

INSTITUT FÜR GRUNDBAU UND BODENMECHANIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG · PROF. DR.-ING. WALTER RODATZ

IGB-TUBS · Gaußstraße 2 · 38106 Braunschweig · Telefon (0531) 391-2730 · Telefax (0531) 391-4574



IGB-TUBS

**Die geologischen
und hydrogeologischen Untersuchungen
zur Planung der
Hausmülldeponie Heidberg**

**Zusammenfassung aller
bislang vorliegenden Unterlagen**

Auftraggeber:

Landkreis Helmstedt

Tiefbauamt

Postfach 1560

38335 Helmstedt

Projekt-Nr. 1729/1

Juli 1995

Inhaltsverzeichnis:

1 Vorgang.....	1
2 Verwendete Unterlagen.....	2
3 Ziel der geotechnischen Untersuchungen und Anforderungen an den Standort.....	3
4 Umfang der geotechnischen Untersuchungen.....	5
4.1 Feldarbeiten	5
4.1.1 Bohrungen	5
4.1.2 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes in situ.....	8
4.1.3 Wasserprobenentnahme	10
4.2 Laborarbeiten.....	11
5 Die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen.....	12
5.1 Die geologische Situation.....	12
5.2 Bodenmechanische Beschreibung des Bodenmaterials	15
5.2.1 Bodenmechanische Kenngrößen.....	15
5.2.2 Klassifizierung.....	19
5.3 Die hydraulische Leitfähigkeit der anstehenden Böden	20
5.3.1 Laborergebnisse	20
5.3.2 Feldergebnisse	20
5.4 Chemismus	23
5.5 Die Grundwasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet.....	26
5.5.1 Die allgemeine Grundwassersituation.....	26
5.5.2 Die Grundwassermorphologie.....	29
5.5.3 Der höchste anzunehmende Grundwasserstand.....	34
6 Geologische und hydrogeologische Bewertung.....	40
7 Zusammenfassung	42

Anlagen

1. Tabellarische Aufstellung aller bislang durchgeföhrter Pegelmessungen am geplanten Standort "Heidberg" (Landkreis Helmstedt).
2. Meßdaten der Grundwassermeßstelle Fuhrberg-Süd 262/2R (Staatliches Amt für Wasser und Abfall Hildesheim).

1 Vorgang

Der Landkreis Helmstedt beabsichtigt zwischen den Ortschaften Barmke, Rennau und Rottorf die Errichtung einer Hausmülldeponie. Im Zuge der Diskussion eines neuen Planungskonzeptes für die Zentraldeponie Heidberg am 12.01.1995 stellte sich die Notwendigkeit einer Zusammenfassung aller bislang vorliegenden geotechnischen Gutachten heraus. Das Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig erhielt mit dem Schreiben vom 21.02.1995 den Auftrag zur Überarbeitung und Zusammenfassung der bisherigen Untersuchungen.

Die bislang vorliegenden geotechnischen Untersuchungsergebnisse bzgl. der geologischen und hydrogeologischen Erkundungsmaßnahmen sind in 6 Einzelgutachten (s. Kapitel 2) gefaßt. Dabei führte die geologische Vorerkundung und die geologische und hydrogeologische Standorterkundung das Institut für Geologie und Paläontologie der TU Braunschweig in den Jahren 1987 und 1989/90 aus. Ergänzende hydrogeologische Untersuchungen für die Baugrunderkundung und die erdstatistischen Berechnungen zur Planung der Deponie oblagen dem Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig (IGB-TUBS) in den Jahren 1989 bis 1992.

Da für die weitere Planung die Kenntnis der lokalen Grundwasserverhältnisse von besonderer Bedeutung ist, soll diese Zusammenstellung auch eine erneute Analyse der vorhandenen Grundwasserdaten unter Einbeziehung aller bisherigen Meßergebnisse beinhalten.

Ziel dieser Zusammenstellung ist es, die Vielfalt der geotechnischen Einzelinformationen zu bündeln und in einer durchschaubaren Struktur offenzulegen. Dabei wird auf die schnelle Verfügbarkeit der Informationen Wert gelegt.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] Durchführung des Abfallgesetzes; Anforderungen an Deponiestandorte für Siedlungsabfälle. RdErl. d. MU vom 27.11.1991 (Standorterlaß).
- [2] NN., 3. allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) vom 14.05.1993.
- [3] Geologisches Gutachten zur Möglichkeit, eine Hausmülldeponie des Landkreises Helmstedt bei Rennau zu errichten. Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Braunschweig - Gruppe Grundwasser und Boden - ; 18.12.1987.
- [4] Geologische Standortuntersuchung im Bereich der geplanten Hausmülldeponie des Landkreises Helmstedt bei Rennau. Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Braunschweig - Gruppe Grundwasser und Boden - ; 16.10.1989.
- [5] Gutachten zur hydrogeologischen Situation im Bereich der geplanten Zentraldeponie "Heidberg" des Landkreises Helmstedt. Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Braunschweig - Gruppe Grundwasser und Boden - ; 06.12.1990.
- [6] Baugrundkundung und erdstatistische Berechnungen zur Planung der neuen Hausmülldeponie "Heidberg". Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig; 22.07.1991.
- [7] Eignungsprüfung von mineralischem Dichtungsmaterial für die neue Deponie "Heidberg". Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig; 22.07.1991.
- [8] Ergänzende hydrogeologische Untersuchungen für die Baugrundkundung und die erdstatistischen Berechnungen zur Planung der neuen Hausmülldeponie "Heidberg". Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig; 14.11.1991.
- [9] Hydraulische Tests am Standort der geplanten Hausmülldeponie Heidberg. Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig; 03.09.1991.
- [10] Eignungsprüfung zur Herstellung einer geotechnischen Barriere für die neue Deponie "Heidberg". Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig; 11.12.1992.

3 Ziel der geotechnischen Untersuchungen und Anforderungen an den Standort

Ziel der geotechnischen Untersuchungen ist es, klare Aussagen über die Eignung des geplanten Deponiestandortes treffen zu können. Maßgebend für eine Standortbewertung sind in der Bundesrepublik Deutschland verschiedene Regelwerke, die definierte Vorgaben an den Untersuchungsraum im Hinblick auf einen ausreichenden Umweltschutz postulieren. Dabei sind die Anforderungen an den künftigen Deponiestandort „Heidberg“ unter dem Gesichtspunkt der Anlage einer Deponie der Klasse II nach der bundesweit gültigen Verwaltungsvorschrift der TA Siedlungsabfall vom 14.05.1993 [2] und länderspezifisch für Niedersachsen durch den RdErl. d. MU vom 27.11.1991 [1] geregelt. Zur Bewertung eines möglichen Deponiestandortes gelten somit folgende Richtlinien:

Gefordert werden geologisch und hydrogeologisch geeignete Standorte, deren Untergrundaufbau folgende Gesteinsformationen ausschließt:

- Karstgebiete oder Gebiete mit besonders wasserwegsamen Untergrund. (Für Deponien der Klasse I sind Ausnahmen möglich.)[2].
- Zonen der Erdbebengefährdung oder tektonisch aktiver Störungen [2].
- Bereiche in denen eine Gefährdung durch Hangrutschungen und Erdfälle besteht [2].
- Gebiete, in denen durch bergbauliche Tätigkeiten Risiken für das Deponiebauwerk bestehen [2].
- Grundwasservorkommen von übergeordneter wasserwirtschaftlicher Bedeutung unterhalb der Deponie [1].



Geeignet sind folgende Standorte:

Bis in einer Tiefe von mindestens 5 m müssen Gesteine mit einem hohen Schadstoffrückhaltevermögen anstehen, dazu zählen u.a. [1]:

- gemischtkörnige Böden mit einem Feinkomanteil (Ton und Schluff) > 15 Gew.-%
- Feinkörnige oder organogene Böden
- Tonsteine
- Schluffsteine
- Mergelsteine
- Gemische dieser Gesteine

Weiterhin gelten folgende Anforderungen:

- Eine Wasserdurchlässigkeit beschrieben durch den Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1 \times 10^{-7}$ m/s darf im Regelfall nicht überschritten werden [1],[2].
- Die natürliche Barriere muß mindestens 50 m über den Ablagerungsbereich hinaus flächenhaft verbreitet sein [1].
- Nach Abklingen der Untergrundsetzungen unter der Auflast der Deponie muß das Deponieplanum mindestens 1 m über der höchsten zu erwartenden Grundwasseroberfläche bzw. Grundwasserdruckfläche bei freiem oder gespanntem Grundwasser nach DIN 4049, Teil 1 liegen.

Höhere Druckspiegel sind zulässig, wenn nachgewiesen wird, daß das am Grundwasserkreislauf aktiv teilnehmende Grundwasser nicht nachteilig beeinträchtigt wird. Eine derartige Beeinträchtigung ist insbesondere dann nicht zu erwarten, wenn der Untergrund aus sehr gering durchlässigen Böden oder Gesteinsschichten mit ausreichender Mächtigkeit und erheblicher flächenhafter Ausbreitung über den eigentlichen Deponiebereich hinaus besteht [2].

4 Umfang der geotechnischen Untersuchungen

Gemäß TA Siedlungsabfall vom 14.05.1993 hängt der Umfang der geotechnischen Untersuchungen von den standortspezifischen Gegebenheiten ab. *"Er ist im Einzelfall so festzulegen, daß eine hinreichend genaue Beschreibung des Untergrundes bis in größere Tiefen möglich ist [2]."*

Für die Erfassung aller geologischen bzw. hydrogeologischen Gegebenheiten und bodenmechanischen Kenngrößen sind neben der Auswertung vorhandener Unterlagen somit Feld- und Laborarbeiten unerlässlich. Zweckmäßigerweise wurde der Untersuchungsaufwand für den Standort der geplanten Deponie "Heidberg" entsprechend den ange troffenen Verhältnissen fortlaufend modifiziert.

4.1 Feldarbeiten

4.1.1 Bohrungen

Im Zuge der geologischen Vorerkundung wurden zunächst vom Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Braunschweig im Jahre 1987 auf dem in Frage kommenden Gelände (ca. 90 ha) sechs Spülbohrungen (R1, R3 - R7) und eine Kernbohrung (R2) abgeteuft. Als sich eine grundlegende Eignung abzeichnete, wurde das Bohrraster infolge der anschließenden geologischen und hydrogeologischen Standorterkundung in den Jahren 1989 bis 1991 vom Institut für Geologie und Paläontologie und dem Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig mit weiteren 21 Spülbohrungen (SB1 bis SB22) sowie 11 Kernbohrungen (KB1 bis KB11) verdichtet [3-8]. Nähere Angaben sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die Lage der Bohr ansetzpunkte zeigt Abbildung 1.

Jahr	Betreuung	Bohrung	Bohrverfahren	Endteufe	Filterstrecke	Zweck
1987	GW u. Boden ¹	R1	Spülbohrung	20,00 m	-	geologische Vorerkundung, Ermittlung der allg. geologischen Situation
		R2	Kernbohrung	39,50 m	-	
		R3	Spülbohrung	20,00 m	-	
		R4		20,00 m	-	
		R5		20,00 m	-	
		R6		20,00 m	-	
		R7		20,00 m	-	
1989	IGB-TUBS ²	KB1	Kernbohrung	40,00 m	-	Erkundung des Baugrundes, Bodenprobenentnahme
		KB2		80,00 m	-	
		KB3		40,00 m	-	
		KB4		40,00 m	-	
	GW u. Boden	SB1	Spülbohrung	23,00 m	18 - 20 m	Erkundung der Grundwasser-verhältnisse im Basisdolomit
		SB2		26,00 m	21,5 - 23,5 m	
		SB3		20,00 m	10 - 12 m	
		SB4		15,00 m	10,5 - 12,5 m	
		SB5		26,00 m	19 - 21 m	
		SB6		20,00 m	14,5 - 16,5 m	
1990	IGB-TUBS	SB7	Spülbohrung	24,00 m	20,5 - 24 m	Erkundung der hydrogeologischen Situation, Einrichtung von Grundwasser-meßstellen
		SB8		24,00 m	20,5 - 24 m	
		SB9		30,00 m	26,5 - 30 m	
		SB10		30,00 m	26,5 - 30 m	
		SB11		28,00 m	24,5 - 28 m	
		SB12		25,00 m	21,5 - 25 m	
		SB13		22,00 m	18,5 - 22 m	
		SB14		22,00 m	18,5 - 22 m	
	GW u. Boden	SB15		04,50 m	3 - 4,5 m	Ermittlung der oberflächennahen Grundwasser-verhältnisse, Einrichtung von Grundwasser-meßstellen
		SB16		04,50 m	3 - 4,5 m	
		SB17		04,50 m	3 - 4,5 m	
		SB18		04,50 m	3 - 4,5 m	
		SB19		04,50 m	3 - 4,5 m	
		SB20		04,50 m	3 - 4,5 m	
		SB21		05,00 m	3 - 4,5 m	
		SB22		04,50 m	3 - 4,5 m	
1991	IGB-TUBS	KB5	Kernbohrung	06,00 m	2 - 6 m	
		KB6		06,00 m	2 - 6 m	
		KB7		05,20 m	1,2 - 5,2 m	
		KB8		06,00 m	2 - 6 m	
		KB9		06,20 m	2 - 6,2 m	
		KB10		06,00 m	2 - 6 m	
		KB11		05,80 m	1,8 - 5,8 m	

Tab. 1: Auflistung aller durchgeföhrter Bohrarbeiten im Zuge der geologischen, hydrogeologischen und Erkundung, sowie der Baugrunderkundung

¹ Gruppe Grundwasser und Boden; Institut für Geologie und Paläontologie Technische Universität Braunschweig.

² Institut für Grundbau und Bodenmechanik der Technische Universität Braunschweig

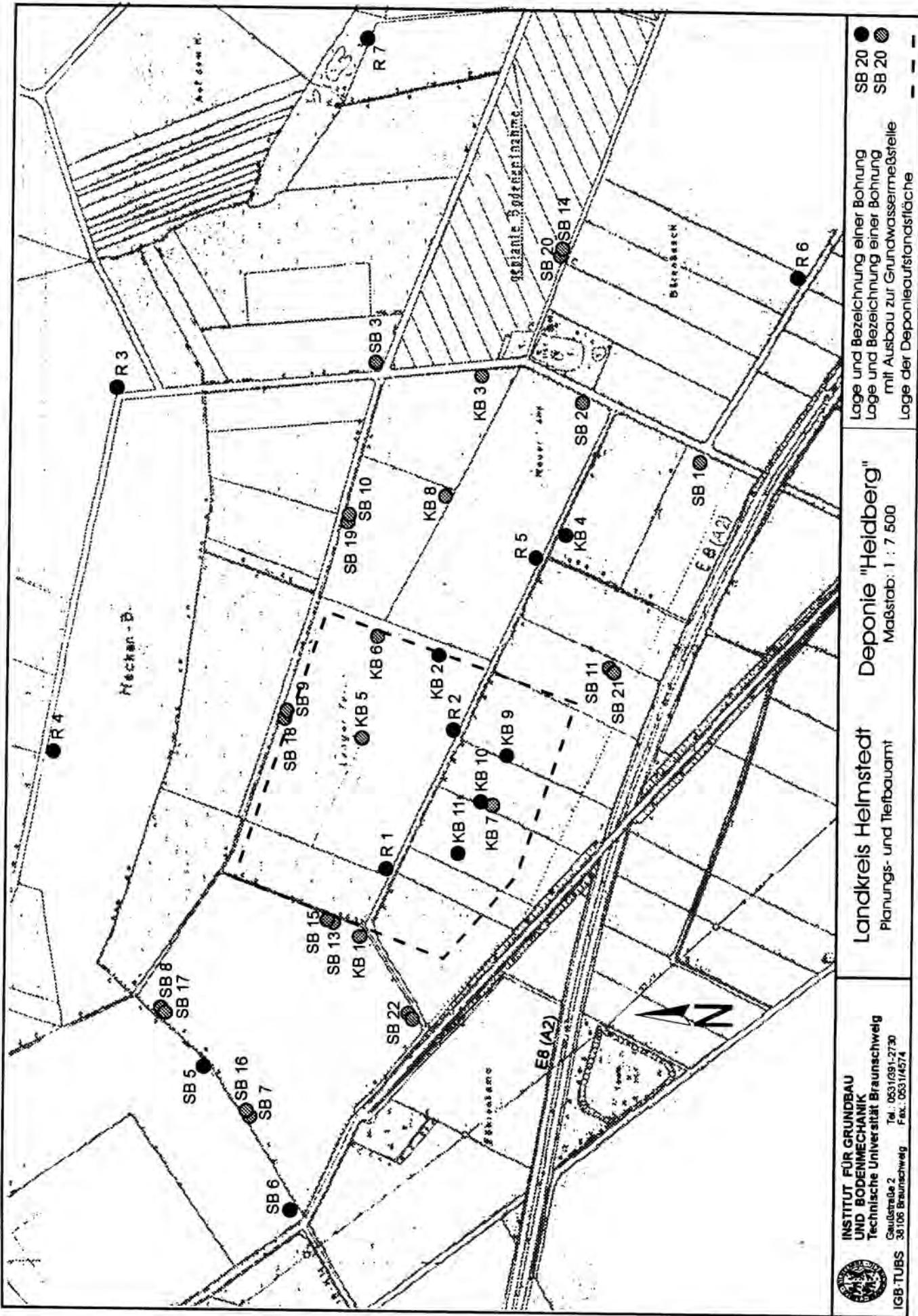


Abb. 1: Übersichtsplan mit Lage der durchgeführten Bohrungen

4.1.2 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes in situ

Zur Erkundung und Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet ist die Kenntnis der Durchlässigkeit der anstehenden Gesteine notwendig. Die Wasserleitfähigkeit des Untergrundes wird beschrieben durch den Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwert k_r und mit Hilfe von hydraulischen Bohrlochtests, bzw. oberflächennah mit Hilfe von Infiltrationsversuchen vor Ort ermittelt. Dabei hängt das Testverfahren zur Ermittlung des k_r -Wertes von dessen Größe ab. Vier Verfahren kamen im Zuge der hydrogeologischen Felduntersuchungen zum Einsatz [6],[8],[9].

- Infiltrationsversuche
- Drillstem-Test
- WD-Test
- Slug- und Bail-Test

Für die Bestimmung der Durchlässigkeit der unmittelbar an der heutigen Geländeoberfläche anstehenden Bodenschichten wurden Infiltrationsversuche durchgeführt.

Alle weiteren Durchlässigkeitsuntersuchungen beziehen sich auf einen bestimmten Abschnitt des Bohrloches (Gesteinsverbandes) und haben nur für diesen Gültigkeit.

Beim Drillstem-Test wird der zu untersuchende Bohrlochabschnitt durch einen Packer isoliert. Das oberhalb des Packers befindliche Wasser wird aus dem Bohrloch abgepumpt. Durch Öffnung eines Ventiles strömt das Wasser von unten wieder nach. Aus der Messung des Druckaufbaus kann schließlich der k_r -Wert ermittelt werden. Da der Wasserzufluß für den Drillstem-Test in den angetroffenen Gesteinen zu gering war, mußte nach einigen Tests auf dieses Verfahren verzichtet werden.

Beim WD-Test wird das Testintervall wiederum durch einen Packer isoliert. Anschließend wird Wasser mit konstantem Durchfluß in die Teststrecke gepreßt. Aus Einpressdruck und Wasseraufnahme läßt sich der k_r -Wert bestimmen.

Beim Slug-Test wird im ausgebauten Brunnen der Wasserspiegel schlagartig erhöht, beim Bail-Test hingegen erniedrigt. Aus dem daraufhin einsetzenden Druckausgleich über die Zeit kann der Durchlässigkeitsbeiwert errechnet werden.

Das Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig führte im Zeitraum zwischen 1990 und 1991 insgesamt 28 Gebirgsdurchlässigkeitsuntersuchungen durch. Nähere Angaben sind der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Jahr	Bohrung/Ort	Verfahren	Teststrecke u. GOK
1989	KB1	Slug/Bail-Test	5 - 41 m
	KB2	WD-Test	6 - 10 m 10 - 16 m
	KB3	Slug/Bail-Test	4,5 - 41 m
1990	KB4	WD-Test	6 - 10 m
	bei KB5	Infiltrationsversuch	bei 0,7 m
	bei KB6	Infiltrationsversuch	bei 1,2 m
	bei KB7	Infiltrationsversuch	bei 0,7 m
1991	bei KB8	Infiltrationsversuch	bei 1,0 m
	KB5	Slug/Bail-Test	2 - 6 m
	KB6	Bail-Test	2 - 6 m
	KB7	Bail-Test	1,2 - 5,2 m
	KB8	Bail-Test	2 - 6 m
	KB9	Slug/Bail-Test	2 - 6,2 m
	KB10	Slug/Bail-Test	2 - 6 m
	KB11	Slug/Bail-Test	1,8 - 5,8 m
	SB7	Slug/Bail-Test	20,5 - 24 m
	SB8	Slug/Bail-Test	20,5 - 24 m
	SB9	Slug/Bail-Test	26,5 - 30 m
	SB10	Slug/Bail-Test	26,5 - 30 m
	SB12	Slug/Bail-Test	21,5 - 25 m
	SB13	Slug/Bail-Test	18,5 - 22 m
	SB14	Slug/Bail-Test	18,5 - 22 m
	SB15	Slug/Bail-Test	3 - 4,5 m
	SB18	Slug/Bail-Test	3 - 4,5 m
	SB19	Slug/Bail-Test	3 - 4,5 m
	SB20	Slug/Bail-Test	3 - 4,5 m
	SB21	Slug/Bail-Test	3 - 4,5 m
	SB22	Slug/Bail-Test	3 - 4,5 m

Tab. 2: Die durchgeföhrten hydraulischen Tests zur Ermittlung des Gebirgsdurchlässigkeitsteiwertes in situ in der Übersicht.

4.1.3 Wasserprobenentnahme

Um ggf. einen Einfluß der künftigen Deponie auf den Wasserchemismus der natürlichen Grundwässer erkennen zu können, muß der hydrophysikalische und hydrochemische Ist-Zustand vor Inbetriebnahme der Deponie ermittelt werden. Hierzu wurden im November 1990 gemäß den Vorgaben des Niedersächsischen Landesamtes für Wasser und Abfall (NLWA) insgesamt 18 Brunnen beprobt [5].

Brunnen	Filterstrecke	Beprobung des Grundwassers folgender Schichten:
SB1	18 - 20 m	Basisdolomit
SB2	21,5 - 23,5 m	
SB3	10 - 12 m	
SB4	10,5 - 12,5 m	Tonmergel
SB5	19 - 21 m	Basisdolomit
SB7	20,5 - 24 m	
SB8	20,5 - 24 m	
SB9	26,5 - 30 m	
SB10	26,5 - 30 m	
SB11	24,5 - 28 m	
SB12	21,5 - 25 m	
SB13	18,5 - 22 m	
SB14	18,5 - 22 m	
KB1	5 - 41 m	Mischwasser aus Basisdolomit
KB3	4,5 - 41 m	und Tonmergeln
KB6	2 - 6 m	Tonmergel oberflächennah
KB7	1,2 - 5,2 m	
KB8	2 - 6 m	

Tab. 3: Zusammenstellung aller im Zuge der Wasserprobenentnahme beprobenen Brunnen bzw. Grundwassermeßstellen.

4.2 Laborarbeiten

Im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen ist die Ermittlung bodenmechanischer Kennwerte zur vollständigen Beschreibung des anstehenden Bodens gerade im Hinblick auf Standsicherheitsfragen unerlässlich. Hierzu wurden vom Institut für Geologie und Paläontologie und vom Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig aus den abgeteuften Kernbohrungen Bodenproben entnommen und im Labor untersucht. Dabei wurden folgende Standardversuche durchgeführt [6]:

- Ermittlung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
- Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18 121
- Bestimmung der Dichte, des Porenanteiles und der Sättigungszahl durch Tauchwägung nach DIN 18 125
- Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
- Bestimmung des Kalkgehaltes nach DIN 18 129
- Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128
- Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach DIN 18 130
- Scherfestigkeitsuntersuchungen nach DIN 18136 und DIN 18137
- Kompressionsversuche
- Bestimmung der tonmineralogischen Zusammensetzung

5 Die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

5.1 Die geologische Situation

Der geplante Deponiestandort "Heidberg" liegt ca. 12 km nordwestlich von Helmstedt zwischen den Ortschaften Barmke, Rennau und Rottdorf und ist damit Bestandteil des sogenannten Subherzynikums, das im Nordosten durch den Flechtinger Höhenzug und im Südwesten durch den Harz begrenzt wird.

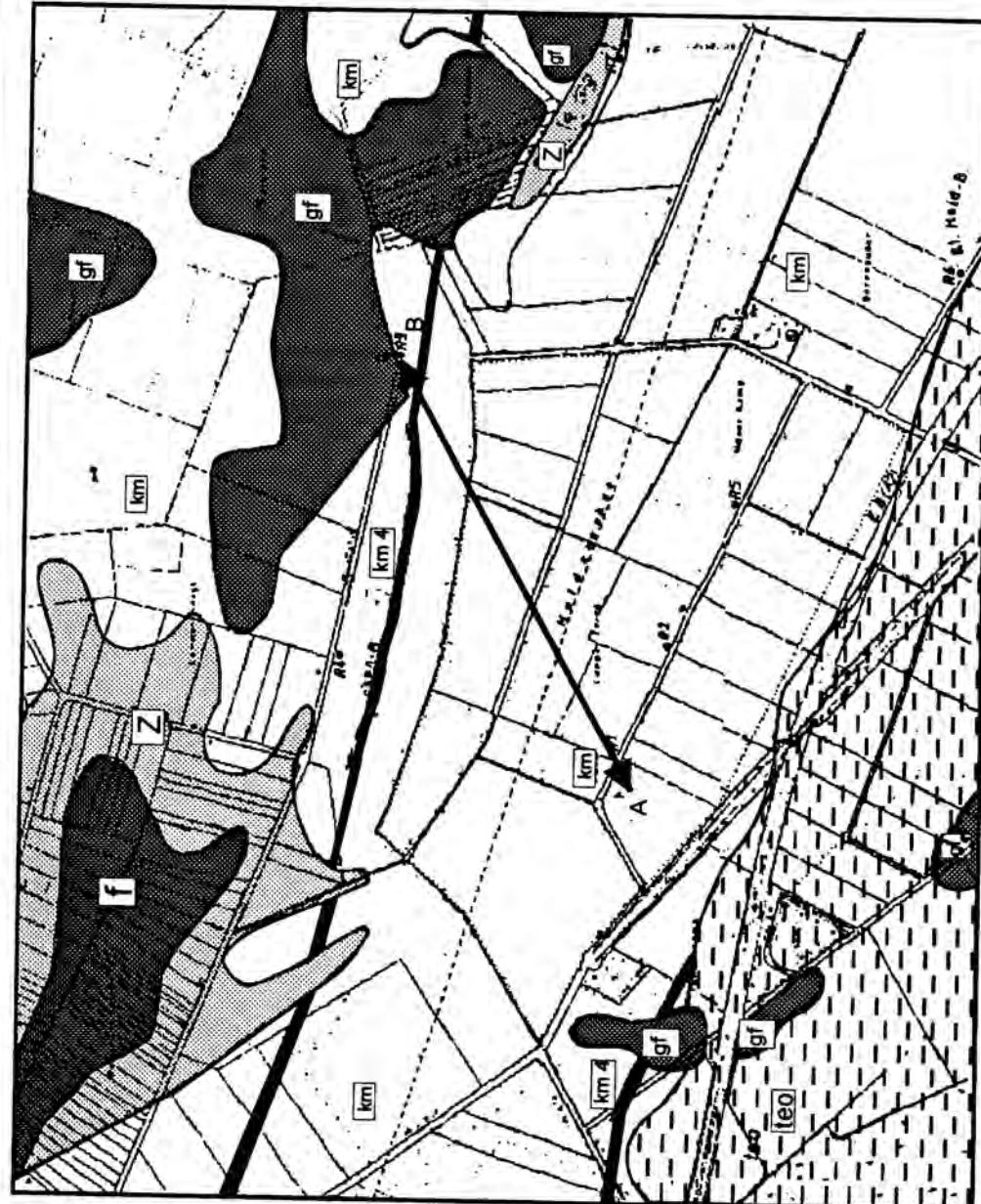
Den tieferen Untergrund dieses Raumes bilden mesozoische (Mesozoikum = Erdmittelalter) Gesteine, die hier in Sattel- und Muldenstrukturen zutage treten und örtlich von quartären (überwiegend eiszeitlichen) und tertiären Lockersedimenten verhüllt sind.

Der eigentliche Deponiestandort gehört dabei zur östlichen Helmstedter Braunkohlenmulde (Hohnsleber Mulde), die im Norden des Subherzynikums zwischen Elm und Lappwald liegt. Aus ihr ragt der ca. 2,5 km südöstlich des Standortes gelegene Sattel des Dorm heraus. Während die zentralen Teile der Muldenstruktur mit tertiären Gesteinen verfüllt sind, streichen im Bereich des geplanten Standortes die Gesteine des Mittleren Keuper (mesozoische Stufe, Zeitabschnitt) großräumig an der Erdoberfläche aus. Die Gesteine des Mittleren Keuper werden in die 4 Unterstufen (Gesteinsabfolgen) km1, km2, km3 und km4 unterteilt. Aus den abgeteuften Bohrungen geht hervor, daß hier bis in 80 m Tiefe Tone, Tonsteine und Tonmergel des km4 (Steinmergelkeuper) bzw. km3 (Rote Wand) anstehen, in die in wechselnden Abständen cm-dünne Kalk- bzw. Kalkmergellagen eingeschaltet sind. Diese Gesteinsserien werden am geplanten Standort in Teufen zwischen 20 und 27 m von einem dolomitisch-porösen Karbonatgestein, dem durchschnittlich 0,5m mächtigen Basisdolomit des km4, unterbrochen. Diese karbonatische Bank hat einen muldenförmigen Verlauf, streicht südwestlich und nordöstlich des Untersuchungsraumes aus und ist in einigen Bereichen vermutlich zerbrochen und geklüftet.

Unter den Gesteinen des km3 und km4 lagern die Serien des km2 und km1 in ähnlicher petrographischer Ausbildung, stehen also als Tone, Tonsteine und Tonmergel an. Die Gesamtmächtigkeit des Mittleren Keuper beträgt nach Literaturangaben in diesem Bereich etwa 150 m.

Die Gesteinsformationen sind im gesamten Betrachtungsraum durch ein sehr flaches Einfallen bzw. durch nahezu horizontale Lagerung gekennzeichnet.

Eine Übersicht der lokalen geologischen Situation zeigen die Abb. 2 und 3 [3],[4].



- Z** Abschlämmassen
(Tone, Sande, Kiese)
- f** Fluvitale Sedimente
(Tone, Sande, Kiese)
- gf** Eiszeitliche Sande
und Kiese
- leo** Tertiäre, eozäne Sande
mit Ton - und Kieslagen
- km** km
- R2** Bohrung
- A-B** Profillinie
- B-C** Profillinie
- R2 Bohrung



0 200 m

Deponie "Heldberg"

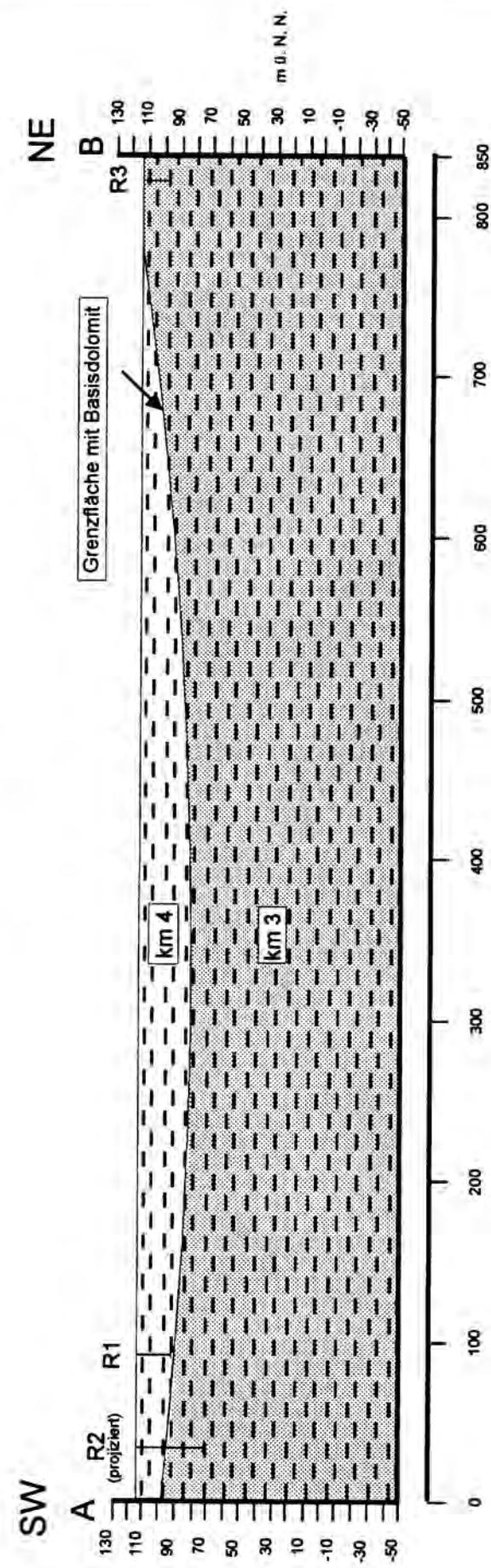
Landkreis Helmstedt
Planungs- und Tiefbauamt

**INSTITUT FÜR GROUNDBAU
UND BODENMECHANIK**
Technische Universität Braunschweig
Gaußstraße 2
38108 Braunschweig
Tel.: 0531/391-12730
Fax.: 0531/391-4574



Abb. 2: Geologische Übersichtskarte des geplanten Deponiestandortes "Heldberg" mit Lage des Profilschnittes A-B (s. Abb. 3)

Profil A - B



INSTITUT FÜR GRUNDBAU UND BODENMECHANIK Technische Universität Braunschweig Caulistraße 2 38106 Braunschweig IGB-TUBS	Landkreis Helmstedt Planungs- und Bauamt	Deponie "Heidberg"	Legende
			Tone, Tonsteine u. Tonmergel (mit Kalkmergellagen) Tone, Tonsteine u. Tonmergel (mit Gipslagen)

Abb. 3: Die geologische Situation im Bereich der geplanten Deponie "Heidberg"; Profilschnitt (A-B)

5.2 Bodenmechanische Beschreibung des Bodenmaterials

5.2.1 Bodenmechanische Kenngrößen

Für eine hinreichende Beschreibung und Bewertung des Untergrundes als Baugrund wurde die Entnahme und Untersuchung von Bodenproben zur Ermittlung der üblichen bodenmechanischen Kenngrößen durchgeführt [6]. Die Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Korngrößenverteilung

Die untersuchten Bodenproben aus den abgeteuften Bohrungen enthielten einen Feinkomanteil (Ton und Schluff) von durchschnittlich $m_{T+U} = 30\%$. Dabei schwanken die Werte zwischen $m_{T+U} = 24\%$ und $m_{T+U} = 35\%$. Nur bei vereinzelt eingeschalteten Lagen liegen die Werte durch Zunahme des Sandanteiles auch darunter.

Wassergehalt/Konsistenz

Die natürliche Wassergehalt w lag zum Zeitpunkt der Entnahme zwischen $w = 12\%$ und $w = 22\%$. Dabei standen die untersuchten Böden bis auf wenige Ausnahmen in steifer bis halbfester Konsistenz an.

Dichte, Porenanteil und Sättigungszahl

Die Feuchtdichte ρ lag unabhängig von der Tiefe bei $\rho = 2,00 \text{ t/m}^3$ bis $\rho = 2,26 \text{ t/m}^3$, in einem Ausnahmefall auch bei $\rho = 2,30 \text{ t/m}^3$.

Der Anteil des Porenvolumens n , bezogen auf das Gesamtvolumen der Probe, betrug $n = 24\%$ bis $n = 35\%$ vereinzelt wurden bis $n = 42\%$ erreicht.

Die Sättigungszahl S_r schwankte zwischen $S_r = 0,93$ und $S_r = 1,0$ bei allen Proben. Werte, die geringfügig unter $S_r = 1,0$ lagen, sind auf unvermeidbare Entspannungen der Bodenproben nach der Entnahme zurückzuführen. Somit ist davon auszugehen, daß der Boden in situ über die gesamte Tiefe ab ca. 1,5 m u. GOK wassergesättigt ist.

Konsistenzgrenzen

Mit abnehmenden Wassergehalt gehen feinkörnige Böden vom flüssigen in den bildsamen (plastischen), dann in den halbfesten und schließlich in den festen Zustand über. Die ermittelten Fließgrenzen w_L (Übergang flüssig zu bildsam) liegen bis auf wenige Ausnahmen zwischen $w_L = 0,35$ und $w_L = 0,50$ und die Plastizitätszahlen I_P zwischen $I_P = 0,15$ und $I_P = 0,33$.

Die Böden sind somit als mittelplastisch einzustufen.

Kalkgehalt

Die untersuchten Böden sind bis in ca. 30 m Tiefe als kalkreich und darunter als kalkhaltig einzustufen. Eine näherungsweise durchgeführte Quantifizierung des Gesamtkarbonatgehaltes bezüglich der Kalzit- und Dolomitgehalte ergab, daß die Kalzitanteile V'_{Ca} zwischen $V'_{Ca} = 6\%$ und $V'_{Ca} = 20\%$ und die Dolomitanteile V''_{Ca} zwischen $V''_{Ca} = 1$ und $V''_{Ca} = 60\%$ schwanken.

Glühverlust

Der Glühverlust V_{gl} aller Bodenproben beträgt durchschnittlich etwa $V_{gl} = 5\%$. Damit sind die untersuchten Böden als schwach humos einzustufen.

Anfangsscherfestigkeit

Die Anfangsscherfestigkeit c_u wurde aus einaxialen Zylinderdruckversuchen bei unbehinderter Seitendehnung gemäß DIN 18 136 ermittelt.

Die aus dem Erkundungsraum repräsentativ ausgewählten Proben ergaben Anfangsscherfestigkeiten von $C_u = 150 \text{ kN/m}^2$ bis 400 kN/m^2 für mittelplastische und $C_u = 100 \text{ kN/m}^2$ bis 200 kN/m^2 für leichtplastische Tone.

Endscherfestigkeit

Zur Ermittlung der Parameter φ' und c' für die Endscherfestigkeit wurden an ungestörten Sonderproben der anstehenden Tongesteine konsolidierte, undrainierte Triaxialversuche mit Messung des Porenwasserdruckes gemäß DIN 18137, Teil 2, durchgeführt (CU-Versuche). Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse im Überblick:

Bohrung	Tiefe u. GOK [m]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m²]
KB 1	4,60 - 4,95	29	20
KB 2	6,10 - 6,30	24	40
KB 3	3,40 - 3,70	30	40
KB 4	3,40 - 3,70	32	0
KB 5	1,70 - 2,00	27	0

Tab. 4: Die ermittelten Parameter φ' und c' für die Endscherfestigkeit an ungestörten Bodenproben in der Übersicht

Kompressionsversuche

Die Kompressionsversuche dienten der Bestimmung von Parametern, die das Zusammendrückungsverhalten des Bodens beschreiben. Die ermittelten Steifemoduln der Laststufen 0,06 bis 2,0 MN/m² zeigen die zu erwartende Zunahme mit steigender Last. Tendenziell ist für die höheren Laststufen ein Anstieg der Steifemoduln mit zunehmender Tiefe erkennbar. Markante Unterschiede zwischen den Bohrungen und eindeutige petrographische Zuordnungen sind nicht zu ersehen.

Tonmineralogische Untersuchungen

Die tonmineralogischen Untersuchungen oblagen dem Institut für Geologie und Paläontologie der TU Braunschweig.

Zur Bestimmung der Tonmineralogie wurden mehrere Proben des km 4 und km 3 röntgenanalytisch untersucht. Als Hauptkomponenten treten in allen untersuchten Proben die Tonminerale Illit und Chlorit auf. Bei einem Teil des Chlorits handelt es sich um nicht hitzebeständigen, sedimentären und eisenarmen Chlorit.

Untergeordnet enthalten die Proben auch Chlorit - Smectit - Wechselleagerungen, wobei der Anteil an quellfähigem Smectit jedoch in allen geröntgten Proben gering ist.

In der Tonfraktion finden sich in kleinen Mengen auch Quarz, Calcit und Dolomit [5].

Im Zuge weiterer Untersuchungen im Auftrag des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig kamen quantitative Analysen zu folgenden Ergebnissen [7]:

Die Fraktion < 2 µm setzt sich bei 3 Mischproben (S1-S3) zusammen aus 45 % bis 79 % Wechselleagerungsmineralen, 17 % bis 45 % Illit, 1 % bis 7 % Calcit und 2 % bis 3 % Quarz.

5.2.2 Klassifizierung

nach DIN 4022

Die DIN 4022 reglementiert die Benennung und Beschreibung von Boden und Fels. Alle Proben enthielten mehr als 40 Gew.-% Feinkomanteile (Schluff und Ton) und sind somit nach ihren bestimmenden Eigenschaften zu benennen. Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale dieser Böden sind ihre Plastizität und Konsistenz. Ihre Benennung richtet sich nach der Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande.

Bei den vorliegenden Böden handelt es sich um **Ton, schwach sandig**. Örtlich auch um **Ton, sandig bzw. Ton, stark sandig**.

nach DIN 18196

Die DIN 18196 beschreibt die Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.

Hierin werden die untersuchten Böden zu Bodengruppen zusammengefaßt. Unter Berücksichtigung der übrigen Laborergebnisse gehören die untersuchten Bodenproben überwiegend der Bodengruppe "**mittelplastische Tone**" (TM) an. Lagenweise stehen "**leichtplastische Tone**" (TL) bzw. "**ausgeprägt plastische Tone**" (TA) an.

nach DIN 18300

In der DIN 18300 werden Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand beim Lösen in Klassen eingestuft.

Die anstehenden Böden gehören demnach überwiegend der **Bodenklasse 4** an und sind als "**mittelschwer lösbare Bodenarten**" zu bezeichnen, untergeordnet treten Böden der **Klasse 5**, "**schwer lösbare Bodenarten**" auf und mit zunehmender Tiefe sind auch Felsen der **Klasse 6**, "**leicht lösbare Felse**" zu erwarten.

5.3 Die hydraulische Leitfähigkeit der anstehenden Böden

5.3.1 Laborergebnisse

Als Vergleich und Ergänzung zu den Durchlässigkeitsuntersuchungen im Feld wurden zusätzlich an insgesamt 7 Sonderproben Durchlässigkeitsversuche mit konstanter Druckhöhe gemäß DIN 18130 durchgeführt. Als hydraulischer Gradient wurde $i = 30$ gewählt. Die Ergebnisse sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt:

Bohrung	Tiefe u. GOK [m]	k-Wert [m/s]
KB 5	0,8 - 1,0	2×10^{-10}
KB 5	2,7 - 2,9	7×10^{-11}
KB 5	5,8 - 6,0	3×10^{-10}
KB 6	0,8 - 0,9	1×10^{-10}
KB 6	2,7 - 3,0	9×10^{-11}
KB 8	2,9 - 3,0	7×10^{-11}
KB 8	5,7 - 5,8	10^{-12}

Tab. 6: Durchlässigkeitsuntersuchungen an ungestörten Bodenproben im Labor

5.3.2 Feldergebnisse

Zur Erkundung und Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet wurde die Wasserleitfähigkeit des Untergrundes *in situ* mit Hilfe von hydraulischen Bohrlochtests, bzw. oberflächennah mit Hilfe von Infiltrationsversuchen vor Ort ermittelt. Die einzelnen Testergebnisse sind der nachfolgenden Tabelle 7 zu entnehmen. Die Lage der Brunnen zeigt Abbildung 4.

Die Gebirgsdurchlässigkeiten im Bereich der ungesättigten Bodenzone und der tieferen Tonmergelschichten liegen unterhalb des Grenzwertes aus [1] von $k_f \leq 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Für den oberflächennahen Bereich ist festzustellen, daß im nördlichen Untersuchungsraum der o.g. Grenzwert unterschritten, während er im südlichen Teil im Bereich der Bohrungen KB 7, KB 9 bis KB 11 überschritten wird.

Jahr	Bohrung/Ort	Verfahren	Bereich	k_t [m/s]
1989	KB1	Slug/Bail-Test	Mischwasser aus Basisdolomit u. Tonmergeln	$1,5 \times 10^{-6}$
	KB3	Slug/Bail-Test		$6,8 \times 10^{-7}$
	KB2	WD-Test	Tonmergel Teufe 6-16 m	$8,0 \times 10^{-8}$
	KB4	WD-Test		$5,1 \times 10^{-8}$
				$1,2 \times 10^{-9}$
1990	bei KB5	Infiltrationsversuch	ungesättigte Bodenzone Teufe bis 1 m	8×10^{-9}
	bei KB6	Infiltrationsversuch		7×10^{-9}
	bei KB7	Infiltrationsversuch		1×10^{-9}
	bei KB8	Infiltrationsversuch		8×10^{-8}
1991	KB5	Slug/Bail-Test	Tonmergel Teufe 2 bis 6 m	5×10^{-8}
	KB6	Bail-Test		1×10^{-9}
	KB7	Bail-Test		1×10^{-6}
	KB8	Bail-Test		3×10^{-9}
	KB9	Slug/Bail-Test		3×10^{-6}
	KB10	Slug/Bail-Test		8×10^{-6}
	KB11	Slug/Bail-Test		1×10^{-6}
	SB7	Slug/Bail-Test	Basisdolomit	5×10^{-6}
	SB8	Slug/Bail-Test		4×10^{-5}
	SB9	Slug/Bail-Test		7×10^{-5}
	SB10	Slug/Bail-Test		3×10^{-5}
	SB12	Slug/Bail-Test		9×10^{-7}
	SB13	Slug/Bail-Test		7×10^{-6}
	SB14	Slug/Bail-Test		5×10^{-5}
	SB15	Slug/Bail-Test	Tonmergel Teufe 2 bis 6 m	8×10^{-10}
	SB18	Slug/Bail-Test		1×10^{-9}
	SB19	Slug/Bail-Test		6×10^{-10}
	SB20	Slug/Bail-Test		1×10^{-9}
	SB21	Slug/Bail-Test		2×10^{-9}
	SB22	Slug/Bail-Test		1×10^{-7}

Tab. 7: Die durchgeföhrten hydraulischen Tests zur Ermittlung des Gebirgsdurchlässigkeitsteiwertes k_t in situ in der Übersicht.

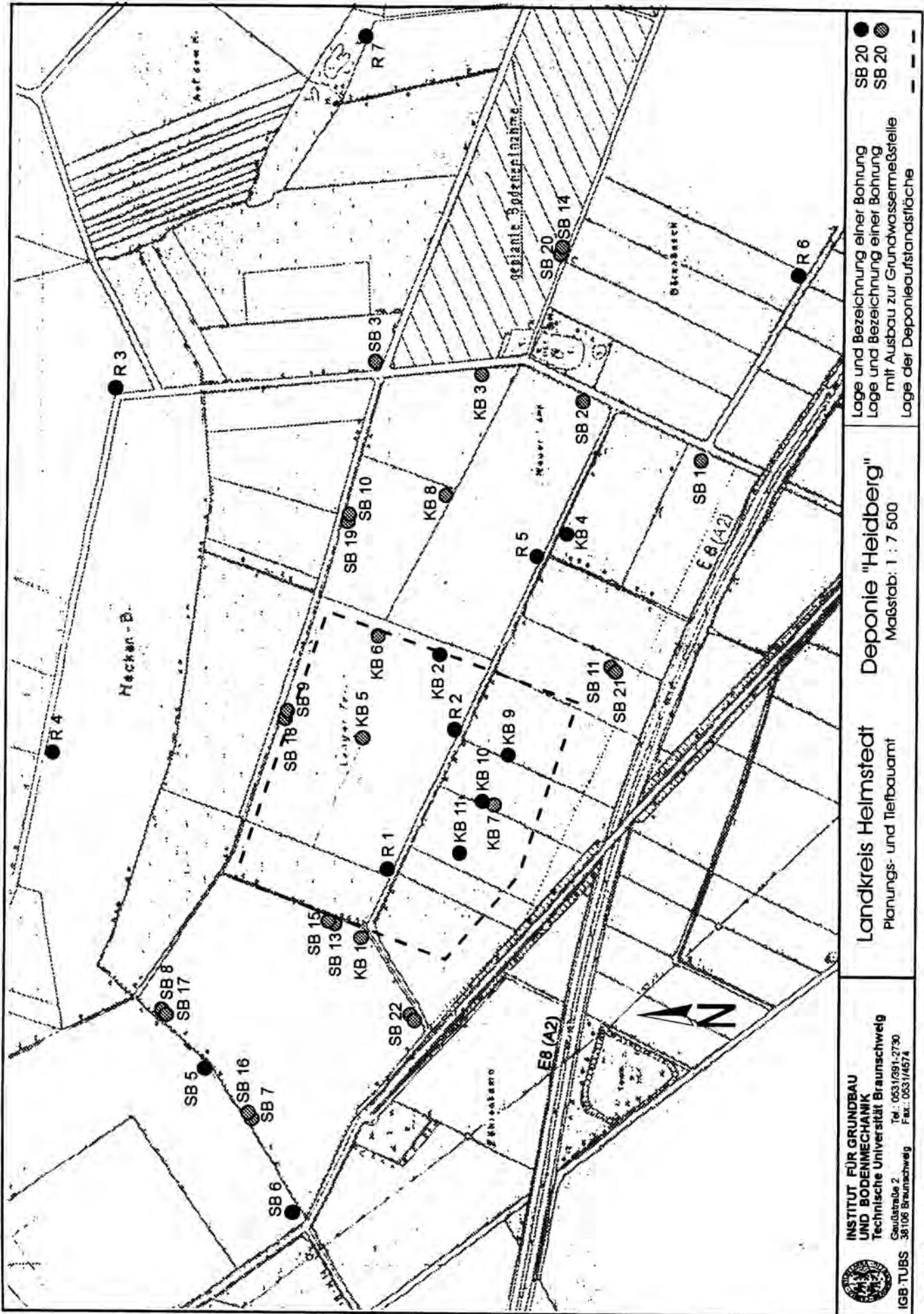


Abb. 4: Übersichtsplan mit Lage der Brunnen bzw. Grundwasserbeobachtungsstellen

5.4 Chemismus

Zur Ermittlung des hydrophysikalischen und hydrochemischen Ist-Zustandes vor Inbetriebnahme der Deponie wurden im November 1990 durch das Institut für Geologie und Paläontologie der TU Braunschweig insgesamt 18 Brunnen beprobt. Neben den Analysenergebnissen der einzelnen Meßstellen sind in der Tabelle 9 auch Grenzwerte seinerzeit aktueller Richtlinien angegeben [5]:

- **Trinkwasserverordnung TVO 1986**
Verordnung über Trinkwasser und Wasser für Lebensmittelbetriebe
- **World Health Organization WHO 1984**
Richtlinie für Trinkwasserqualität; N: als N bestimmt
- **Holland-Liste 1983**
Bewertungstabelle für die Beurteilung verschiedener Boden- und Grundwasser-verunreinigungen; B-Wert: Richtwert für weitere Untersuchungen
- **Milde, G. et al. 1986**
Leitfaden für die Aussonderung grundwassergefährdender Problemstandorte bei Altablagerungen; Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes
- **EG-Richtlinie 1980**
Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch; RZ: Richtzahl, HK: Höchstkonzentration.

Die hier durchgeführte einmalige Beprobung ergab folgende Auffälligkeiten im Wasserchemismus:

geogen bedingt [5]:

- äußerst geringe Sauerstoffgehalte
- z.T. hohe elektrische Leitfähigkeiten
- hohe Gesamthärten
- hohe Sulfatgehalte
- hohe Eisen- und Borgehalte
- örtlich erhöhte CSB-Werte

anthropogen bedingt:

- z.T. hohe Nitratgehalte, örtlich hohe Nitritgehalte
- erhöhte IR-KW- Werte (Kohlenwasserstoffe)

Eine Unterscheidung zwischen "oberflächennahem Grundwasser" und dem Druckwasser des Basisdolomites hinsichtlich des Wasserchemismus ist nicht erkennbar, da sich keine grundlegenden Unterschiede bei den hydrophysikalischen und hydrochemischen Parametern ergeben [5]. Tabelle 8 die Schwankungsbreite der ermittelten Parameter.

		Gelände	Labor
Wassertemperatur	(°C)	9,2 - 11,5	
pH-Wert		6,30 - 7,42	
El. Leitfähigkeit	(µS/cm)	845 - 2720	
O ₂ -Gehalt	(mg/l)	0 - 0,7	
O ₂ -Sättigung	(%)	0 - 6	
Gesamthärte	(mmol/l)	2,6 - > 7,2	
	(°dH)	14 - > 40	
Hydrogensulfid	(mg/l)	nn	
Nitrit	(mg/l)	nn - 0,5	nn - 0,2
Ammonium	(mg/l)	nn - 0,7	nn
Cyanid	(µg/l)	nn	4,38 - 349
Fluorid	(mg/l)		nn
Bromid	(mg/l)		nn
Chlorid	(mg/l)		20 - 317
Nitrat	(mg/l)		1,6 - 228
Sulfat	(mg/l)		129 - 933
Lithium	(mg/l)		nn - 0,2
Natrium	(mg/l)		18 - 200
Kalium	(mg/l)		2 - 30
Kalzium	(mg/l)		62 - 530
Magnesium	(mg/l)		30 - 340
Eisen	(µg/l)		60 - 6420
Bor	(µg/l)		250 - 5600
Phenole	(µg/l)	< 50 - < 100	
CSB	(mg/l)		8 - 158
DOC	(mg/l)		1,41 - 135,40
IR-KW	(µg/l)		120 - 380
AOX	(µg/l)		0 - 22

Tab. 8: Schwankungsbereiche der hydrophysikalischen und hydrochemischen Parameter aller beprobenen Brunnen (nn: nicht nachweisbar) [5]

Probe Datum	Grenzwerte für Trink-, Grund- & Oberflächenwasser					Meßwerte der Brunnenproben																			
	1	2	3	4	5	SB 1/1	SB 2/1	SB 3/1	SB 4/1	SB 5/1	SB 7/1	SB 8/1	SB 9/1	SB 10/1	SB 11/1	SB 12/1	SB 13/1	SB 14/1	KB 1/1	KB 3/1	KB 6/1	KB 7/1	KB 8/1		
GELÄNDE																									
OK Rohr	m 0.NN					115,50	115,30	114,40	112,00	115,10	115,31	112,86	113,49	114,10	114,68	115,47	114,07	116,59	114,10	114,60	114,22	-	-	114,20	
GW - Stand	m u. OK Rohr					1,21	2,08	1,20	1,55	3,22	2,94	2,94	2,84	3,32	1,41	1,78	1,42	3,10	2,07	1,08	1,88	2,59	1,94		
Tiefe	m					21,0	24,5	13,0	13,5	22,0	23,5	23,5	29,5	29,5	27,5	24,5	21,5	40,5	40,5	6,0	5,5	6,0			
Farbe						nn	nn	nn	nn	nn	weißlich	rot	nn	nn	rötlich	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Trübung						nn	nn	nn	nn	nn	stark	stark	nn	leicht	leicht	stark	leicht	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Geruch						nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	H ₂ S	H ₂ S	nn	H ₂ S	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Wassertemperatur	°C	25,0	-	-	-	12 (RZ)	9,3	8,4	9,1	9,3	9,2	9,2	9,2	9,4	9,2	9,4	9,7	9,3	9,2	9,7	9,4	11,2	11,5	10,2	
pH - Wert		6,5 - 9,5	-	-	-	6,5 - 8,5	7,06	7,09	6,70	6,30	6,79	7,05	6,73	6,55	6,49	7,42	6,77	7,03	6,82	6,93	6,90	6,71	6,58	6,96	
Eh - Wert	mV					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
El. Leitfähigkeit	µS / cm (25 °C)	2000	-	-	-	400 (RZ)	845	962	1802	1180	1337	1265	1218	2720	1734	1038	1684	880	1768	931	2420	2630	1017	1894	
O ₂ - Gehalt	mg / l					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₂ - Sättigung	%					6	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	2	1	0	1	0	0	6		
Nitrit	mg / l NO ₂ ⁻	0,10	-	-	-	0,1 (HK)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	0,50	0,15	nn		
Hydrogensulfid	mg / l HS	-	-	0,10	-	-	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Ammonium	mg / l NH ₄ ⁺	0,5	-	1,0	-	0,5 (HK)	0,1	nn	0,1	0,1	0,1	nn	nn	0,1	nn	0,2	0,7	0,1	nn	0,1	0,1	nn	0,1		
Cyanid	µg / l CN	50	100	50	-	50 (HK)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Gesamthärte	mmol / l					-	2,9	5,9	> 7,2	6,2	> 7,2	6,2	5,1	> 7,2	> 7,2	2,6	6,7	3,3	> 7,2	3,6	> 7,2	6,1	> 7,2		
° dH						16	33	> 40	35	> 40	35	28	> 40	> 40	14	38	18	> 40	20	> 40	34	> 40			
LABOR																									
Fluorid	mg / l F ⁻	1,5	1,5	1,2	-	1,5	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Bromid	mg / l Br ⁻	-	-	0,5	-	-	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Chlorid	mg / l Cl ⁻	-	250	-	-	25 (RZ)	30	35	20	33	70	38	80	50	104	31	244	30	30	25	21	317	51	69	
Nitrat	mg / l NO ₃ ⁻	50	10 (N)	-	-	50 (HK)	157	175	143	154	220	8,3	3,8	57	3,0	4,8	3,1	5,2	1,6	170	120	186	228	151	
Sulfat	mg / l SO ₄ ²⁻	240	-	-	> 150	250 (HK)	198	129	755	329	272	399	326	933	848	265	272	185	754	200	870	549	179	608	
Ammonium	mg / l NH ₄ ⁺	0,5	-	1,0	-	0,5 (HK)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn		
Nitrit	mg / l NO ₂ ⁻	0,1	-	-	-	0,1 (HK)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	0,2	nn		
Lithium	mg / l Li					-	-	-	-	-	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	0,2	0,1	nn	nn		
Natrium	mg / l Na	150	200	-	-	175 (HK)	76	24	32	18	69	35	130	160	70	150	130	88	200	120	150	50	69	82	
Kalium	mg / l K	12	-	-	-	12 (HK)	18	6	17	2	15	10	13	14	14	15	20	15	16	14	24	30	20		
Kalzium	mg / l Ca	-	-	-	-	100 (RZ)	67	140	270	140	130	77	120	87	300	62	530	69	190	65	340	260	170	120	
Magnesium	mg / l Mg	50	-	-	-	50 (HK)	46	61	130	3	82	210	43	48	91	32	94	38	65	34	110	150	340	340	
Zink	µg / l Zn	-	5000	200	-	100 (RZ)																			
Cadmium	µg / l Cd	5	5	25	-	5 (HK)																			
Blei	µg / l Pb	40	50	50	-	50 (HK)																			
Kupfer	µg / l Cu	-	1000	50	-	100 (RZ)																			
Nickel	µg / l Ni	50	-	50	-	50 (HK)																			
Kobalt	µg / l Co	-	-	50	-	-																			
Chrom	µg / l Cr	50	50	50	-	50 (HK)																			
Eisen	µg / l Fe	200	300	-	-</																				

5.5 Die Grundwasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet

5.5.1 Die allgemeine Grundwassersituation

Die Beschreibung von Art und Form der örtlichen Grundwasserverhältnisse hängt unmittelbar mit dem geologischen Aufbau des Untergrundes zusammen. Grundsätzlich sind alle Gesteinsformationen, die Hohlräume enthalten, geeignet Wasser aufzunehmen und gegebenenfalls weiterzuleiten. Dabei ist nicht jedes unterirdische Wasser auch als Grundwasser zu bezeichnen. Der Begriff Grundwasser wird in der DIN 4049, Teil 1 wie folgt definiert: "*Grundwasser ist unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdkruste zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird.*" Somit ist zunächst zu klären, ob die im Untersuchungsgebiet anstehenden Gesteine Grundwasser führen oder nicht. Folgende Gesteinsformationen sind dabei entsprechend der geologischen Gesamtsituation näher zu betrachten:

- Quartäre Deckschichten
- Gesteine des Tertiärs (Eozän); Sande mit Ton- und Kieslagen
- Gesteine des Mittleren Keupers km4 ohne Basisdolomit
- Basisdolomit des km4 (Mittlerer Keuper)

Die quartären Deckschichten

Die quartären Deckschichten bestehen vorwiegend aus Sanden und Kiesen, örtlich auch Tonen. Sie wurden im eigentlichen Untersuchungsraum nicht erbohrt und sind gemäß Kartenlage flächenhaft etwa 0,5 km nördlich des Untersuchungsgebietes zu finden. Hydrogeologisch sind sie, in Bezug auf die Betrachtung der Grundwassersituation am geplanten Deponiestandort, damit bedeutungslos.

Die Gesteine des Eozän (Tertiärs)

Die eozänen Sande weisen aufgrund ihres großen durchflußwirksamen Porenraumes i.d.R. gute hydraulische Leitfähigkeiten auf und stellen somit hydrogeologisch potentielle Aquifere (Grundwasserleiter) dar. Die im Untersuchungsraum anstehenden Sedimente lagern (nach Kartenlage) den Gesteinen des Mittleren Keupers auf und setzen nach Süden hin, in etwa mit dem Verlauf der Autobahn A2, ein. Sie grenzen damit an den südlichen Betrachtungs-

raum und sind bei der zur Zeit geplanten Lage der Deponieaufstandsfläche (Stand: Mai/Juni 1995) zu berücksichtigen.

Die Gesteine des Mittleren Keupers km4 (ohne Basisdolomit)

Die Gesteinsserien des Mittleren Keupers sind im Untersuchungsraum flächenhaft verbreitet und bilden den unmittelbaren Untergrund des geplanten Deponiestandortes. Dabei handelt es sich vornehmlich um Tonsteine und Tonmergel, die z.T. in sehr fester und kompakter Form, z.T. auch als blättrig-spröde Gesteine angetroffen wurden. Oberflächennah sind diese durch Verwitterungseinflüsse entfestigt und damit als plastische Tone verbreitet. Hydrogeologisch zählen solche Gesteinsformationen zu den Aquicluden (Grundwasserhemmer), also zu den schlecht durchlässigen, grundwasserstauenden Schichten. Die Poren -bzw. reine Gesteinsdurchlässigkeit schwankt hier um $k_t = 1 \times 10^{-10}$ m/s (Laborwert). Zu berücksichtigen ist, daß diese Gesteine seit ihrer Entstehung hohen Auflasten und tektonischen Beanspruchungen ausgesetzt gewesen sind. Je nach Verformbarkeit und Größe der aufgetretenen Kräfte ist eine Zerklüftung dieser Gesteinsserien ausgebildet, d.h. es haben sich Trennfugen entwickelt. Die Ausdehnung einzelner Klüfte kann wenige Zentimeter als auch einige Meter betragen. Sie können wiederum durch Klüfte in anderen Richtungen durchschnitten sein und somit ein räumliches Kluftnetz bilden, dessen Hohlräume potentielle Wasserwegsamkeiten darstellen. Bezogen auf die Wasserleitfähigkeit sind solche Gesteine demnach, sowohl unter dem Gesichtspunkt der Poren- d.h. Gesteinsdurchlässigkeit (Materialkonstante) zu betrachten, als auch unter dem Gesichtspunkt der Kluftdurchlässigkeit. Beide zusammen ergeben die tatsächliche Gebirgsdurchlässigkeit, die in den durchgeföhrten hydraulischen Tests *in situ* ermittelt wurde.

In den zu betrachtenden Tongesteinen können bei den äußerst geringen Porendurchlässigkeiten nennenswerte Wasserbewegungen lediglich durch auftretende Inhomogenitäten (z.B. Kalkmergelsteinlagen) und/oder durch **zusammenhängende** Kluftsysteme erfolgen. Für den geplanten Deponiestandort "Heidberg" kann nicht hinreichend geklärt werden, ob die vorhandene Klüftung einen **zusammenhängenden** unterirdischen Wasserabfluß ermöglicht, d.h. ob gemäß DIN 4049 Grundwasser vorliegt. Die Beobachtungen im Zuge der geologischen und bodenmechanischen Erkundung sprechen zunächst dagegen und lassen das angetroffene Wasser als periodisch schwankendes Schicht- bzw. Stauwasser erscheinen. Die Auswertung der Pegelmessungen wiederum deutet auf einen **zusammenhängenden** unterirdischen Wasserabfluß hin, da die einzelnen Meßpegel sich nicht aus-

schließlich an der Geländemorphologie orientieren und so ein zusammenhängendes System zumindest andeutungsweise gegeben scheint.

Unter Berücksichtigung des Postulates der TA Siedlungsabfall (1993), eine umweltverträgliche Ablagerung nicht verwertbarer Abfälle sicherzustellen, wird bei der weiteren Analyse der hydrologischen Daten des geplanten Deponiestandortes davon ausgegangen, daß es sich hier um Grundwasser gemäß DIN 4049, Teil 1 handelt.

Basisdolomit des km4 (Mittlerer Keuper)

Das Karbonatgestein des Basisdolomites ist in Teufen zwischen 20 und 27 m in die Tonstein- und Tonmergelsteinserien mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 0,5 m eingeschaltet. Die Verformbarkeit eines solchen Gesteines ist deutlich geringer als die der Tonsteine, so daß im Zuge tektonischer Beanspruchung i.d.R. eine stärkere Zerkleinerung zu beobachten ist. Hydrogeologisch stellen Kalksteine daher häufig gute Grundwasserleiter (Aquifere) dar. Nennenswerte Wasserbewegungen können auch hier nur durch ein zusammenhängendes Kluftsystem erfolgen. Im Zuge der hydrogeologischen Erkundung wurden die Bereiche des Basisdolomites daraufhin separat verfiltert. Die sich einstellenden Druckhöhen in den Grundwassermeßstellen zeigen an, daß es sich hier um gespanntes Wasser handelt, was anhand der muldenförmigen Lagerung auch erklärlieb ist (s. Profilschnitt). Die Auswertung der Standrohrspiegelhöhen deutet auf einen zusammenhängenden unterirdischen Abfluß hin.

Die Bedeutung der Grundwasserdruckfläche bezogen auf die geplante Baumaßnahme ist zunächst als gering einzustufen, da die eigentliche Grundwasseroberfläche erst in Teufen zwischen 20 m und 27 m einsetzt. Nur bei Herstellung eines hydraulischen Kontaktes mit dem "oberflächennahen Grundwasser" wäre ein Einfluß gegeben und damit auch zu berücksichtigen. Eine hydraulische Verbindung des Grundwassers im Basisdolomit mit dem "oberflächennahen Grundwasser" ist jedoch nach Analyse der bisherigen Meßergebnisse nicht erkennbar.

Entsprechend den Vorgaben der TA Siedlungsabfall [2] sind jedoch auch Grundwasserdruckflächen zu berücksichtigen, so daß ungeachtet der offensichtlich geringen Bedeutung für das Deponiebauwerk, das System des Basisdolomites in die weitere Betrachtung mit aufgenommen wird.

5.5.2 Die Grundwassermorphologie

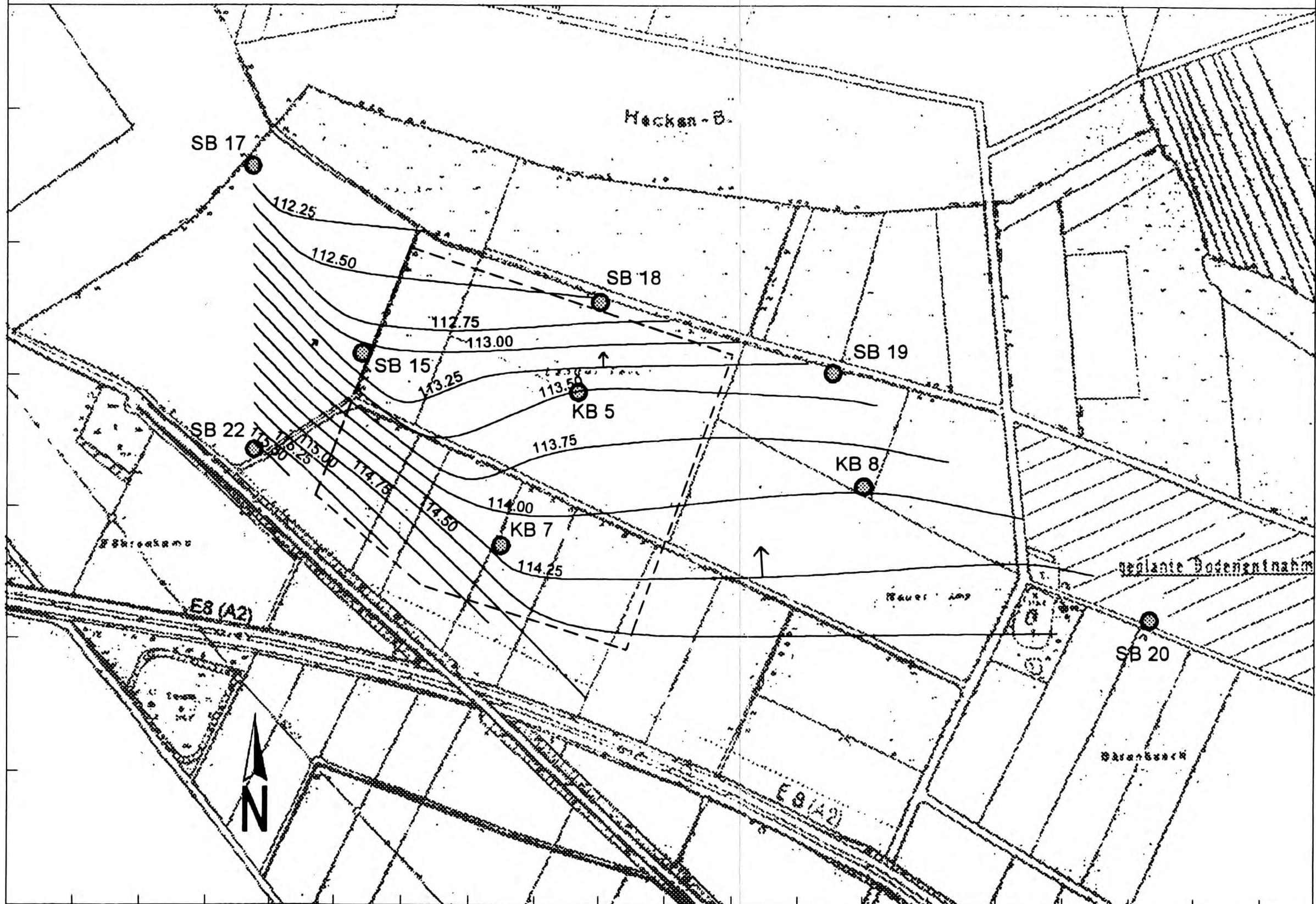
Zur Ermittlung der Grundwassermorphologie wurden zwischen 1990 und 1995 Messungen der Grundwasserdruckflächen in den ausgebauten Meßstellen vorgenommen. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Anlage 1 enthalten.

Die Beschreibung der Grundwassermorphologie erfolgt über die Erstellung von Grundwassergleichenkarten. Dabei können für ein Grundwasserstockwerk nur Meßstellen berücksichtigt werden, deren Filterstrecken auch in dem selben stehen. Für den geplanten Deponiestandort sind zwei Grundwasserstockwerke getrennt zu betrachten. Zum einen ist es der Bereich des „oberflächennahen Grundwassers“ in den Tonsteinen und Tonmergeln und zum anderen der des Basisdolomites.

In solchen Kluftgrundwasserleitem herrschen immer wechselnde strömungsmechanische Verhältnisse. Die hydraulische Potentialverteilung hängt somit von der Geometrie der Wasserwegsamkeiten ab. Ein laminares Fließen ist hier zunächst nicht zu erwarten. Erst wenn diese Gesteine so geklüftet sind, daß die Wasserwegsamkeiten ähnlich durchflußwirksam sind wie bei Porengrundwasserleitern, verhalten auch diese sich hinsichtlich ihrer Durchströmung vergleichbar. Unter der Prämisse, daß im Falle des geplanten Deponiestandortes diese Vergleichbarkeit besteht, konnten anhand der gemessenen Potentiale Grundwassergleichen erstellt werden, die ein räumliches Bild der Grundwasseroberfläche an einem bestimmten Meßzeitpunkt nachzeichnen. Aus den gegebenen Daten wurde der Meßtag 11.01.1994 herausgegriffen, da es sich um den bislang höchsten gemessenen Grundwasserstand handelt. Die Grundwassergleichen wurden sowohl für das "oberflächennahe Grundwasser", als auch für den Basisdolomit ermittelt (s. Abb. 6 bis 7). Dabei konnten für das "oberflächennahe Grundwasser" die Brunnen bzw. Grundwassermeßstellen KB 5 bis 8, SB 17 bis 20 und SB 22 und für den Basisdolomit die SB 1, SB3, SB 7 bis SB 10 und SB 12 bis SB 14 herangezogen werden. Die übrigen Meßstellen SB 16 und SB 21, bzw. SB 2 zeigen jahreszeitlich nicht nachvollziehbare Schwankungen, und wurden daraufhin von der Verwendung ausgeschlossen (evtl. erfüllen die Filterstrecken nicht mehr ihre Funktion).

Neben den Grundwassergleichenkarten wurde für das "oberflächennahe Grundwasser" auch eine Flurabstandskarte erstellt (s. Abb. 8). Die hierfür nötige Geländemorphologie wurde vom Ingenieurbüro Dr. Born und Dr. Ermel zur Verfügung gestellt.

Die Flurabstandskarte zeigt für den Meßzeitpunkt 11.01.1994 sehr hohe Grundwasserstände. Während im nördlichen Betrachtungsraum des geplanten Deponiestandortes die Grundwasseroberfläche des "oberflächennahen Grundwassers" je nach Geländemorphologie zwischen 0,20 m und 1,40 m unterhalb der Geländeoberkante ansteht, ragen die ermittelten Stände in den südlichen Teilen örtlich bis ca. 0,20 m über das Geländeniveau hinaus. Dies bedeutet, daß sich in Teilen dieser Gebiete, in Zeiten hoher Grundwasserstände und bei einem behinderten oberirdischen Abfluß, kleine Grundwasserblänken ("Seen") bilden müßten. Vor Ort ist dies hier jedoch nicht zu beobachten, da das ansteigende Grundwasser bei erreichen des Niveaus der landwirtschaftlichen Felddrainagen entsprechend abgeführt wird. Die ermittelten Flurabstände sind dahingehend theoretischer Natur und ergeben sich rein konstruktiv aus den Standrohrspiegelhöhen.



IGB-TUBS

INSTITUT FÜR GRUNDBAU
UND BODENMECHANIK
Technische Universität Braunschweig

Gaußstraße 2
38106 Braunschweig
Tel.: 0531/391-2730
Fax.: 0531/391-4574

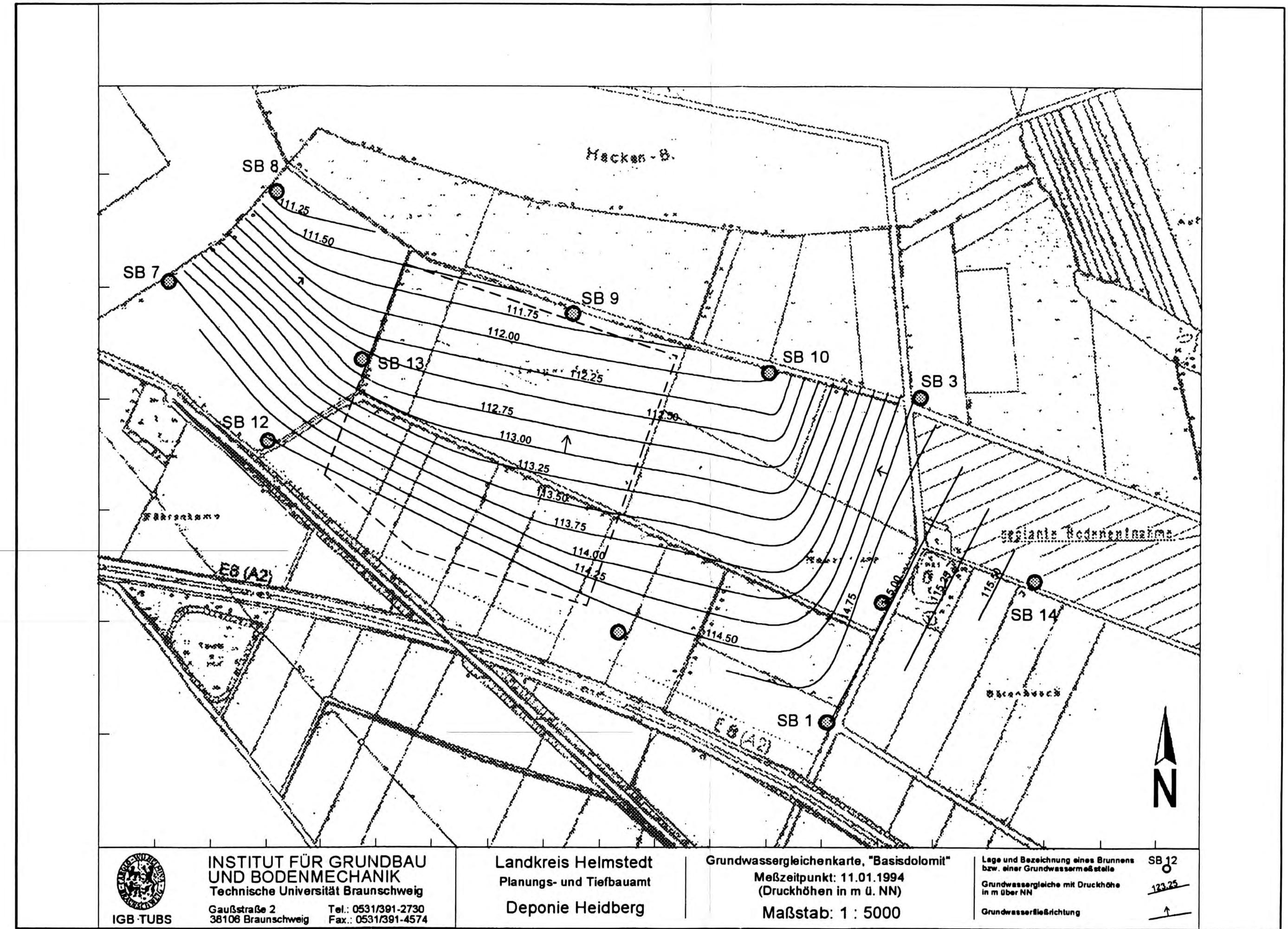
Landkreis Helmstedt
Planungs- und Tiefbauamt
Deponie Heidberg

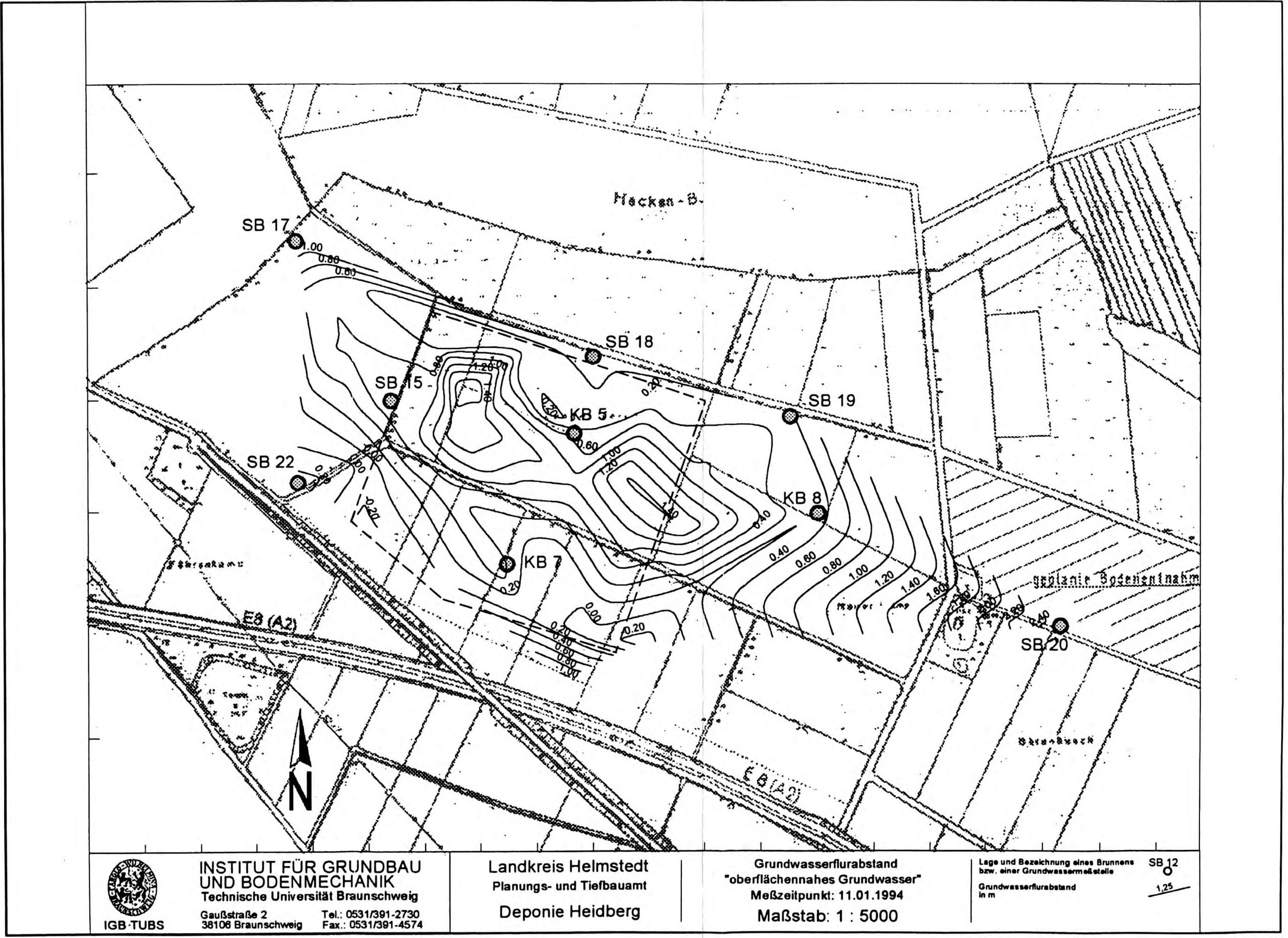
Grundwassergleichenkarte
"oberflächennahes Grundwasser"
Meßzeitpunkt: 11.01.1994
Maßstab: 1 : 5000

SB 12
123.25
↑
Grundwasserfließrichtung

Loge der Deponieaufstandsfläche

Abb.: 6





5.5.3 Der höchste anzunehmende Grundwasserstand

Gemäß der TA Siedlungsabfall vom 14.05.1993 muß im Falle der nachteiligen Beeinträchtigung des am Grundwasserkreislauf aktiv teilnehmenden Grundwassers (vgl. Kapitel 5.5.1) die Deponiebasis 1 m oberhalb des höchsten anzunehmenden Grundwasserstandes liegen. Für den geplanten Deponiestandort "Heidberg" kann dies je nach Lage der Deponie relevant sein oder als zusätzlicher Sicherheitsaspekt angestrebt werden.

Eine Abschätzung dieses Grundwasserstandes ist geknüpft an langjährige Grundwasserbeobachtungen, die jedoch bei neuen Erkundungsflächen i.d.R. nicht vorliegt. Um hier zu sinnvollen Ergebnissen zu kommen, muß ein für diesen Raum vergleichbares Untersuchungsgebiet herangezogen werden. Hier wird davon ausgegangen, daß in benachbarten Regionen die Amplitude des höchsten ermittelten Grundwasserstandes in ihrer Abweichung vom langjährigen Mittel sich in gleicher Weise verhält, wie diese im Untersuchungsgebiet.

Gemäß Auskunft des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung erfüllt das nördlich von Hannover gelegene Trinkwassergewinnungsgebiet Fuhrberger Feld diese Voraussetzung. Es gehört zu den bisher am intensivsten und längsten erforschten Grundwasservorkommen. Die Meßreihen liegen über 37 Jahre hinweg vor.

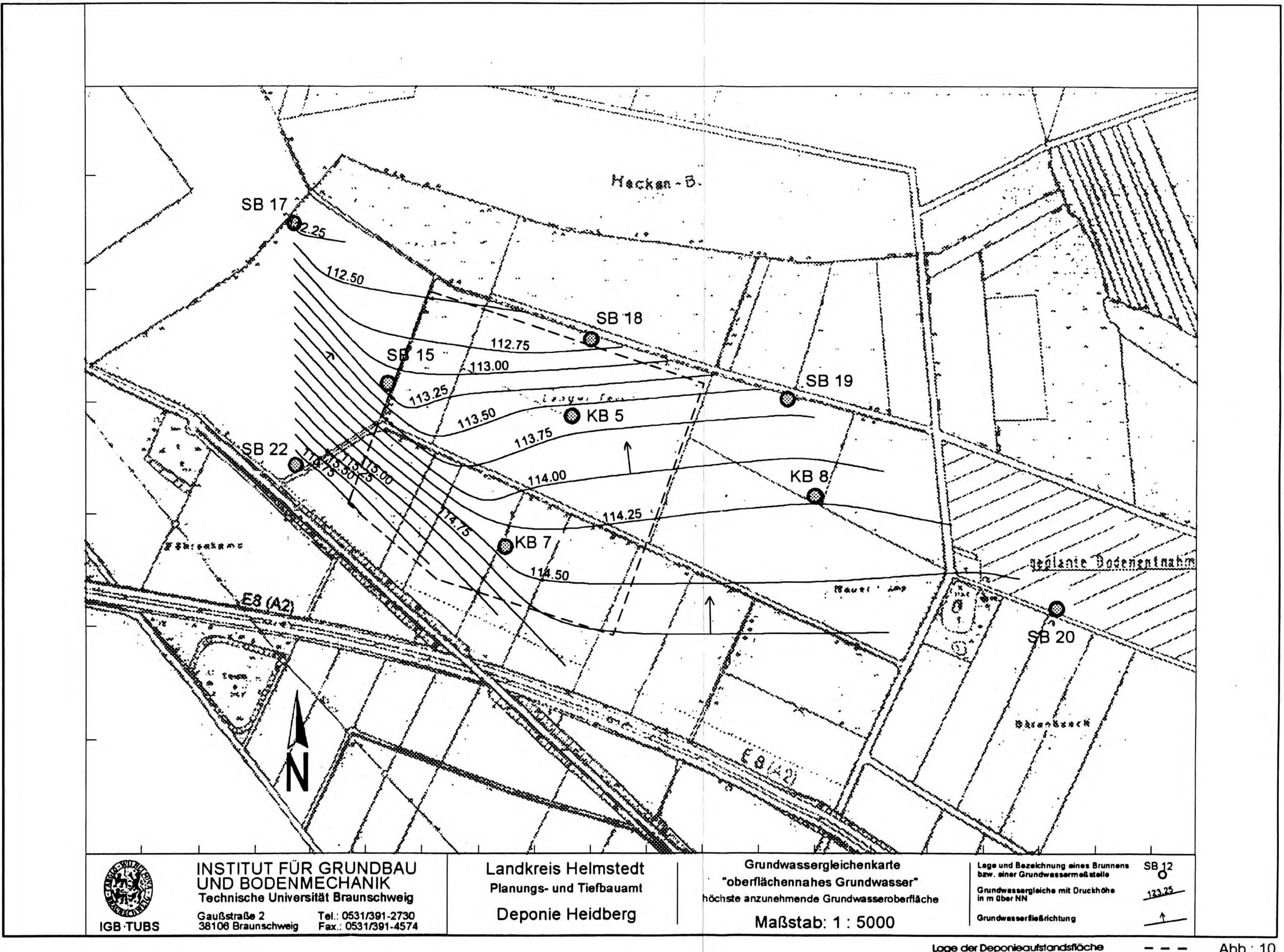
Die bisherigen Potentialmessungen am geplanten Deponiestandort "Heidberg" liegen ab dem November 1990 nur bruchstückhaft vor. Ein vollständiger Jahreszyklus wurde nicht gemessen. Ein Vergleich der vorhandenen Meßdaten mit Werten gleicher Meßzeiten aus dem Fuhrberger Feld zeigte, daß die jahreszeitlichen Schwankungen sich hier in gleicher Weise abbilden. Für die Ermittlung des höchsten anzunehmenden Grundwasserstandes wurden die Messungen im Januar 1994 herangezogen. Als Vergleichspunkt im Fuhrberger Feld diente die Meßstelle Fuhrberg-Süd 262/2R. Die Amplitude kam im besagten Monat nahe an den in den vergangenen 37 Jahren ermittelten Höchstwert.

Die Abweichung dieses Wertes vom Mittelwert des zu betrachtenden Meßzeitraumes, im Verhältnis zum bislang gemessenen Höchstwert, lieferte bei Vergleich mit den entsprechenden Mittelwerten und Grundwasserständen des Januar 1994 im Untersuchungsraum den anzunehmenden Maximalwert pro Meßstelle.

Die Abb. 10 und 11 zeigen die Grundwassergleichenpläne, die Abb. 12 und 13 die jeweils zugehörigen Flurabstandskarten.

Ausgehend vom Meßzeitpunkt 11.01.1994 zeigt die Flurabstandskarte für das "oberflächennahe Grundwasser" einen zusätzlichen Anstieg der Grundwasseroberfläche zwischen etwa 0,10 m und 0,50 m. Analog zu Kapitel 5.5.2 bedeutet dies für tief liegende Geländeteile einen Anstieg der Grundwasseroberfläche über das Geländeniveau hinaus. Bei gegebenem oberirdischen Abfluß wird dies nicht in der Form zu beobachten sein. Die Grundwasserdrukfläche des Basisdolomites steigt in ähnlicher Form wie die Grundwasseroberfläche des "oberflächennahen Grundwassers". Hier ist jedoch zu bedenken, daß die Grundwasseroberfläche unverändert zwischen 20 m und 27 m unter Gelände liegt und, bezogen auf den geplanten Standort, keinen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist.

Für beide Systeme gilt, daß die ermittelten Flurabstände theoretischer Natur sind und sich rein konstruktiv aus den Standrohrspiegelhöhen und zusätzlich aus dem Vergleich mit dem o.g. Fuhrberger Feld ergeben.



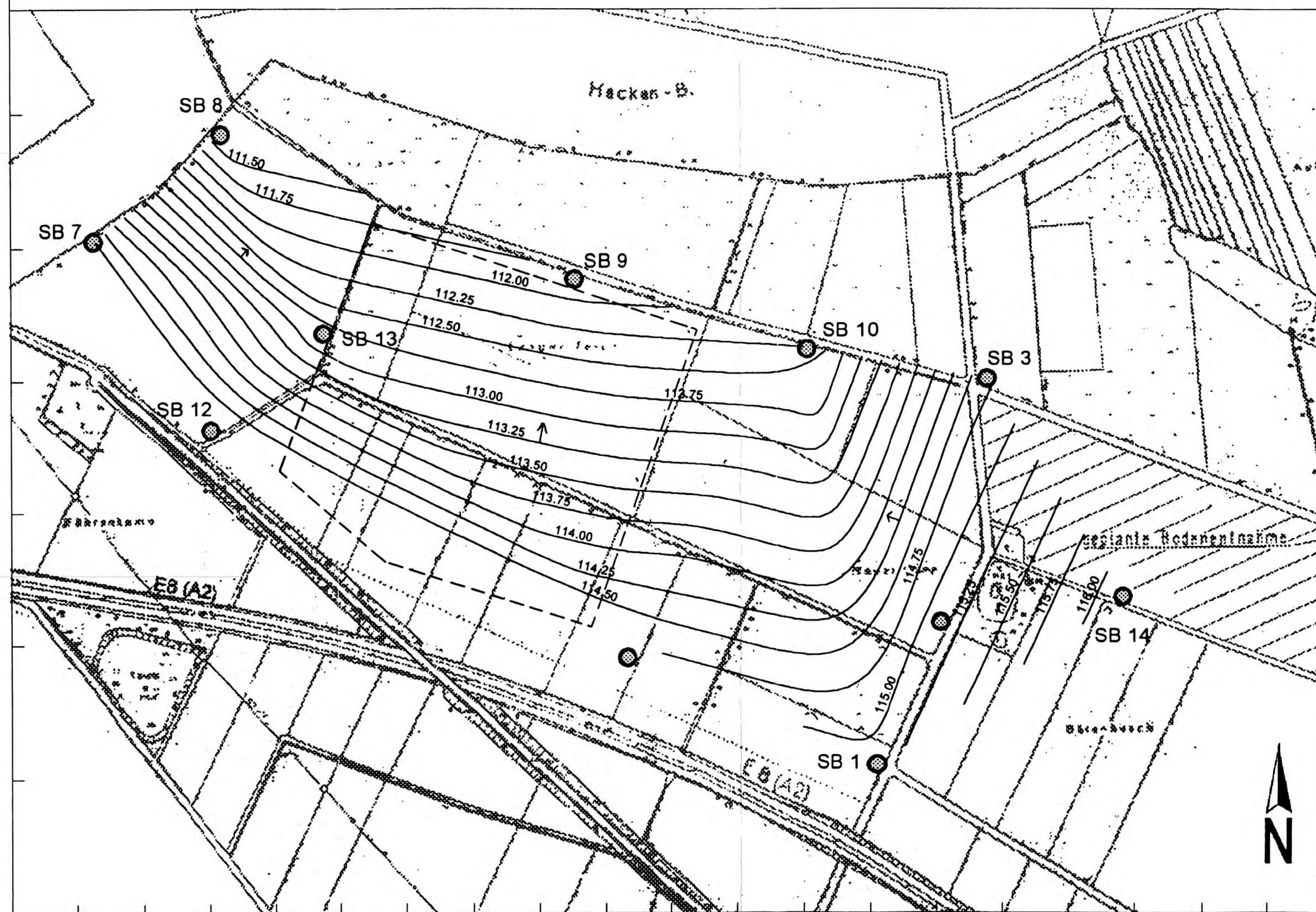
INSTITUT FÜR GRUNDBAU
UND BODENMECHANIK
Technische Universität Braunschweig
Gaußstraße 2
38106 Braunschweig
Tel.: 0531/391-2730
Fax.: 0531/391-4574

Landkreis Helmstedt
Planungs- und Tiefbauamt
Deponie Heidberg

Grundwassergleichenkarte
"oberflächennahes Grundwasser"
höchste anzunehmende Grundwasseroberfläche
Maßstab: 1 : 5000

SB 12
123.25
— ↑ —
Lage und Bezeichnung eines Brunnens
bzw. einer Grundwassermeßstelle
Grundwassergleiche mit Druckhöhe
in m über NN
Grundwasserfließrichtung

Abb.: 10

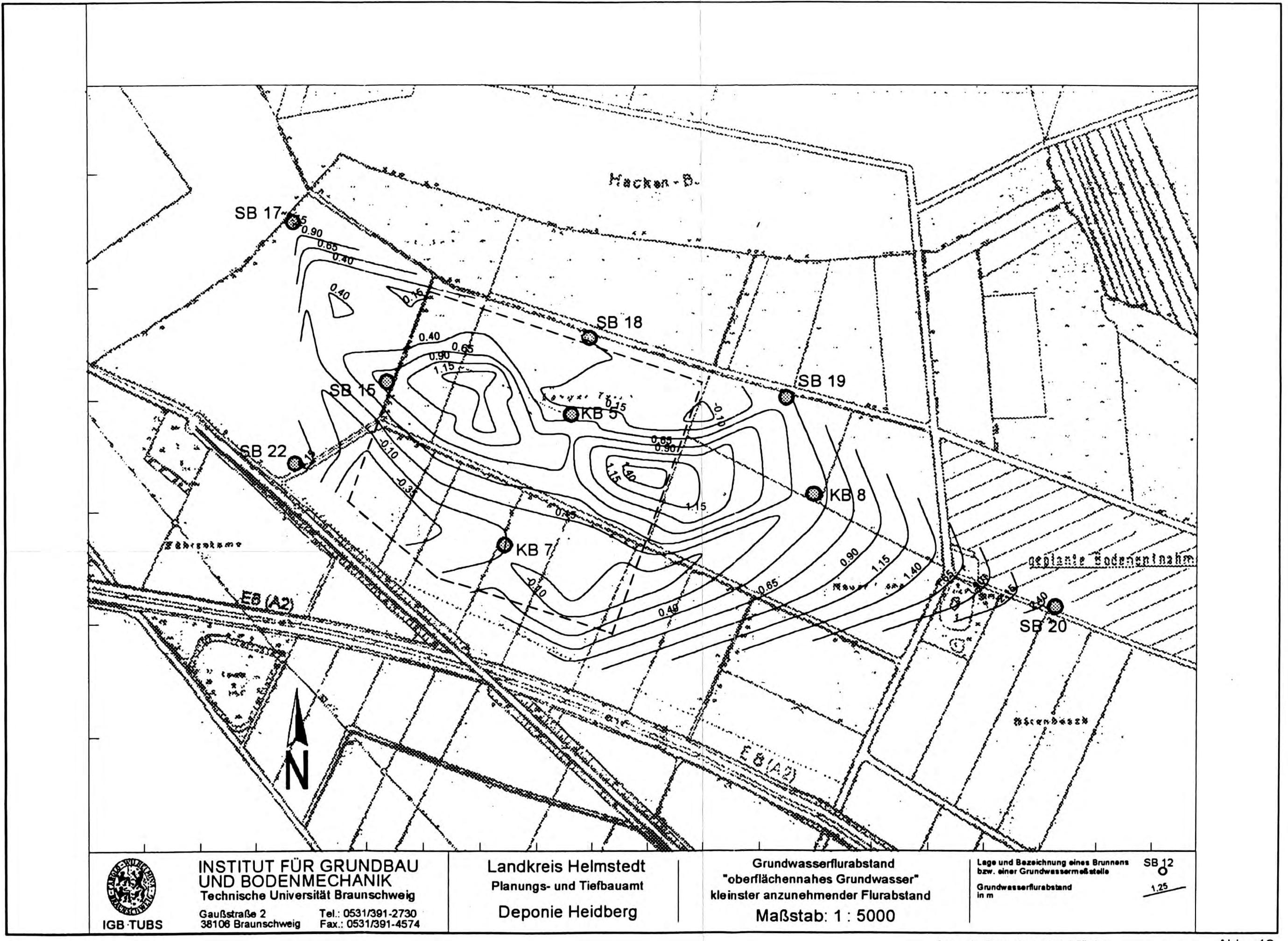


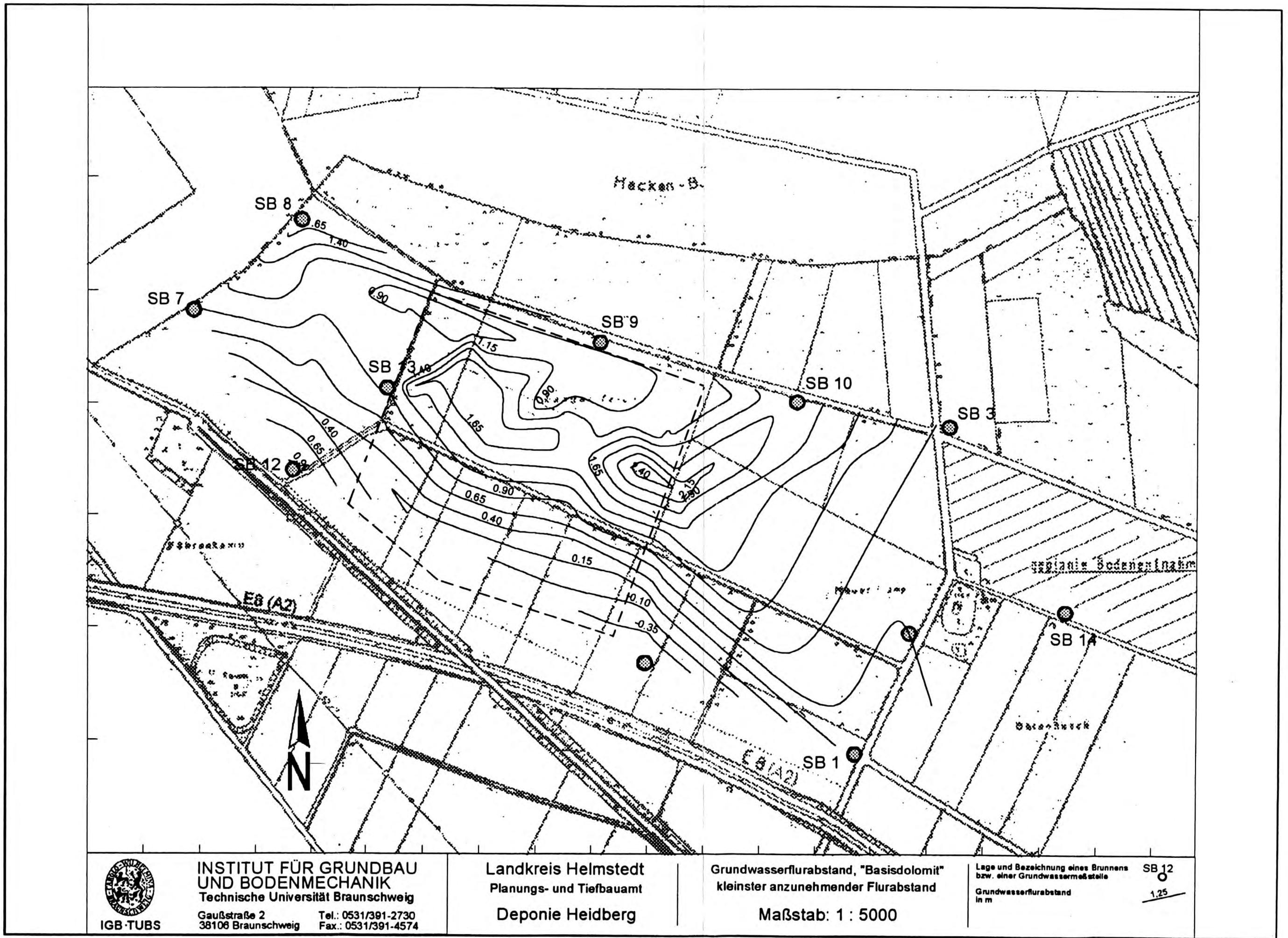
INSTITUT FÜR GRUNDBAU
UND BODENMECHANIK
Technische Universität Braunschweig
Gaußstraße 2
38106 Braunschweig
Tel.: 0531/391-2730
Fax: 0531/391-4574

Landkreis Helmstedt
Planungs- und Tiefbauamt
Deponie Heidberg

Grundwassergleichenkarte, "Basisdolomit"
höchste anzunehmende Grundwasserdruckhöhen
(Druckhöhen in m ü. NN)
Maßstab: 1 : 5000

Lage und Bezeichnung eines Brunnens
bzw. einer Grundwassermessstelle
SB 12
Grundwassergleiche mit Druckhöhe
in m über NN
123.25
Grundwasserlieferrichtung
↑
Lage der Deponieaufstandsfläche





6 Geologische und hydrogeologische Bewertung

Die geotechnischen Untersuchungen im Bereich des geplanten Deponiestandortes "Heidberg" lassen folgende Aussagen zu:

Der Untergrund im Deponiebereich besteht vorwiegend aus Tonen, Tonsteinen und Tonmergelsteinen mit einem Feinkornanteil der deutlich über 15 Gew.% liegt. Die Gesteine sind hier flächenhaft verbreitet und bilden in einer Mächtigkeit von ca. 150 m den direkten Untergrund des geplanten Standortes. Sie werden lediglich in Teufen zwischen ca. 20 m bis 27 m von einem im Durchschnitt 0,5 m mächtigen Karbonatgestein unterbrochen. Die Gesteinsformationen sind durch ein schwaches Einfallen bzw. nahezu horizontale Lagerungsverhältnisse gekennzeichnet. **Tektonische Störungen** relevanten Ausmaßes sind im Zuge der Erkundungsbohrungen und nach Einschätzung der geologischen Gesamtsituation nicht vorhanden. Eine **Erdbebengefährdung** besteht für das geplante Bauwerk nicht, da gemäß DIN 4149, Teil 1 der geplante Standort zur Erdbebenzone A gehört. Hier ist nach den bisherigen Erfahrungen die Belastung als so gering einzustufen, daß keine nennenswerten Schäden zu erwarten sind.

Die Gesteine schließen hier keine zur Subrosion und lokalen unterirdischen Erosion neigenden Serien mit ein, daher ist eine **Erdfallgefährdung** weder in der Vergangenheit beobachtet, noch für die weitere Zukunft nach dem heutigen Stand der Erkenntnis anzunehmen.

Eine Gefährdung durch frühere bergbauliche Tätigkeiten ist im Bereich des geplanten Standortes nicht gegeben.

Der Kalkgehalt der überwiegend kalkreichen Gesteine wirkt sich auf die Plastizität verringemd bzw. auf die Verformungs- und Festigkeitseigenschaften erhöhend aus. Grundsätzlich kann der Kalkanteil eines Bodens durch saure Wässer gelöst werden und damit zu einer Festigkeitsabnahme führen. Im Bereich der geplanten Deponie „Heidberg“ ist eine natürliche Lösung jedoch aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers allenfalls in geologischen Zeiträumen zu erwarten. Diese werden jedoch bei erdstatischen Berechnungen nicht berücksichtigt.

Die Sickerwässer aus deponierten Abfällen treten erfahrungsgemäß während der anfänglichen Säuregärung nur bei jungen Deponien auf. Da zumindest bei jungen Deponien davon auszugehen ist, daß das Basisabdichtungssystem intakt ist, die Deponiesickerwässer somit gefaßt und abgeleitet werden, sind kalklösende Vorgänge nicht zu erwarten.



Organische Anteile im Boden binden Porenwasser, erhöhen den Porenanteil und verschlechtern dadurch die Verformungs- und Festigkeitseigenschaften. Die hier ermittelten Ergebnisse der Spannungs- und Verformungsuntersuchungen der anstehenden Gesteine geben keinen Hinweis auf eine negative Beeinflussung der Festigkeitseigenschaften der untersuchten Böden durch organische Anteile.

Hydrogeologisch gehören die Gesteine aufgrund ihrer äußerst geringen Wasserleitfähigkeit zu den grundwasserstauenden Sedimenten. Sie besitzen im nördlichen Betrachtungsraum eine Gebirgsdurchlässigkeit, beschrieben durch den Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwert k_r , von $k_r < 1 \times 10^{-7}$ [m/s]. Im südlichen Teil hingegen (um KB 7, KB 9 bis KB 11) wurden lokal oberflächennah auch Werte von $k_r > 1 \times 10^{-7}$ [m/s] ermittelt. Dies ist bei der Planung der Deponie entsprechend zu berücksichtigen und ggf. durch eine technische Nachbesserung auszugleichen. Gemäß der TA Siedlungsabfall [2] muß das Deponieplanum mindestens 1 m über der höchsten zu erwartenden Grundwasseroberfläche bzw. Grundwasserdruk-fläche liegen, es sei denn, der Untergrund besteht aus schwach durchlässigen Gesteinen mit ausreichender Mächtigkeit und erheblicher flächenhafter Ausdehnung. Von dieser Einschränkung kann im Falle des Standortes "Heidberg" Gebrauch gemacht werden, wenn die geplante Deponie in den "zentralen" Bereichen der ausstreichenden Tonstein- bzw. Tonmergelsteinserien zu liegen kommt. Bei der zur Zeit geplanten Lage der Deponieaufstandsfläche (Stand: Mai/Juni 1995) ist dies jedoch nicht gegeben, da die (nach Kartenlage) im Süden des Untersuchungsraumes einsetzenden Sande des Tertiärs in unmittelbarer Nachbarschaft zu liegen kommen und aufgrund ihrer potentiell hohen Gebirgsdurchlässigkeiten keine geologische Barriere im Sinne der geltenden Richtlinien [1],[2] darstellen.

7 Zusammenfassung

Der Landkreis Helmstedt beabsichtigt zwischen den Ortschaften Barmke, Rennau und Rottorf die Errichtung der Hausmülldeponie "Heidberg".

Das Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig erhielt den Auftrag zur Überarbeitung und Zusammenfassung aller bisherigen geotechnischen Untersuchungen, sowie zur Neubewertung der örtlichen Grundwassersituation.

Der Untersuchungsraum "Heidberg" ist unter dem Gesichtspunkt der Anlage einer Deponie der Klasse II nach der bundesweit gültigen Verwaltungsvorschrift der TA Siedlungsabfall vom 14.05.1993 [2] und länderspezifisch für Niedersachsen nach dem RdErl. d. MU vom 27.11.1991 [1] als Deponiestandort bei Beachtung folgender Einschränkungen geeignet:

- Berücksichtigung der Bereiche erhöhter Gebirgsdurchlässigkeit ($k_f > 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$), ggf. durch eine technische Nachbesserung (technische Barriere).
- Bei der z.Zt. geplanten Lage der Deponieaufstandsfläche muß das Deponieplanum mindestens 1 m über der höchsten zu erwartenden Grunswasseroberfläche bzw. Grundwasserdruckfläche zu liegen kommen [2].

Braunschweig, den 25.07.1995

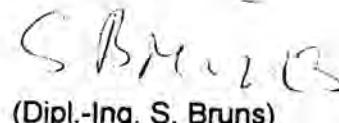
INSTITUT FÜR GRUNDBAU
UND BODENMECHANIK



(Dipl.-Geol. M. Bachmann)



(Prof. Dr.-Ing. W. Rodatz)



(Dipl.-Ing. S. Bruns)



Anlagen

Brunnen	Pegelrohr ■ NN	14.11.90 ■ NN	26.2.91 ■ NN	24.4.91 ■ NN	22.5.91 ■ NN	24.6.91 ■ NN	24.7.91 ■ NN	5.9.91 ■ NN
KB 1 U	114,10	112,03	—	112,23	112,33	112,25	112,25	112,10
KB 3 U	114,60	113,52	—	113,76	113,73	113,69	113,69	113,55
KB 5	114,60	—	113,88	113,80	113,71	113,50	113,50	—
KB 6	114,22	112,34	113,30	113,19	113,19	113,13	113,13	112,58
KB 7	115,27	112,71	113,92	113,71	113,66	113,55	113,55	111,80
KB 8	114,20	112,26	113,74	113,44	113,31	113,14	113,14	112,78
SB 1 U	115,50	114,29	114,84	114,65	114,66	114,44	114,44	113,75
SB 2 U	115,30	113,22	113,22	113,14	113,28	113,33	113,33	113,37
SB 3 U	115,40	113,20	114,29	114,29	114,27	114,26	114,44	114,19
SB 4 U	112,00	110,45	111,58	111,36	111,26	111,03	113,33 2	110,73
SB 7 U	115,02	112,08	—	112,34	112,40	112,30	114,26	112,14
SB 8 U	112,86	109,92	—	110,49	110,32	110,12	111,03	109,90
SB 9 U	113,01	110,17	—	110,84	110,68	110,47	112,30	—
SB 10 U	113,71	110,39	—	111,09	110,97	112,47	110,12	109,91
SB 11 U	114,27	112,86	—	113,03	113,30	113,32	110,47	113,84
SB 12 U	115,47	113,69	—	114,80	114,49	114,15	112,47	112,37
SB 13 U	113,69	112,27	—	112,38	112,49	112,42	113,32	113,57
SB 14 U	116,59	113,49	—	113,69	113,68	113,63	114,15	112,37
SB 15	114,07	110,47	112,79	112,63	112,61	112,55	112,42	113,26
SB 16	115,31	113,17	114,38	114,15	113,65	113,35	113,63	113,26
SB 17	113,19	110,36	111,90	111,79	111,64	111,24	112,55	110,79
SB 18	113,48	111,49	112,50	112,38	112,33	113,41	113,35	—
SB 19	114,10	110,74	112,96	112,96	112,91	111,18	111,24	112,58
SB 20	116,97	—	114,88	115,14	114,98	114,62	113,41	114,16
SB 21	114,69	112,47	113,66	113,55	113,54	113,41	—	112,89
SB 22	115,90	113,36	114,85	114,46	114,11	113,78	—	113,47
Teich I	113,87	—	114,27	—	—	—	—	—
Teich II	116,25	—	116,20	116,21	116,18	116,09	—	116,65
Teich III	115,29	—	114,89	114,79	114,74	114,49	—	115,69

Brunnen	Pegelr. NN	Wasserstand über NN					
		10.11.93	11.01.94	03.08.94	14.09.94	06.02.95	07.03.95
KB 1	114,10						
KB 3	114,60						
KB 5	114,60	113,28	113,54	112,85	112,81	114,12	113,97
KB 6	114,22						
KB 7	115,27	113,60	114,10	112,84	112,81	113,73	113,82
KB 8	114,20	113,12	114,00	112,92	112,84	113,99	113,82
SB 1	115,50	114,74	114,99	114,02	114,43	114,90	
SB 2	115,30	113,28	113,35	113,51	113,53	113,42	113,47
SB 3	115,40	114,22	114,59	114,24	114,33	114,42	114,37
SB 4	112,00	111,37	111,73		110,89		
SB 7	115,02	113,92	114,14	112,13	113,06	112,41	112,47
SB 8	112,86	110,70	111,08	109,97	110,17	111,15	110,99
SB 9	113,01	111,06	111,59	110,51	112,39	111,56	111,48
SB 10	113,71	112,55	111,85	110,81	112,48	111,85	112,77
SB 11	114,27	113,15		113,41	113,12	113,27	113,32
SB 12	115,47	114,44	114,51	113,99	113,87	115,12	115,05
SB 13	113,69	112,21	112,48	112,23	111,99	112,45	112,47
SB 14	116,59	113,64	115,69	113,71	113,72	113,93	113,90
SB 15	114,07	112,49	112,89	112,42	112,61	112,89	112,85
SB 16	115,31	112,46	112,74	113,33	112,40	114,44	114,24
SB 17	113,19	111,56	112,00	111,01	111,07	111,92	111,94
SB 18	113,48	112,30	112,51	111,87	111,11	112,54	112,40
SB 19	114,10	111,79	113,35	112,80	111,37	113,36	112,23
SB 20	116,97	114,21	114,45	114,19	114,22	115,02	115,49
SB 21	114,69	113,54	113,12	113,02	113,82	113,80	113,60
SB 22	115,90	114,18	115,59	113,63	113,51	114,90	114,82
Teich 1	113,87						
Teich 2	116,25	116,43					
Teich 3	115,29				114,51		

Städtisches Amt für Wasser und Abfall Hildesheim

Grundwasserleiter - Geologie.		Haupttabelle			Grundwassерstände		NN + m	Blatt	3												
		Filterunterkante	Meßpunkt Höhe	von	gültig	bis	Bezeichnung der Maßstelle		Meßstellennummer												
		NN + m	42.29	11/59	bis	10/86	Fuhrberg-Süd 262 / 21 (1986)		3425 4 51 1												
		NN + m	42.86	11/86	bis	0	Beobachtungszeitraum	Fluggebiet	487 2550												
		NN + m	0	0	0	0	Beginn:	TK 25	3425												
GW Stockwerk		unter Gelände	Geländehöhe	von	gültig	bis	Ende:	1990	Rechtswert												
		m	777	NN + m	41.79	11/59	bis	10/86	Hochwert												
		m	777	NN + m	42.18	11/86	bis	0	An der Meßst.												
MFP + m NN		42.29	42.86	0.00					4												
Abflußjahr		Winterhalbjahr			Sommerhalbjahr			Halbjahr													
		Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	So	Datum	N	M	Jahr		
1981		40.75	40.95	41.13	41.03	41.16	40.87	40.75	40.95	40.98	40.77	40.73	40.87	40.98	40.84	0	40.63	40.91	41.35	0	
1982		41.01	41.05	40.93	41.01	41.03	40.83	40.77	40.56	40.41	40.28	40.21	40.19	40.58	40.40	0	40.13	40.69	41.26	0	
1983		40.28	40.45	40.65	40.72	40.70	40.89	40.71	40.50	40.34	40.21	40.04	40.02	40.62	40.30	0	39.99	40.46	40.98	0	
1984		40.00	40.29	40.65	40.78	40.59	40.50	40.51	40.76	40.57	40.44	40.41	40.47	40.54	40.47	0	39.99	40.51	40.96	0	
1985		40.86	40.72	40.68	40.68	40.57	40.67	40.52	40.39	40.37	40.27	40.29	40.24	40.70	40.35	0	40.19	40.52	40.95	0	
Summe		202.90	203.46	204.04	204.22	204.05	203.76	203.26	203.16	202.67	201.97	201.68	201.89	203.74	202.44		203.09				
1981/1985		40.58	40.59	40.81	40.84	40.81	40.75	40.65	40.63	40.53	40.39	40.34	40.38	40.75	40.49		39.99	40.62	41.35		
1986		40.17	40.31	40.61	40.48	40.51	40.62	40.44	40.42	40.18	40.04	40.05	40.03	40.45	40.19	0	40.01	40.32	40.76	0	
1987		40.43	40.52	41.07	41.13	41.16	41.09	40.99	40.86	40.73	40.62	40.58	40.53	40.90	40.73		41.12	40.38	40.81	41.33	
1988		40.70	40.86	41.02	41.08	41.27	41.10	40.89	40.77	40.68	40.51	40.39	40.38	41.01	40.60	02.10	40.36	40.80	41.44	27.03	
1989		40.42	40.79	40.88	40.80	40.93	40.81	40.67	40.44	40.19	40.05	40.11	40.07	40.77	40.26		27.08	40.01	40.51	40.98	25.12
1990		40.08	40.20	40.40	40.57	40.79	40.63	40.51	40.35	40.23	40.13	40.26	40.27	40.45	40.29	05.11	40.08	40.37	40.85	11.03	
Summe		201.81	202.68	203.98	204.06	204.66	204.25	203.50	202.84	202.01	201.35	201.39	201.33	203.57	202.07		202.82				
1986/1990		40.36	40.54	40.80	40.81	40.93	40.85	40.70	40.57	40.40	40.27	40.28	40.27	40.71	40.41		40.01	40.56	41.44		
Summe 10a		404.71	406.14	408.02	408.28	406.71	408.01	406.76	406.00	404.68	403.32	403.07	403.22	407.31	404.51		406.91				
Mittelw. 10a		40.47	40.61	40.80	40.83	40.87	40.80	40.68	40.60	40.47	40.33	40.31	40.32	40.73	40.45		39.99	40.59	41.44		
Summe von Reihen		930.19	934.93	937.10	938.90	939.09	939.28	937.78	933.83	931.82	930.18	929.65	928.73	936.58	932.00		39.79	934.29	41.62		
Summe ges.		1334.90	1341.07	1345.12	1347.18	1347.80	1347.29	1344.54	1339.83	1336.50	1333.50	1332.72	1331.95	1343.89	1336.51		1340.20				
Mittelw. ges.		40.45	40.64	40.76	40.82	40.84	40.83	40.74	40.60	40.50	40.41	40.39	40.36	40.72	40.50		39.79	40.61	41.62		

Bemerkungen:		Ab November 1986 neuer Rechtswert = 35 57 930 / Hochwert = 58 24 320									Meßpunkthöhe = 42 861 m NN								
Rechtswert		Fuhrberg-Süd 262 / 21 (1986)									Beobachtungszeitraum								
Beginn:		Beginn: 1981									Ende: 1990								
Rechtswert		Rechtswert: 35 57 930									Hochwert: 58 24 250								
An der Meßst.		An der Meßst.: 4									An der Meßst.: 4								

Aufgestellt: s... 21.03.1995
Hildesheim, den 15.03.1995
LQ

Staatliches Amt für Wasser und Abfall Hildesheim

Grundwasserentferner - Geologie		Haupttabelle		Grundwasserastände		NN + m	Blatt	4
Filterunterkante	Meßpunkthohe	von	gültig	bis	Bezeichnung der Meßstelle			
NN + m 727	NN + m 42.29	11/59	bis	10/86	Fuhlberg-Süd 262 / 2R (1986)			Meßstellennummer 3425 4 51 1
NN + m	NN + m 42.86	11/86	bis	0	Beobachtungszeitraum			Flußgebiekt 487 2590
NN + m	NN + m 0	0	0	0	Beginn	1991		TK 25
unter Gelände	Gelände hohe	von	gültig	bis	Ende	2000		Rechtswert 35 57 540
NN	NN + m 41.79	11/59	bis	10/86	Turnus	wöchentlich		Hochwert 58 24 320
NN	NN + m 42.18	11/86	bis	0	Amt der Meßst.			4
MPH + m NN	42.29	42.86	0.00					

Abflußjahr	Winterhalbjahr						Sommerhalbjahr						Halbjahr						Jahr	N	M	Datum	W	So	W	So	W	So	W	So		
	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mrz	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mrz	Apr	May	
1991	40.24	40.63	40.88	40.73	40.70	40.63	40.54	40.37	40.27	40.08	39.95	39.95	40.64	40.19	12.09	39.94	40.41	40.97	11.01													
1992	40.06	40.28	40.59	40.68	40.80	40.87	40.78	40.58	40.35	40.13	40.00	39.95	40.55	40.30	23.10	39.90	40.42	40.95	27.03													
1993	40.13	40.52	40.86	40.94	40.82	40.71	40.60	40.48	40.34	40.52	40.55	40.79	40.66	40.55	06.11	40.03	40.61	40.95	26.02													
1994	40.73	41.11	41.38	41.25	41.40	41.33	41.04	40.95	40.72	40.52	40.52	40.52	40.50	41.21	40.70	21.10	40.47	40.97	41.53	28.01												
1995	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	40.58	—	41.42	0												
Summe	161.16	162.54	163.71	163.60	163.72	163.54	162.96	162.38	161.68	161.25	161.02	161.19	163.06	161.74																		
1991/1995	40.29	40.64	40.93	40.90	40.93	40.89	40.74	40.60	40.42	40.31	40.26	40.30	40.76	40.43		39.90	40.60	41.53														
1996	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	0												
1997	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	0												
1998	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	0												
1999	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	0												
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	0												
Summe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00													
1996/2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
Summe 10a	161.16	162.54	163.71	163.60	163.72	163.54	162.96	162.38	161.68	161.25	161.02	161.19	163.06	161.74																		
Mittelw.	10a	40.29	40.64	40.93	40.90	40.93	40.89	40.74	40.60	40.42	40.31	40.26	40.30	40.76	40.43																	
Summe von	1988/1990	1324.90	1341.07	1345.12	1347.18	1347.80	1347.29	1344.54	1339.83	1336.50	1333.72	1331.95	1343.89	1336.51																		
Reihe	1958	bis	1994	37 Jahre																												
Summe ges.	1496.06	1503.61	1508.83	1510.78	1511.52	1510.83	1507.50	1502.21	1498.18	1494.75	1493.74	1493.14	1506.95	1498.25																		
Mittelw. ges.	40.44	40.63	40.77	40.83	40.85	40.84	40.73	40.60	40.49	40.38	40.37	40.35	40.73	40.49																		
Bemerkungen:	Ab November 1986 neuer Rechtswert = 35 57 540 / Hochwert = 58 24 320																															
	Meßpunkthöhe = 42.861 m NN																															

Aufgestellt: Sedogate 21 (Rm)
Hildesheim, den 15.03.1995
LQ

Anlage 2.2

Geprüft

Bearbeitet