fixierung durch Packer, Ausbau des Gestänges.
- Durchfädeln des Meßkabels durch Kernrohr, Bohrgestänge und einen speziell angefertigten Spülkopf.
- Durchführung des Überbohrvorganges bei gleichzeitiger kontinuierlicher Aufzeichnung der Meßwerte.
- Ziehen des überbohrten Kerns mit Sonde und anschließendes weiteres Abteufen der Bohrung bis zum nächsten Meßhorizont.

## 3. Versuchsergebnisse

### 3.1 Dilatometermessungen

Die im Bohrlochaufweitungsversuch KO-Di1-B1 ermittelten radialen Verformungswege sind in Abhängigkeit von den einzelnen Be- und Entlastungsstufen in Anlage 6-8 graphisch dargestellt. Aus den



Arbeitslinien im Entlastungsbereich läßt sich der Elastizitätsmodul (E) des Gebirges als Sekantenmodul ermitteln

$$E = \frac{\Delta p_i + D_a \cdot (1 + \nu)}{-D_a + \sqrt{D_a^2 + 2 \cdot D_i \cdot \Delta D_i + \Delta D_i^2}} \quad (1)$$

mit

- $\Delta p_i$  = Dilatometerdruckänderung
- $D_a$  = Bohrlochdurchmesser (86 mm)
- $D_i$  = Innendurchmesser des Dilatometerschlauchs (76 mm)
- $\Delta D_i$  = gemessene Durchmesseränderung
- $\nu$  = Querdehnungszahl des Gebirges

In Gl. (1) ist der Einfluß der Dilatometerschlauchverformung bei Annahme der Inkompressibilität des Schlauchmaterials berücksichtigt, da die Verformungsmessung bei dem hier verwendeten Dilatometer auf der Schlauchinnenseite erfolgt und eine Änderung des Bohrlochdurchmessers infolge der Volumenkonstanz des Schlauches auch eine zusätzliche Änderung der Schlauchdicke bewirkt. Diese Änderung erfordert eine Korrektur der Meßwerte. Gl. (1) führt gegenüber der z.B. in /1/ und /2/ beschriebenen Auswertung zu um ca. 10 % größeren E-Moduli.

In Anlage 9 sind die aus Gl. (1) ermittelten Verformungsmoduli (aus Belastung) und Elastizitätsmoduli (aus Entlastung) für verschiedene Laststufen unter Annahme mehrerer Querdehnungszahlen zusammengestellt. Beispielsweise ergibt sich E im Mittel für  $\nu = 0,25$  zu 11250 MPa. Dieser Wert liegt deutlich unter den im Labor ( $E \approx 15000$  MPa) sowie unter den aus früheren Dilatometermessungen ( $E \approx 14000$  MPa) auf der Schachtanlage Konrad (s. dazu /4/) ermittelten Werten. Für die Auswertung der Spannungsmessungen wird der Elastizitätsmodul mit  $E = 12000$  MPa angenommen.

### 3.2 Überbohrversuche

Die in Überbohrversuchen nach der BGR-Methode ermittelten radialen Entspannungsdeformationen des Pilotbohrlochs sind exemplarisch für vier Versuche in Anlage 10 bis 13 graphisch dargestellt. Die Meßkurven zeigen weitgehend einen für Überbohrversuche in elastisch reagierendem Gestein typischen Verlauf, der sich auch mit Hilfe numerischer Berechnungen simulieren läßt (s. dazu /1/).

Die Ermittlung der Gebirgsspannungen erfolgt aus den während des Überbohrens auftretenden Durchmesseränderungen  $\Delta D$  des Pilotbohrlochs. Der Auswertung wird das Modell der gelochten Scheibe im unendlich ausgedehnten Kontinuum (ebener Verzerrungszustand) zugrunde gelegt. Die Hauptspannungen  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  in der Ebene senkrecht zur Bohrlochachse können dann nach Gl. (2) berechnet werden:

$$\sigma_{1,2} = \frac{E}{4 \cdot (1-\nu^2)} \cdot (2A \pm \sqrt{B^2 + C^2}) \quad (2)$$

mit

$$A = \frac{1}{2D} \cdot (\Delta D_a + \Delta D_c) \quad (3a)$$

$$B = \frac{1}{2D} \cdot (\Delta D_a - \Delta D_c) \quad (3b)$$

$$C = \frac{1}{D} \cdot \Delta D_b - \frac{1}{2} \cdot (\Delta D_a + \Delta D_c) \quad (3c)$$

und

D = Pilotbohrlochdurchmesser

E = Elastizitätsmodul

$\nu$  = Querdehnungszahl

sowie  $\Delta D_a$ ,  $\Delta D_b$  und  $\Delta D_c$  als Durchmesseränderungen von jeweils drei um  $45^\circ$  gegen den Uhrzeigersinn versetzten Meßrichtungen.

Der Winkel  $\alpha$  zwischen der Richtung der größeren Hauptspannung  $\sigma_1$  und dem lokalen Koordinatensystem wird mit

$$\alpha = \arctan \frac{C}{B} \quad (4)$$

ermittelt.

Exemplarisch sind in den Anlagen 14 und 15 die in der Meßebe-  
ne auftretenden größeren und kleineren Hauptspannungen und deren  
Richtungen und in den Anlagen 16 und 17 die für die Versuche  
KO-BS7-B1 und KO-BS4-B2 dargestellt. Die einzelnen Ellipsen er-  
geben sich aus der oben beschriebenen Kombination von jeweils drei  
Meßrichtungen. Die Konsistenz der Meßwerte kann anhand dieser Er-  
gebnisse überprüft werden. So zeigt sich in den dargestellten Bei-  
spielen eine weitgehende Übereinstimmung der Spannungsgrößen und  
ihrer Orientierung.

Eine vollständige Übersicht der in den Bohrungen B1 (5/99) und  
B2 (5/100) ermittelten Gebirgsspannungen ist in Anlage 18 bis  
21 gegeben. Anlage 18 zeigt zunächst für die nahezu horizontal  
verlaufende Bohrung B1 die größeren und kleineren Hauptspannun-  
gen in der Meßebe-  
ne 1 ( $\hat{=}$  Vertikalebene). Die Spannungswerte zei-  
gen einen weitgehend einheitlichen Verlauf, wobei sie mit zunehmen-  
der Bohrlochteufe eine geringfügig abnehmende Tendenz aufweisen. Im  
Mittel ergibt sich die größere Hauptspannung zu  $\sigma_1 = 15$  MPa und die  
kleinere Hauptspannung zu  $\sigma_2 = 10$  MPa. Die Orientierung der größeren  
Hauptspannung ist aus Anlage 19 ersichtlich. Danach weichen die ein-  
zelnen Richtungen i. a. um maximal  $\pm 30^\circ$  von der Vertikalen ab. Im  
Mittel ergibt sich eine nahezu vertikale Orientierung von  $\sigma_1$ .  
Anlage 20 zeigt ebenfalls eine einheitliche Tendenz der Spannungs-  
werte in Abhängigkeit von der Bohrlochteufe, wobei hier jedoch die  
Spannungen einen weitgehend konstanten Verlauf aufweisen. Im Mittel  
ergeben sich die Hauptspannungen zu  $\sigma_1 = 19$  MPa und  $\sigma_2 = 13$  MPa.

Die Orientierung der größeren Hauptspannung  $\sigma_1$  weicht nach Anlage 21 i.a. um ca.  $+30^\circ$  von der Fallinie der Meßebene ab. Diese Fallinie entspricht der Senkrechten zur Schichtung ( $\hat{=}$  Bankrechte).

Gegenüber dem theoretischen Überlagerungsdruck (ca. 25 MPa) weisen die hier dargestellten größeren Hauptspannungen deutlich kleinere Werte auf. Wird jedoch für die Auswertung ein Elastizitätsmodul  $E = 15000$  MPa (im Labor ermittelt) berücksichtigt, so erhöhen sich die einzelnen Spannungskomponenten um 25 %, z.B. für Bohrung B1 auf  $\sigma_1 = 19$  MPa und  $\sigma_2 = 12,5$  MPa sowie für Bohrung B2 auf  $\sigma_1 = 24$  MPa und  $\sigma_2 = 16$  MPa. Damit ergibt sich zumindest im letzten Fall eine annähernde Übereinstimmung zwischen dem theoretischen Überlagerungsdruck in vertikaler Richtung sowie der - allerdings nicht vertikal orientierten - Hauptspannung  $\sigma_1$ .

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

Im Auftrage:

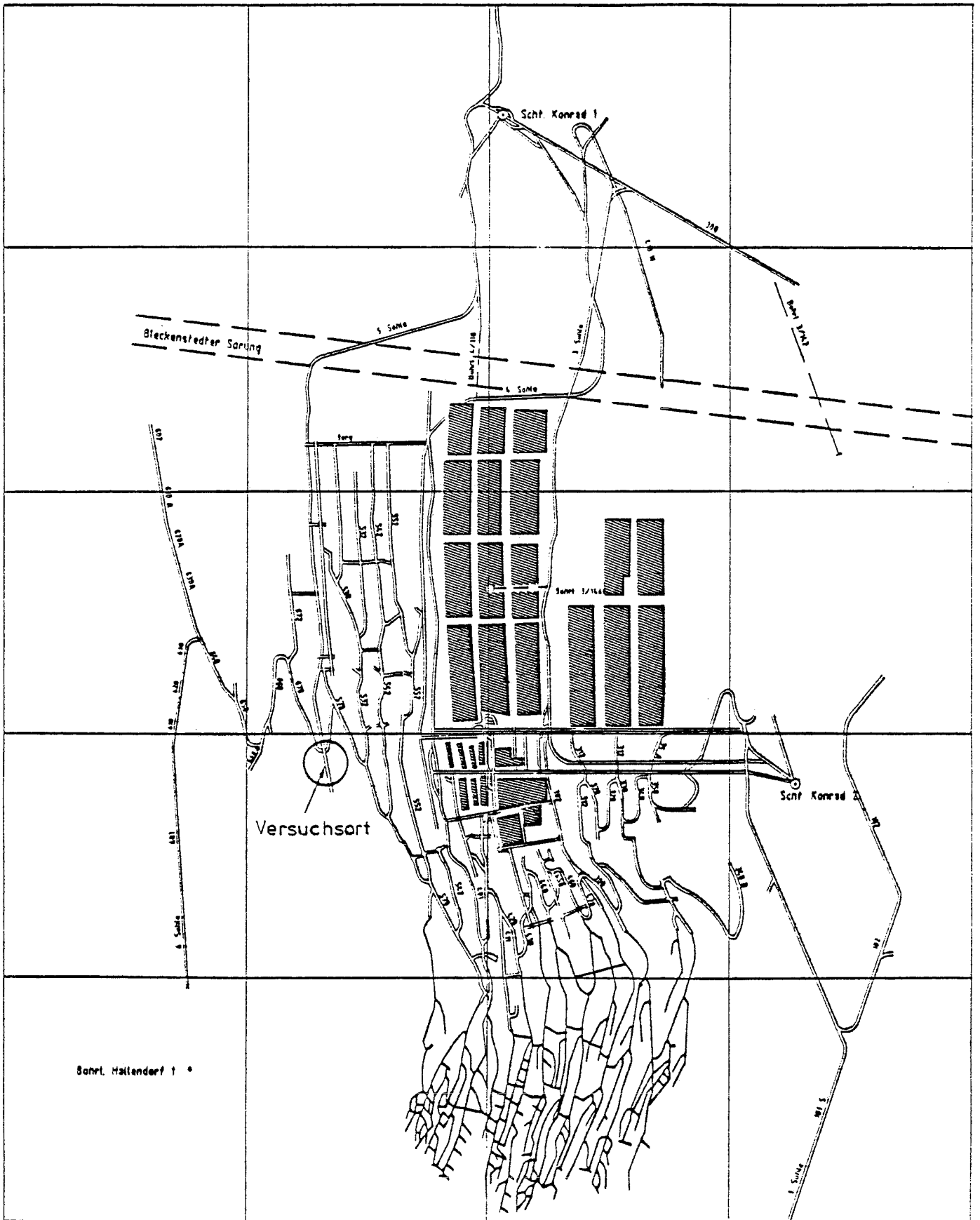
[Redacted]  
[Redacted]

Sachbearbeiter:

[Redacted]  
[Redacted]

## Literatur

- /1/ PAHL, A.; S. HEUSERMANN; W. GLÖGGLER; D.W. MÜLLER & K.-H. SPRADO: "In-situ-Meßtechnik im Salz". Schlußbericht zum BMFT-Forschungsvorhaben KWA 51030, BGR, Hannover, 1985
- /2/ PAHL, A.: "Empfehlung Nr. 8 des Arbeitskreises 19 - Versuchstechnik Fels - der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V., Dilatometerversuche in Felsbohrungen". Bautechnik, Heft 4, April 1984
- /3/ PAHL, A. & S. HEUSERMANN: "Stress Measurements at the Grimsel Rock Laboratory". Geologisches Jahrbuch, Hannover, 1985 (in Vorbereitung).
- /4/ PAHL, A; W. GLÖGGLER & K.-H. SPRADO: "Erprobung einer Schlitzentlastungs- und Druckkissenbelastungsapparatur zur Ermittlung von Spannungen und Verformungsverhalten auf der 1200 m - Sohle der Grube Konrad". BGR, Hannover, 1981

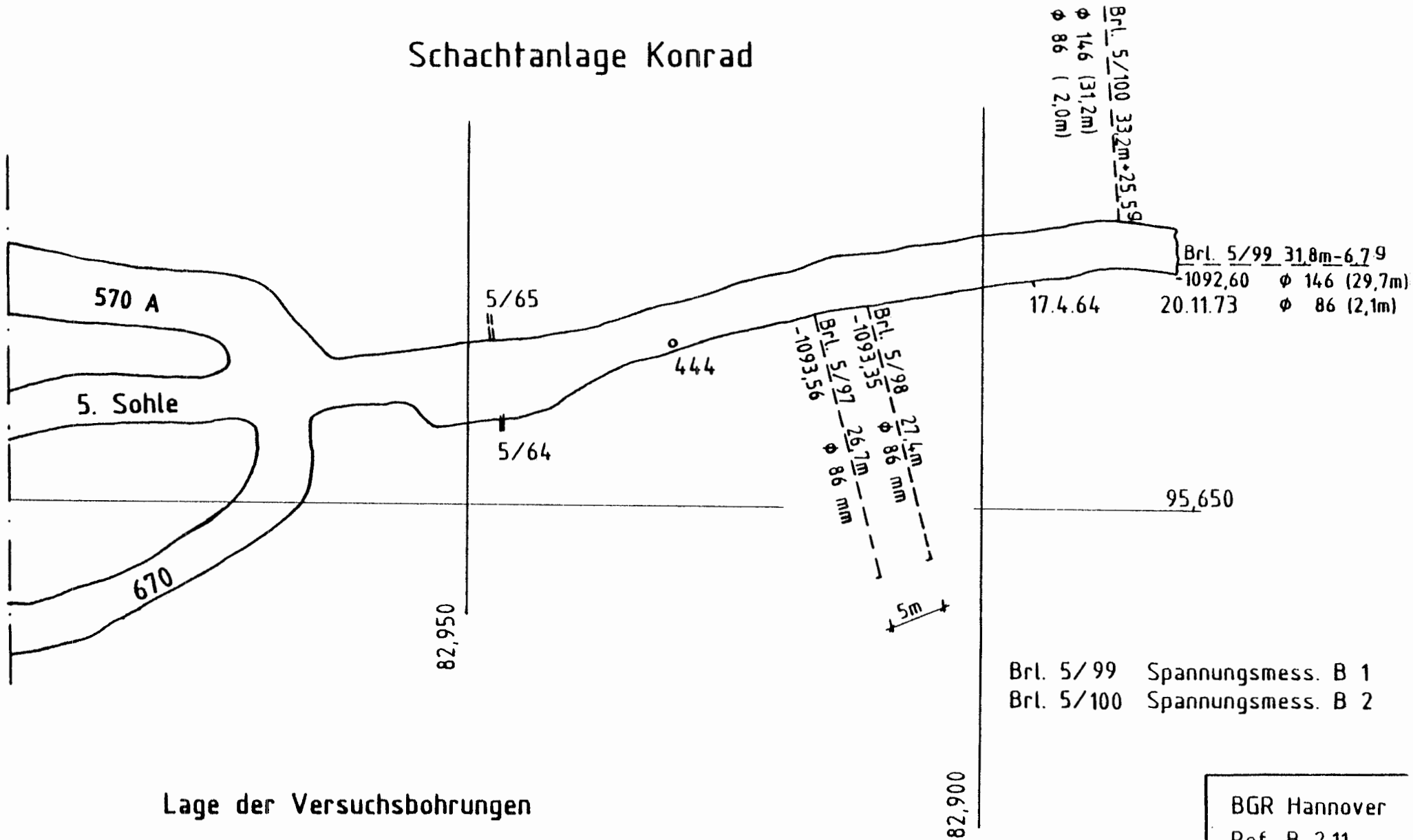


Schachtanlage Konrad  
Grundriß

gez.nach Unterlagen  
 der P+S AG

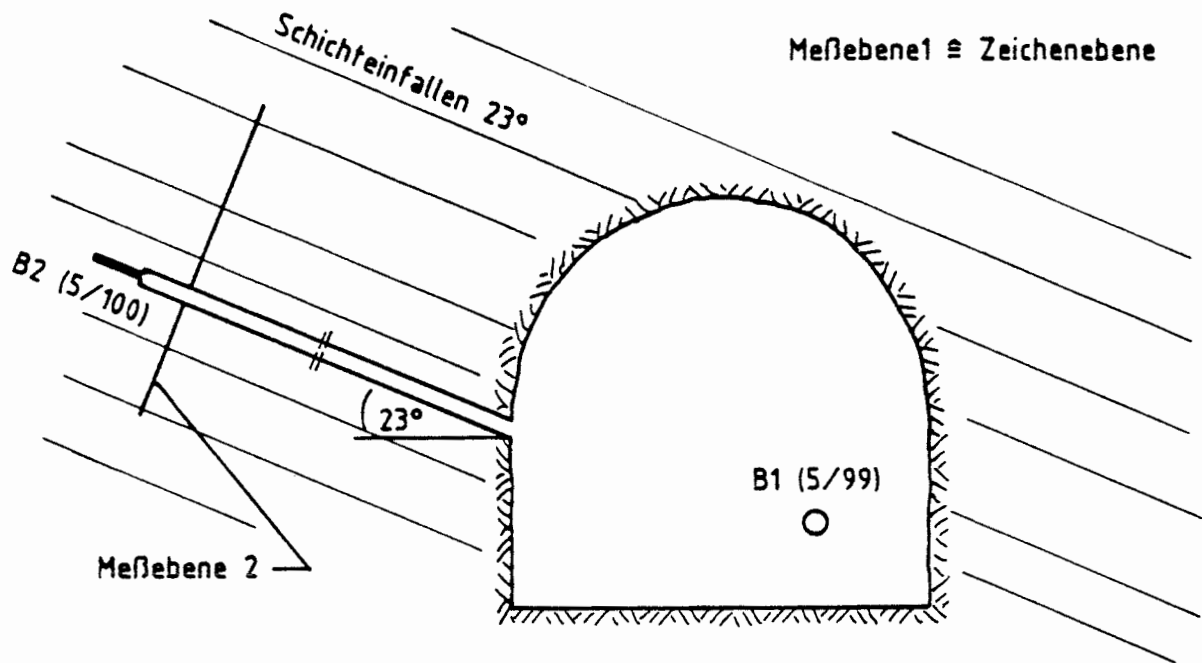
BGR Hannover  
 Ref. B 211  
 Anlage 1

# Schachtanlage Konrad

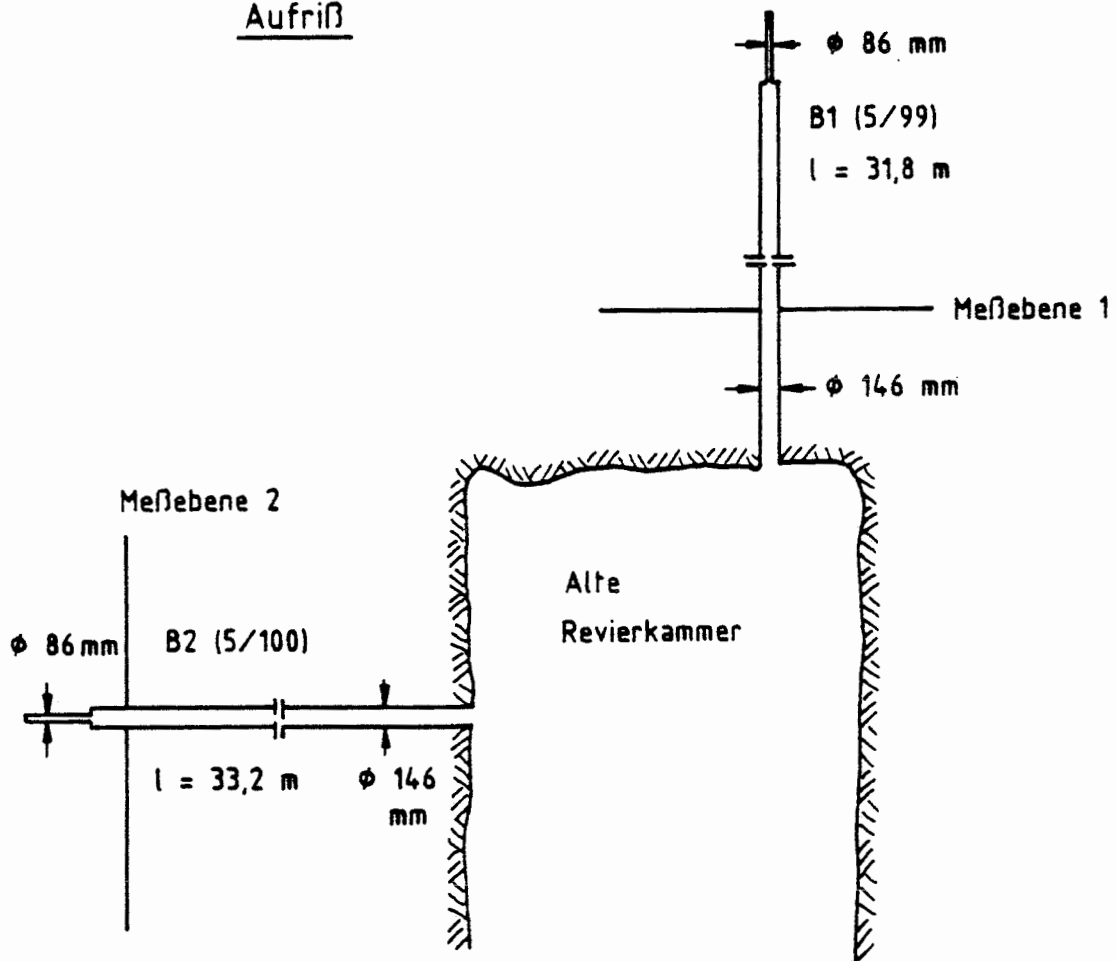


Lage der Versuchsbohrungen

BGR Hannover  
 Ref. B 2.11  
 Anlage 2



Aufriß

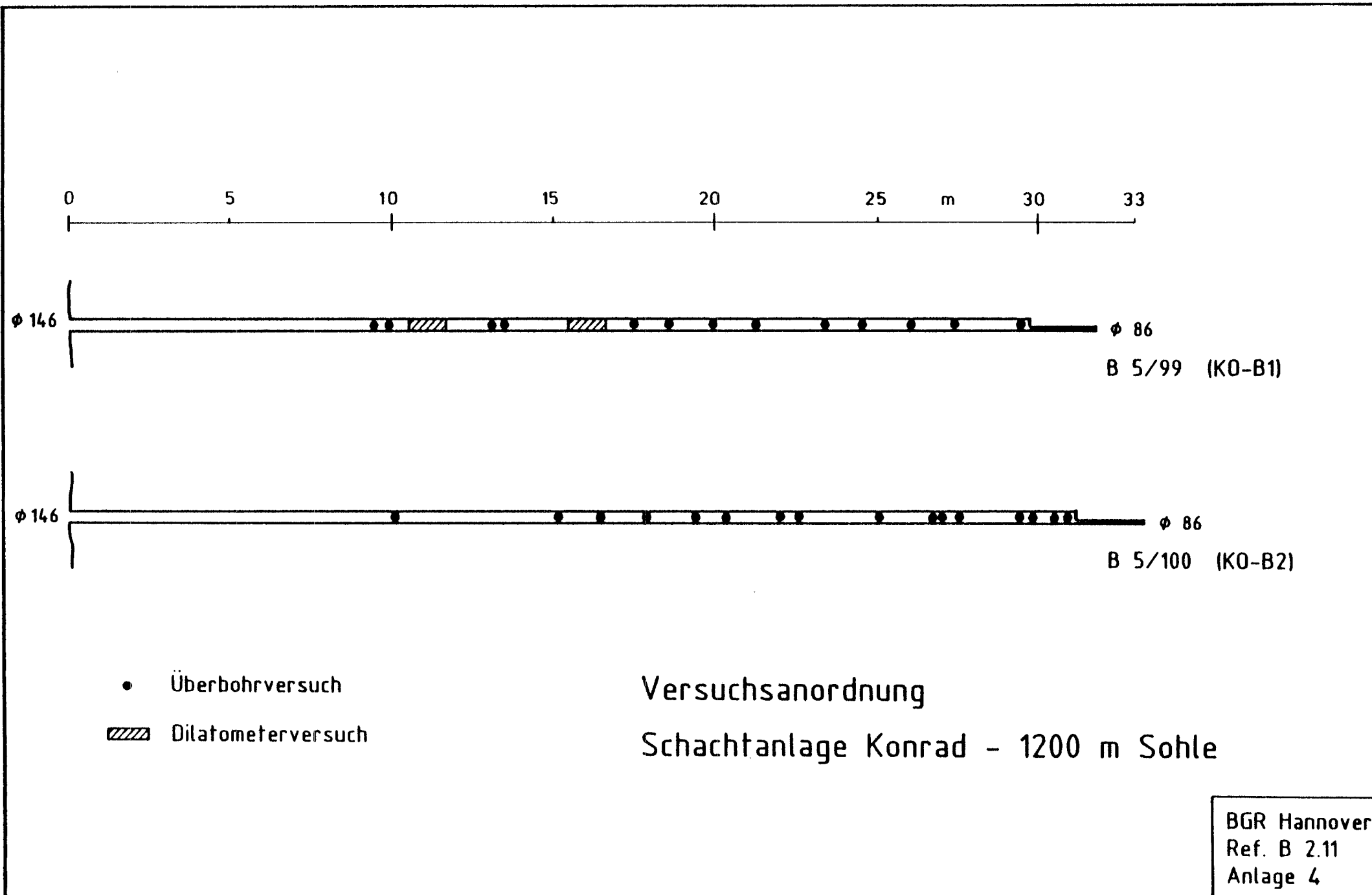


Grundriß

Darstellung der Versuchsbohrungen

BGR Hannover  
 Ref. B 2.11  
 Anlage 3





Versuchsanordnung

Schachtanlage Konrad - 1200 m Sohle

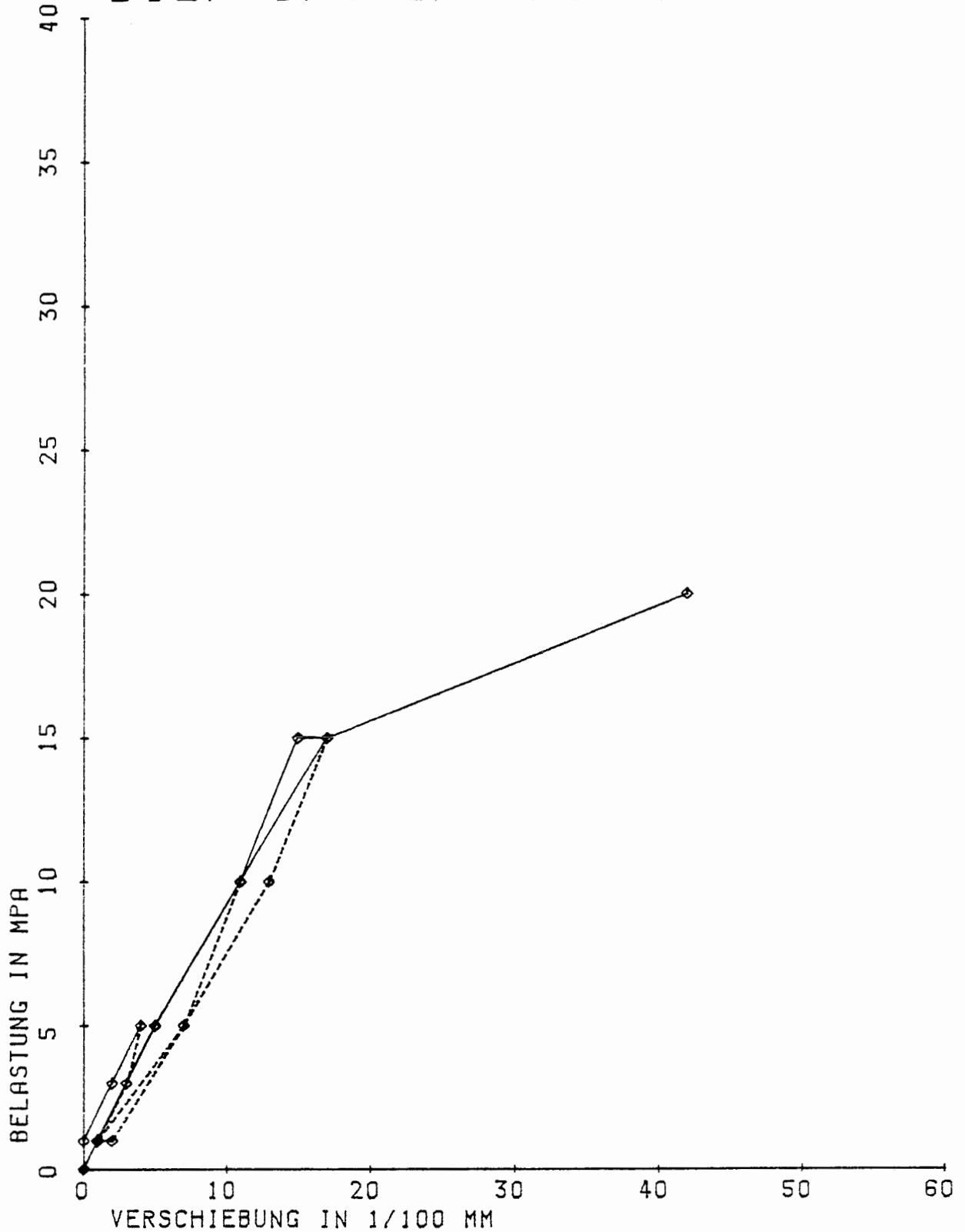
- Überbohrversuch
- ▨ Dilatometerversuch

Zusammenstellung der Spannungs- und Verformungsmessungen  
in der Schachtanlage Konrad (1200 m - Sohle)

Vers.-Bezeichnung	Versuchsart	Versuchssteufe	Bohrlochorientierung	Bemerkungen
KO-BS1-B1	BGR-Sonde	9,46 m	Süd 6° ↓	Kernbruch
KO-BS2-B1	"	9,87 m	"	"
KO-BS3-B1	"	13,13 m	"	"
KO-BS4-B1	"	13,44 m	"	"
KO-BS5-B1	"	17,25 m	"	"
KO-BS6-B1	"	18,22 m	"	"
KO-BS7-B1	"	19,75 m	"	"
KO-BS8-B1	"	21,18 m	"	"
KO-BS9-B1	"	23,15 m	"	"
KO-BS10-B1	"	24,27 m	"	"
KO-BS11-B1	"	25,73 m	"	"
KO-BS12-B1	"	26,06 m	"	"
KO-BS13-B1	"	29,29 m	"	"
KO-BS1-B2	BGR-Sonde	9,82 m	E 23° ↑	
KO-BS2-B2	"	14,90 m	"	
KO-BS3-B2	"	16,27 m	"	
KO-BS4-B2	"	17,51 m	"	
KO-BS5-B2	"	19,09 m	"	
KO-BS6-B2	"	20,52 m	"	Kabel abgerissen
KO-BS7-B2	"	21,76 m	"	Kernbruch
KO-BS8-B2	"	22,37 m	"	
KO-BS9-B2	"	24,89 m	"	Kernbruch
KO-BS10-B2	"	26,27 m	"	"
KO-BS11-B2	"	26,44 m	"	
KO-BS12-B2	"	27,16 m	"	
KO-BS13-B2	"	28,68 m	"	Kernbruch
KO-BS14-B2	"	29,57 m	"	
KO-BS15-B2	"	30,15 m	"	
KO-BS16-B2	"	30,64 m	"	
KO-DI1-B1	Dilatometer	10,52/11,55	Süd 6° ↓	
KO-DI2-B1	"	15,45/16,77	"	

BGR Hannover  
Ref B 211  
Juli 1985  
Anlage 5

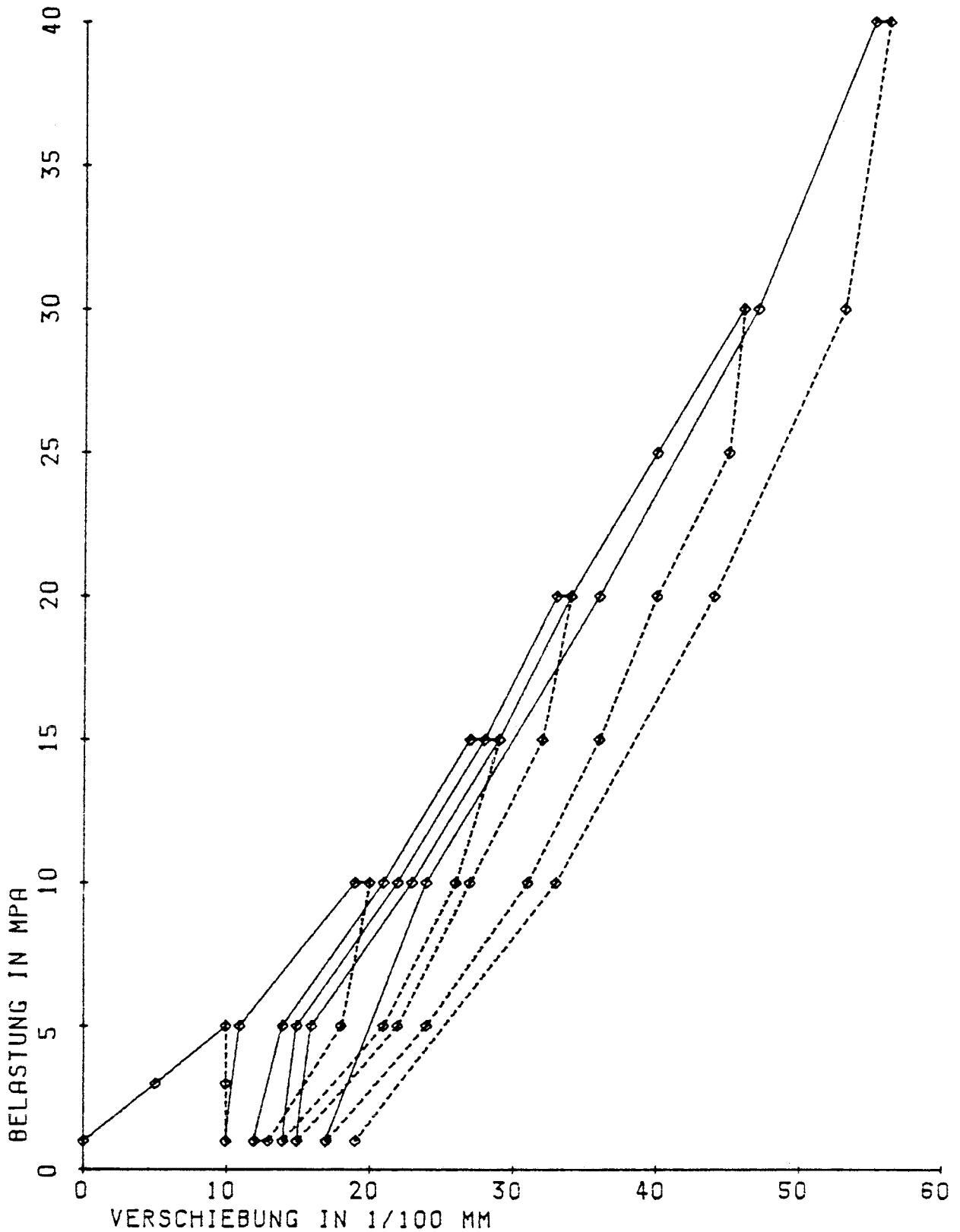
# DILATOMETERVERSUCH K0-DI1-B1



VERSUCHSORT : KONRAD 1200 M SOHLE  
BOHRUNG : SP1 (1/5)  
TEUFE : 11.03 M  
DATUM : 30.01.1985  
MESSRICHTUNG : VERTIKAL MESSTELLE 1

BGR Hannover  
Ref B 211  
Juli 1985  
Anlage 6

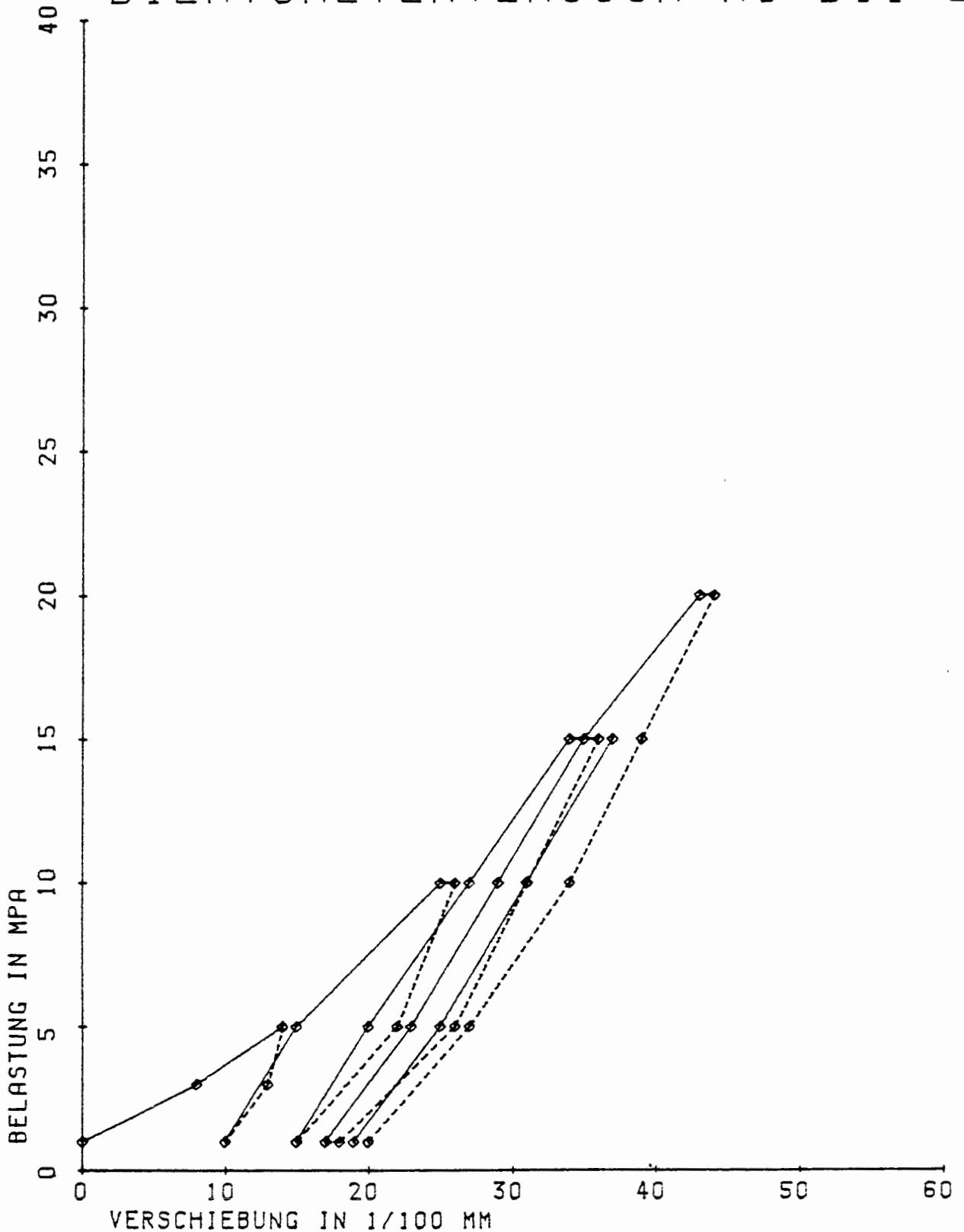
# DILATOMETERVERSUCH K0-DI1-B1



VERSUCHSORT : KONRAD 1200 M SOHLE  
 BOHRUNG : SP1 (1/5)  
 TEUFE : 11.03 M  
 DATUM : 30.01.1985  
 MESSRICHTUNG : 135 MESSTELLE 2

BGR Hannover  
 Ref B 211  
 Juli 1985  
 Anlage 7

# DILATOMETERVERSUCH K0-DI1-B1



VERSUCHSORT : KONRAD 1200 M SOHLE  
 BOHRUNG : SP1 (1/5)  
 TEUFE : 11.03 M  
 DATUM : 30.01.1985  
 MESSRICHTUNG : 90 MESSTELLE 3

BGR Hannover  
 Ref. B 211  
 Juli 1985  
 Anlage 8

DILATOMETERAUSWERTUNG SCHACHT KONRAD 1200 M SOHLE

VERSUCH KO-D11-B1

(MIT SCHLAUCHVERFORMUNG)

DATUM 30.1. 1985  
TEUFE 11.50 M

\*\*\*\*\*  
VERFORMUNGSMODULI (MN/M^2)  
\*\*\*\*\*

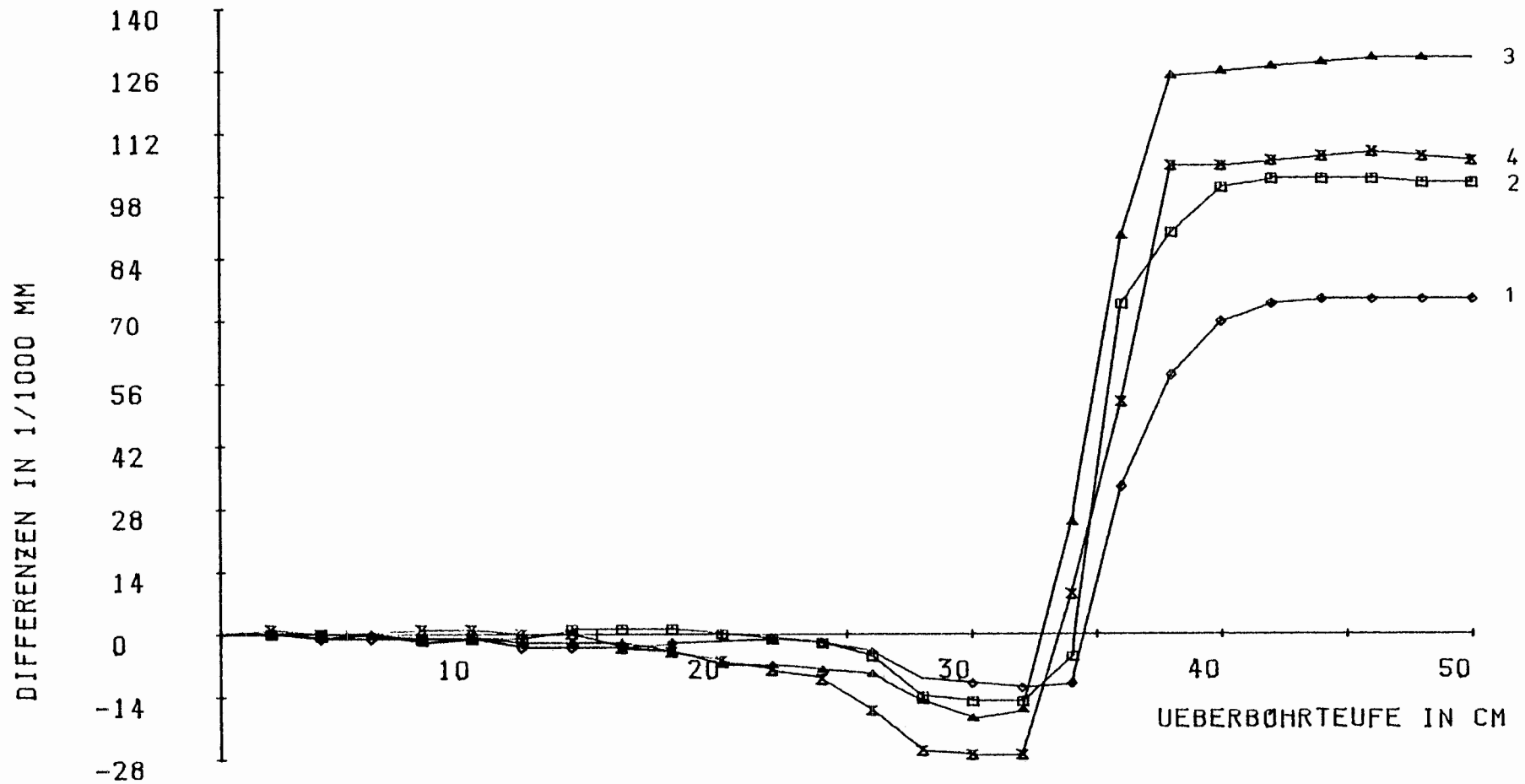
BELASTUNG MN/M^2	MESS-STELLE 1				MESS-STELLE 2				MESS-STELLE 3				MESS-STELLE 4				
	QUERKONTRAKTION				QUERKONTRAKTION				QUERKONTRAKTION				QUERKONTRAKTION				
	0.20	0.25	0.30	0.40	0.20	0.25	0.30	0.40	0.20	0.25	0.30	0.40	0.20	0.25	0.30	0.40	
1.0	5.0	11400	11900	12300	13300	4600	4700	4900	5300	3300	3400	3500	3800				
1.0	10.0	10200	10700	11100	11900	10200	10700	11100	11900	6400	6700	6900	7500				
1.0	15.0	10000	10400	10800	11600	9400	9800	10200	10900	7600	7900	8200	8800				
1.0	20.0	7500	7800	8100	8700	10800	11300	11700	12600	8000	8300	8700	9300				

\*\*\*\*\*  
ELASTIZITÄTSMODULI (MN/M^2)  
\*\*\*\*\*

ENTLASTUNG MN/M^2	MESS-STELLE 1				MESS-STELLE 2				MESS-STELLE 3				MESS-STELLE 4				
	QUERKONTRAKTION				QUERKONTRAKTION				QUERKONTRAKTION				QUERKONTRAKTION				
	0.20	0.25	0.30	0.40	0.20	0.25	0.30	0.40	0.20	0.25	0.30	0.40	0.20	0.25	0.30	0.40	
5.0	1.0	15200	15800	16400	17700					11400	11900	12300	13300				
10.0	1.0	10200	10700	11100	11900	12800	13300	13900	14900	9300	9700	10100	10900				
15.0	1.0	10000	10400	10800	11600	10400	11100	11500	12400	8400	8700	9100	9800				
20.0	1.0					11400	11900	12300	13300	8600	9000	9400	10100				

BGR Hannover  
Ref. B 2 11  
Juli 1985  
Anlage 9

# BGR - UEBERBOHRVERSUCH K0-BS7-B1

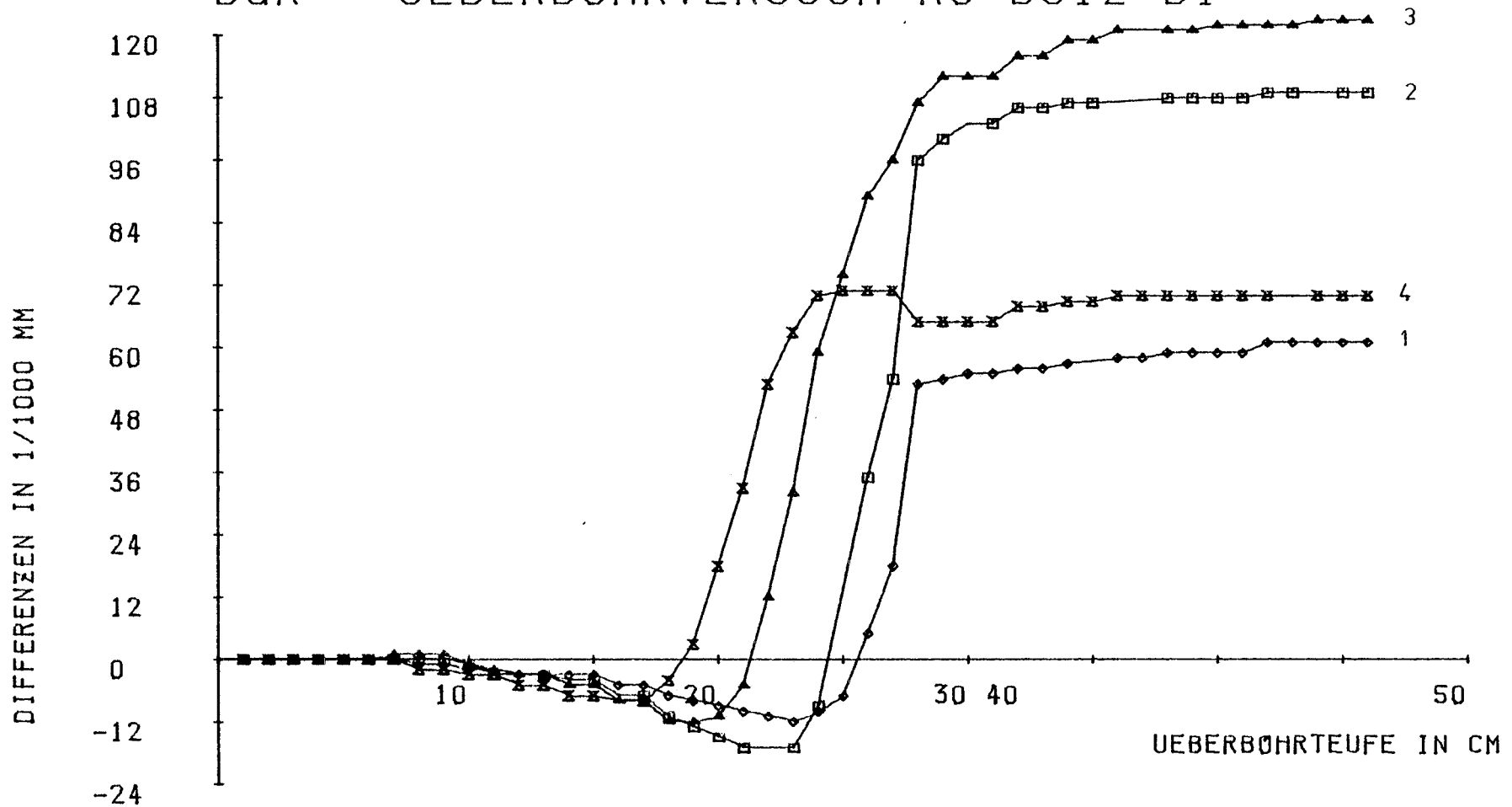


VERSUCHSORT : KONRAD 1200 M SÖHLE  
 UEBERBOHRTEUFE VON 19.75 M BIS 20.25 M  
 DATUM : 11.02.85

◆ GEBER 1    □ GEBER 2  
 ▲ GEBER 3    × GEBER 4

BGR HANNÖVER  
 REF. B 2.11  
 ANLAGE 10

# BGR - UEBERBOHRVERSUCH K0-BS12-B1



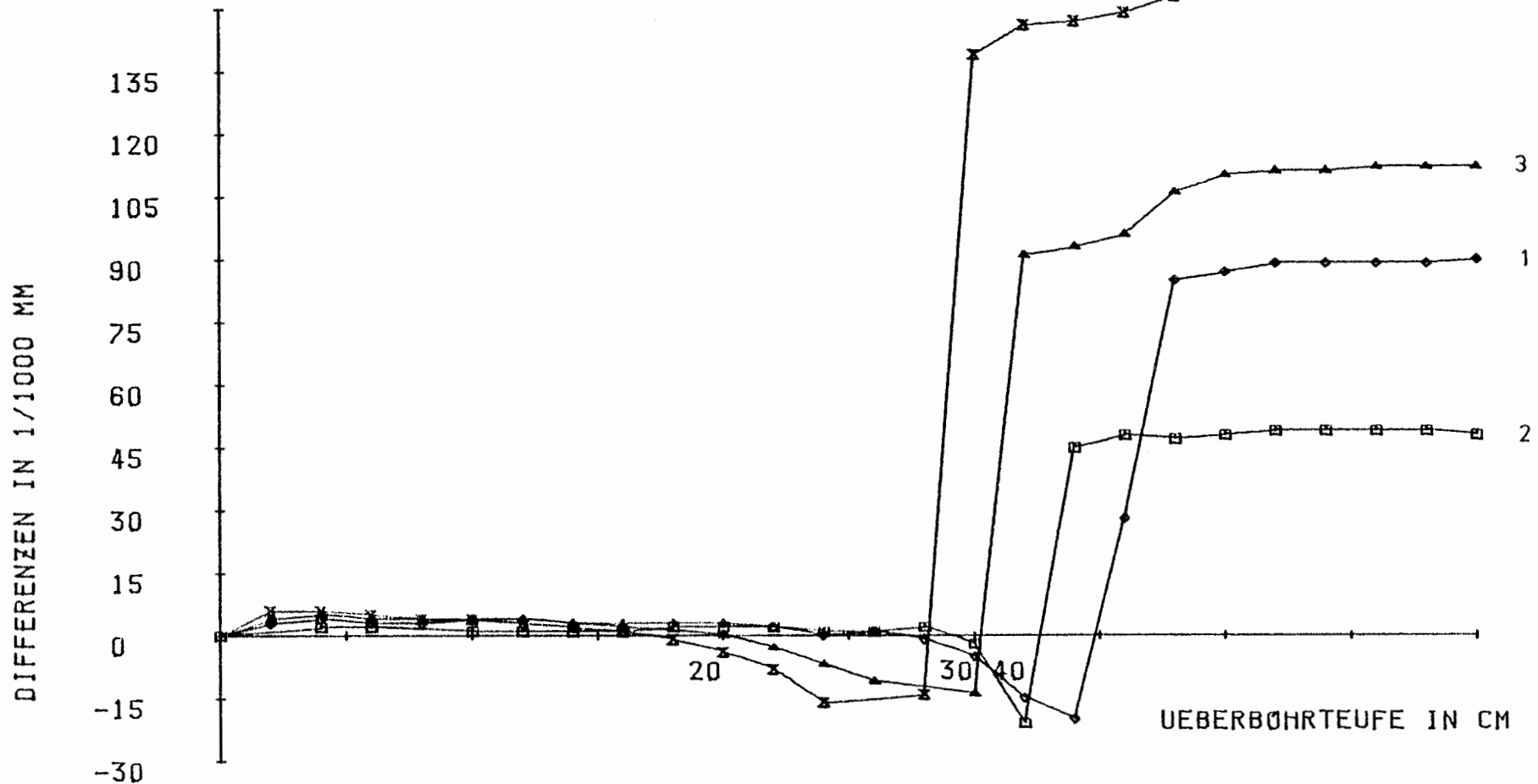
VERSUCHSORT : KONRAD 1200 M SOHLE  
 UEBERBOHRTEUFE VON 27.06 M BIS 27.52 M  
 Datum : 28.02.85

♦ GEBER 1    □ GEBER 2  
 ▲ GEBER 3    × GEBER 4

BGR HANNÖVER  
 REF. B 2.11  
 ANLAGE 11



# BGR - UEBERBOHRVERSUCH K0-BS4-B2

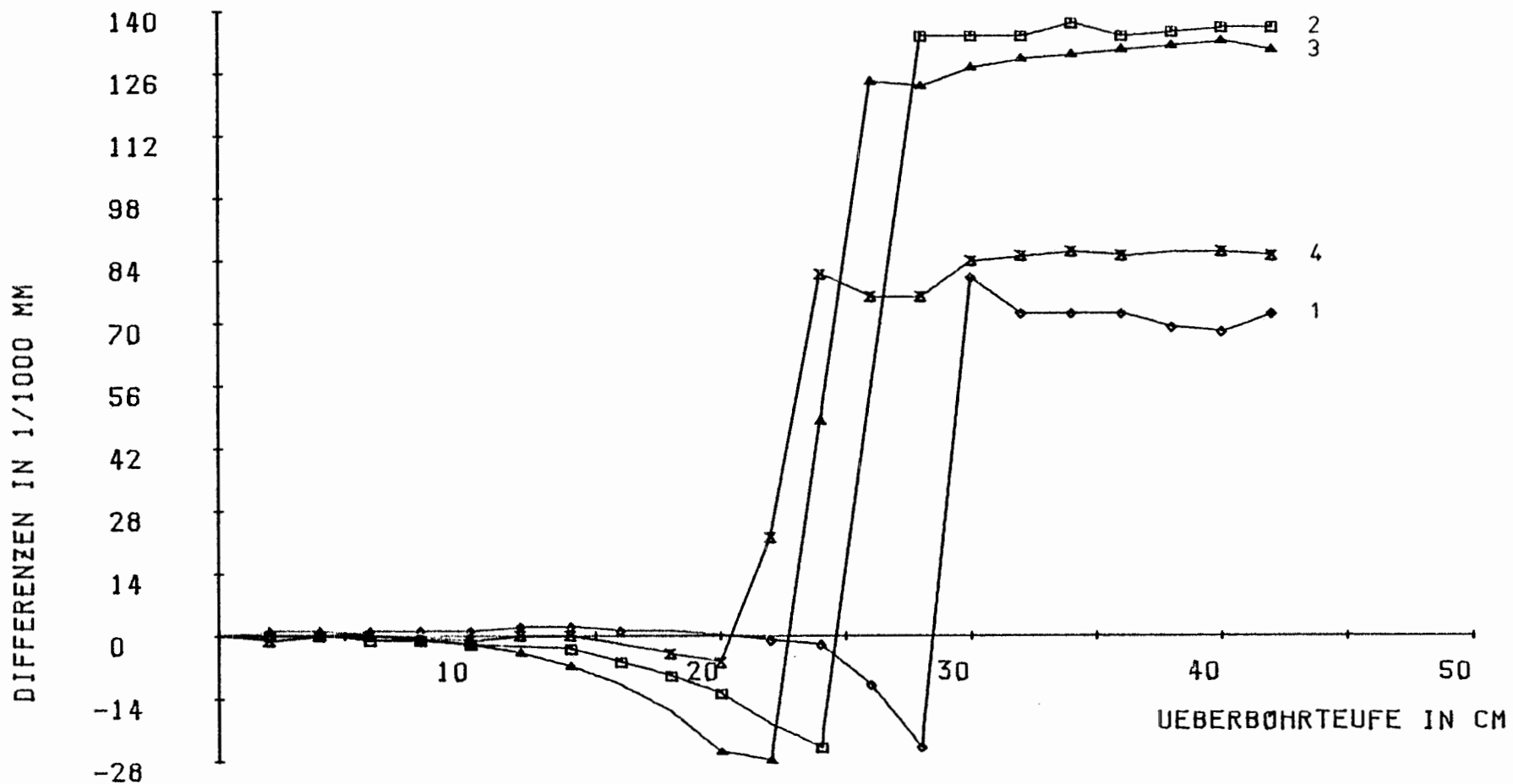


VERSUCHSORT : KONRAD 1200 M SOHLE  
 UEBERBOHRTEUFE VON 17.51 M BIS 18.01 M  
 DATUM : 27.03.85

◆ GEBER 1    □ GEBER 2  
 ▲ GEBER 3    × GEBER 4

BGR HANNOVER  
 REF. B 2.11  
 ANLAGE 12

# BGR - UEBERBOHRVERSUCH K0-BS5-B2



VERSUCHSORT : KONRAD 1200 M SOHLE  
 UEBERBOHRTEUFE VON 19.09 M BIS 19.51 M  
 DATUM : 29.03.85

◆ GEBER 1    □ GEBER 2  
 ▲ GEBER 3    × GEBER 4

BGR HANNOVER  
 REF. B 2.11  
 ANLAGE 13

# BGR-UEBERBOHRMETHODE

B G R        R E F .   2 . 1 1

VERSUCHSBEZ. : KO-BS7-B1

VERSUCHSORT : 1200M SOHLE

BOHRUNG : 5/99

SONDENORIENT. : GEBER 3 VERTIKAL

DATUM : 11.02.85

UEBERBOHRTEUFE VON 19.75 BIS 20.25 METER

\*\*\*\*\*

## M E S S W E R T E

DURCHMESSERRÄNDERUNG IN MESSRICHTUNG 1 : 74 [1/1000 MM]

DURCHMESSERRÄNDERUNG IN MESSRICHTUNG 2 : 114 [1/1000 MM]

DURCHMESSERRÄNDERUNG IN MESSRICHTUNG 3 : 126 [1/1000 MM]

DURCHMESSERRÄNDERUNG IN MESSRICHTUNG 4 : 99 [1/1000 MM]

\*\*\*\*\*

## G E B I R G S K E N N W E R T E

ELASTIZITÄTSMODUL E = 12000 MPA

QUERDEHNUNGSZAHL  $\nu_E$  = .25

\*\*\*\*\*

## H A U P T S P A N N U N G E N

OHNE AXIALE MESSRICHTUNG

MESS- RICHTUNGEN	I	SIGMAH1 [MPA]	SIGMAH2 [MPA]	ALPHA [GRAD]	ALPHST [GRAD]
1,2,3	I	15.97	11.86	165.84	14.16
2,3,4	I	16.27	13.37	169.48	10.52
3,4,1	I	15.72	12.10	178.92	1.08
4,1,2	I	17.14	12.50	173.51	6.49

ALPHA = WINKEL ZWISCHEN VERTIKALACHSE UND GR. HAUPTACHSE  
(POSITIV DEFINIERT GEGEN UHRZEIGERSINN)

ALPHST = WINKEL ZWISCHEN VERTIKALACHSE UND GR. HAUPTACHSE

\*\*\*\*\*

# BGR-UEBERBOHRMETHODE

B G R      R E F .   2 . 1 1

VERSUCHSBEZ. : KO-B34-B2

VERSUCHSORT : 1200M SOHLE

BOHRUNG : 5/100

SONDENORIENT. : GEBER 3 VERTIKAL

DATUM : 28.03.85

UEBERBOHRTEUFE VON 17.51 BIS 18.01 METER

BOHRUNG 23 GRAD ↑

\*\*\*\*\*

## M E S S W E R T E

DURCHMESSERAENDERUNG IN MESSRICHTUNG 1 : 97 [1/1000 MM]

DURCHMESSERAENDERUNG IN MESSRICHTUNG 2 : 158 [1/1000 MM]

DURCHMESSERAENDERUNG IN MESSRICHTUNG 3 : 131 [1/1000 MM]

DURCHMESSERAENDERUNG IN MESSRICHTUNG 4 : 60 [1/1000 MM]

\*\*\*\*\*

## G E B I R G S K E N N W E R T E

ELASTIZITAETSMODUL E = 12000 MPA

QUERDEHNUNGSZAHL Nue = .25

\*\*\*\*\*

## H A U P T S P A N N U N G E N

OHNE AXIALE MESSRICHTUNG

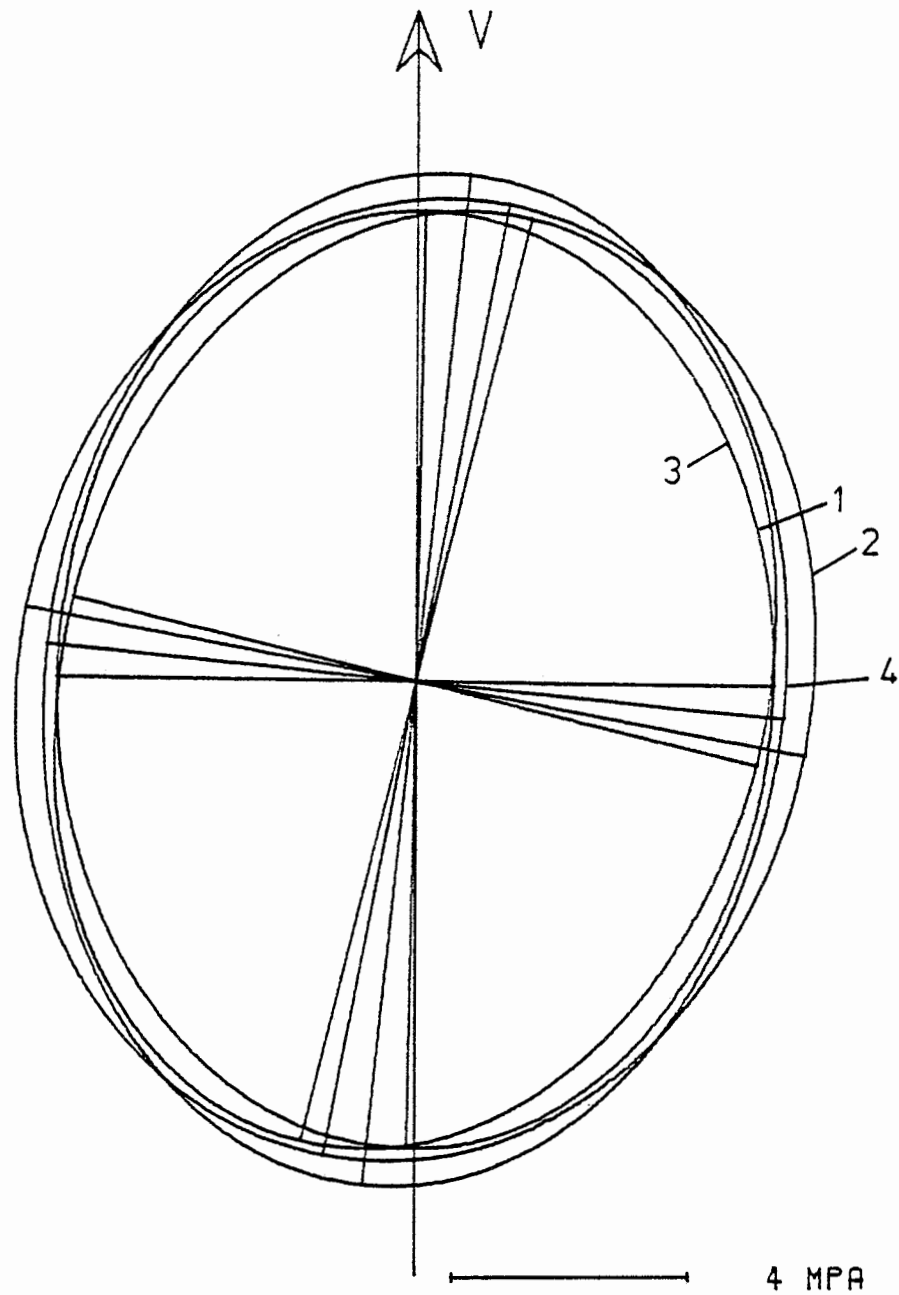
MESS- RICHTUNGEN	I	SIGMAH1 [MPA]	SIGMAH2 [MPA]	ALPHA [GRAD]	ALPHST [GRAD]
1,2,3	I	19.15	12.59	145.57	34.43
2,3,4	I	18.91	11.43	147.12	32.88
3,4,1	I	19.82	11.93	143.72	36.28
4,1,2	I	18.67	11.66	141.84	38.16

ALPHA = WINKEL ZWISCHEN VERTIKALACHSE UND GR. HAUPTACHSE  
(POSITIV DEFINIERT GEGEN UHRZEIGERSINN)

ALPHST = WINKEL ZWISCHEN VERTIKALACHSE UND GR. HAUPTACHSE

\*\*\*\*\*

# HAUPTSPANNUNGEN VERTIKALEBENE K0-BS7-B1



1) MR 1,2,3	SH1 = 16.0 MPA	SH2 = 11.9 MPA	ALPHST = 14 GRAD
2) MR 2,3,4	SH1 = 16.3 MPA	SH2 = 13.4 MPA	ALPHST = 11 GRAD
3) MR 3,4,1	SH1 = 15.8 MPA	SH2 = 12.1 MPA	ALPHST = 1 GRAD
4) MR 4,1,2	SH1 = 17.1 MPA	SH2 = 12.5 MPA	ALPHST = 6 GRAD

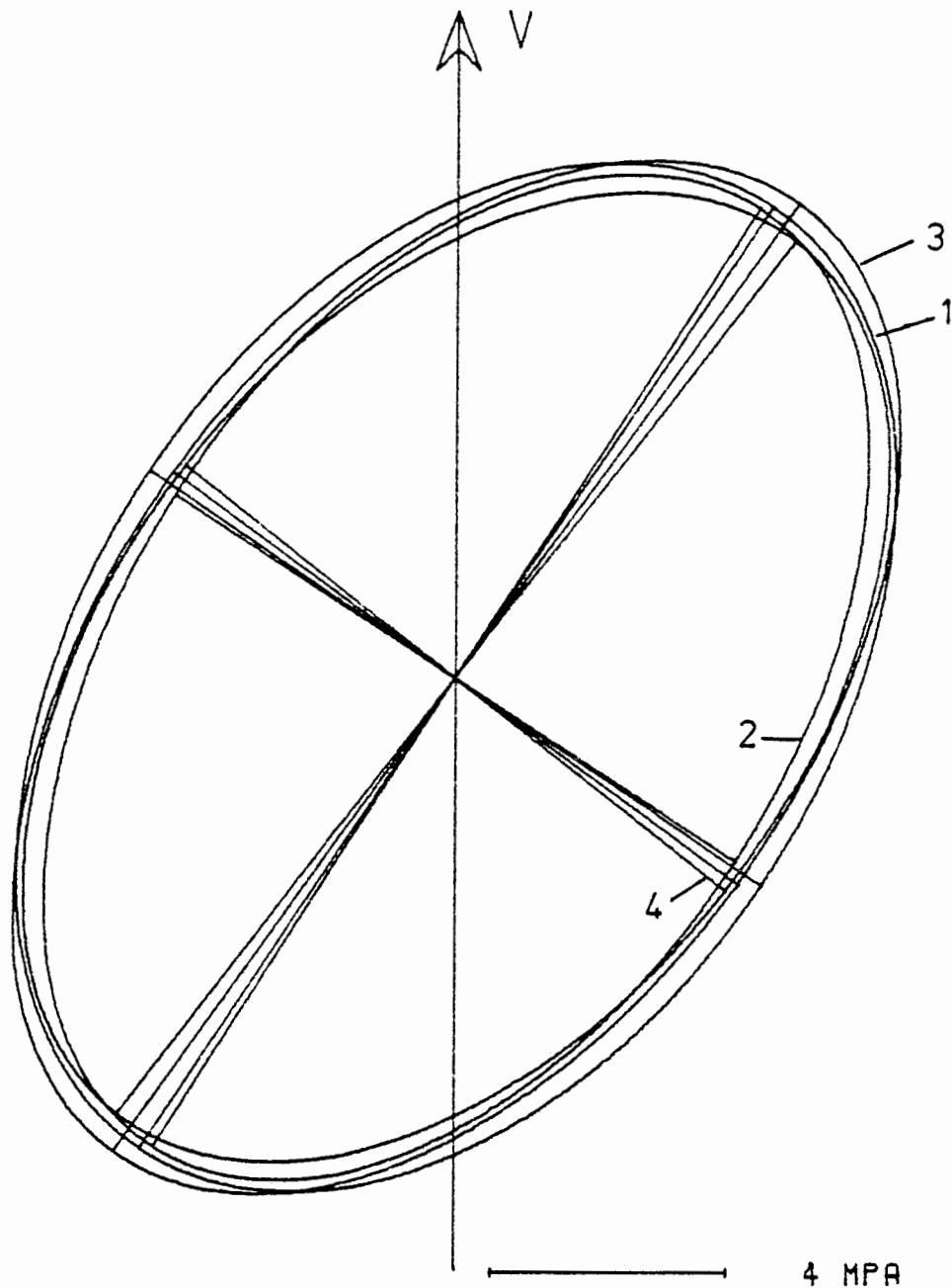
ALPHST = HAUPTSPANNUNGSWINKEL (IM UZ - SINN)

VERSUCHSORT: 1200M SÖHLE  
 BÖHRUNG : 5/99  
 TEUFE : 20.00 M

DATUM : 11.02.85

BGR HANNOVER  
 REF. B 2.11  
 ANLAGE 16

# HAUPTSPANNUNGEN VERTIKALEBENE K0-BS4-B2



1) MR 1,2,3	SH1 = 19.2 MPA	SH2 = 12.6 MPA	ALPHST = 34 GRAD
2) MR 2,3,4	SH1 = 18.9 MPA	SH2 = 11.4 MPA	ALPHST = 33 GRAD
3) MR 3,4,1	SH1 = 19.8 MPA	SH2 = 11.9 MPA	ALPHST = 36 GRAD
4) MR 4,1,2	SH1 = 18.7 MPA	SH2 = 11.7 MPA	ALPHST = 38 GRAD

ALPHST = HAUPTSPANNUNGSWINKEL (IM UZ - SINN)

VERSUCHSORT: 1200M SOHLE  
 BÖHRUNG : 5/100  
 TEUFE : 17.76 M

DATUM : 28.03.85

BGR HANNOVER  
 REF. B 2.11  
 ANLAGE 17

$\sigma_{1,2}$   
MPa

$E = 12000 \text{ MPa}$   
 $\nu = 0,25$

30

20

10

5

10

15

20

25

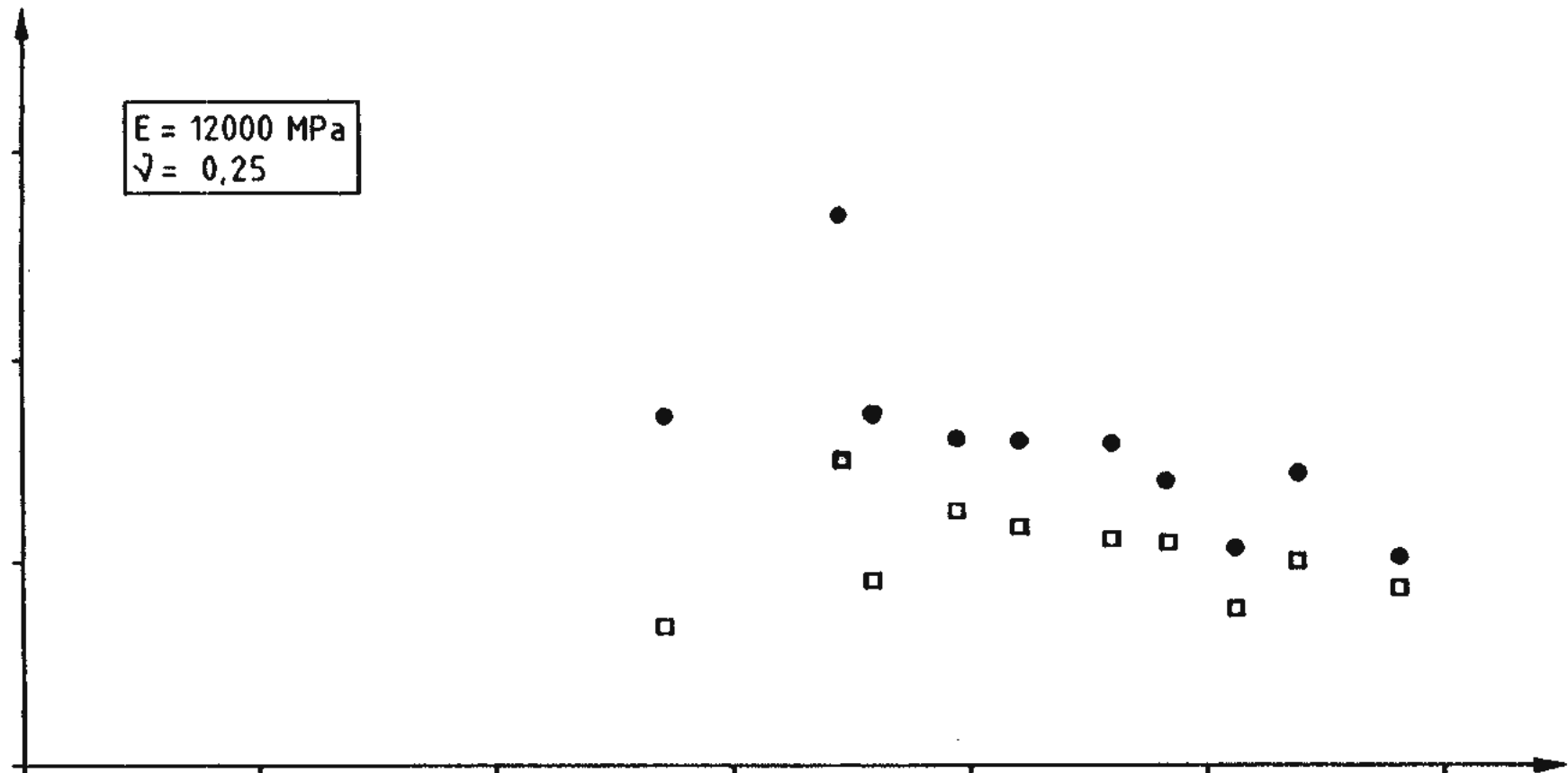
30 m

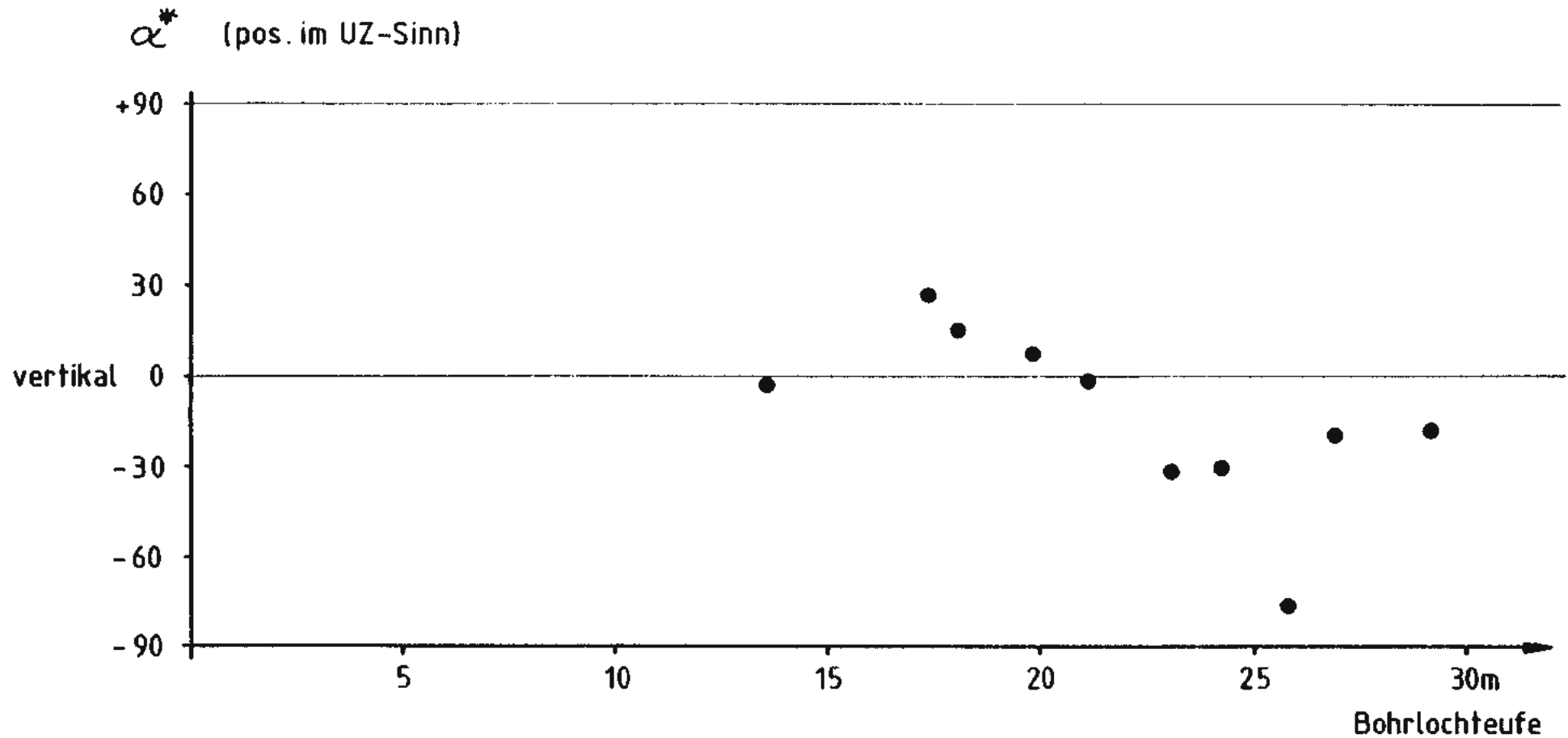
- große Hauptspannung
- kleine Hauptspannung

Bohrlochteufe

Gebirgsspannungen in Horizontalbohrung B1 (5/99)

BGR Hannover  
Ref. B 2.11  
Juli 1985  
Anlage 18

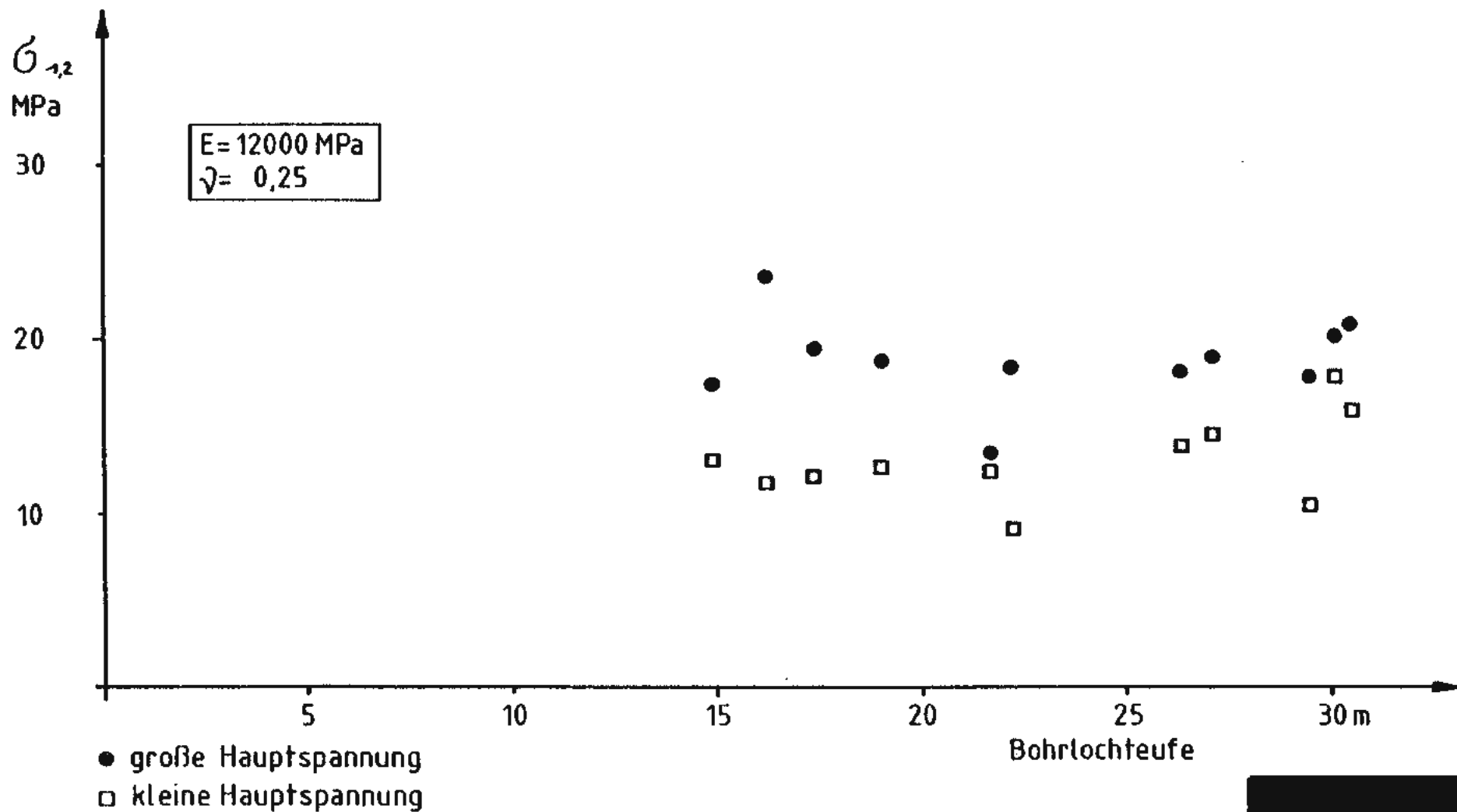




Orientierung der max. Spannung in Bohrung B1 ( 5/99, horizontal)

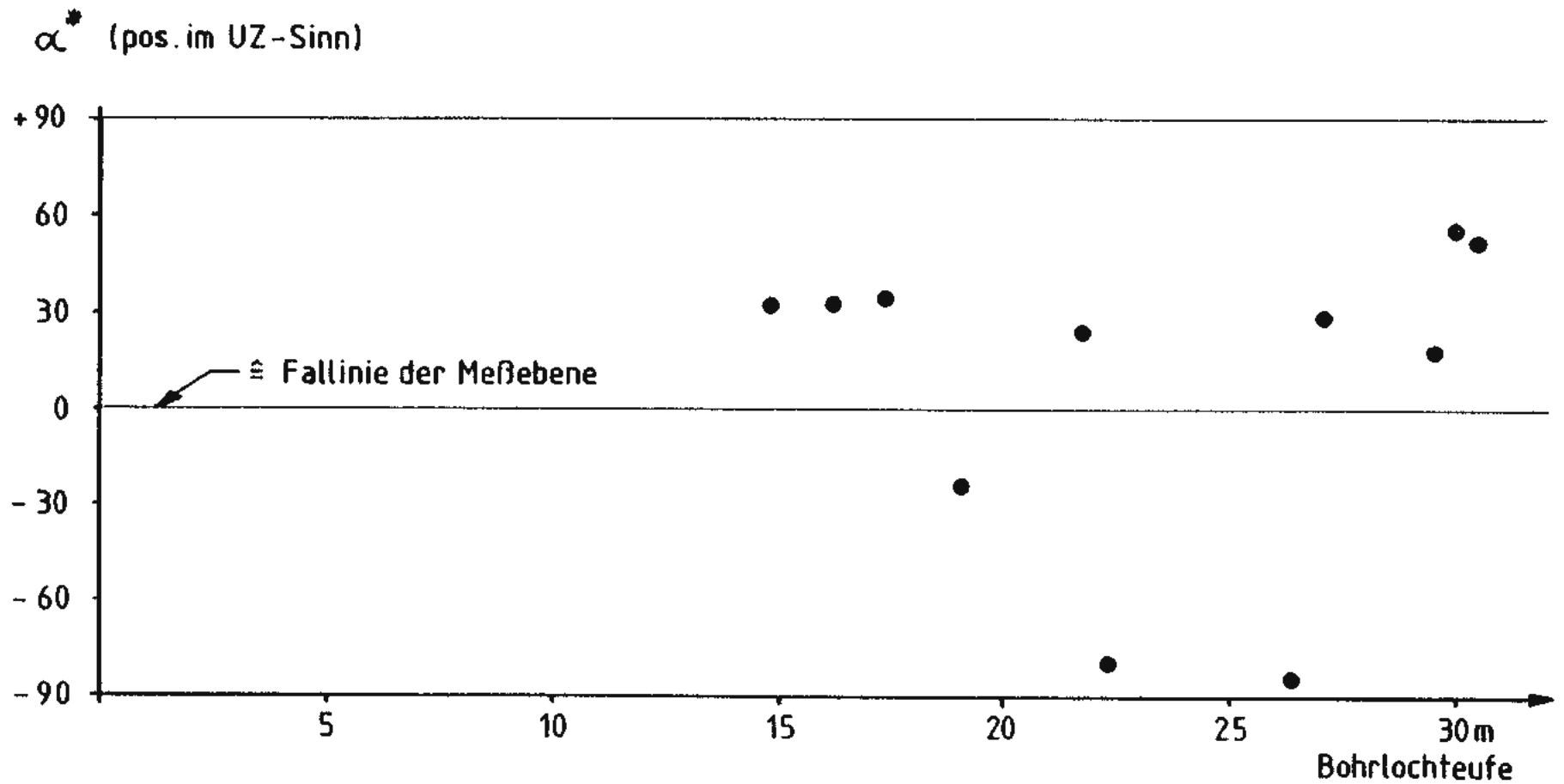
BGR Hannover  
 Ref. B 2.11  
 Juli 1985  
 Anlage 19





Gebirgsspannungen in Bohrung B2 ( 5/100, ansteigend 23°)

BGR Hannover  
 Ref. B 2.11  
 Juli 1985  
 Anlage 20



Orientierung der max. Spannung in  
Bohrung B2 ( 5/100, ansteigend 23°)

BGR Hannover  
Ref. B 2.11  
Juli 1985  
Anlage 21