

Baugrundgutachten  
zu Auswirkungen der Grundwasserhaltung auf dem  
*„Ehemaliges Hausmann-Gelände“*  
in Niederkassel-Rheidt

Auftraggeber: PORTA West V+V GmbH & Co. KG  
Postfach 1364  
32439 Porta Westfalica

Auftrag Nr. / Zeichen: 7988/mo

Datum: 10.09.2013

Inhalt

1	Situation .....	4
2	Unterlagen.....	6
3	Untersuchungsgang .....	6
4	Geologie.....	6
5	Bodenaufschlüsse.....	7
6	Grundwasser.....	8
7	Bodenmechanische Untersuchung .....	9
8	Hydrogeologische Untersuchung .....	11
9	Beurteilung der Untersuchungsergebnisse .....	11
10	Ergebnis der Untersuchungen .....	13
11	Schlussbemerkung.....	13

Dokumentation

- Anlage 1 Lageplan
- Anlage 2 Zeichenerklärung
- Anlagen 3 Bohrprofile und Rammdiagramme
  - Anlage 3.1 Bohrprofile KRB 1 und 6, Rammdiagramme DPH 1 und 6
  - Anlage 3.2 Bohrprofile KRB 2 und 3, Rammdiagramme DPH 2 und 3
  - Anlage 3.3 Bohrprofile KRB 4 und 5, Rammdiagramme DPH 4 und 5
- Anlagen 4 Körnungslinien
  - Anlage 4.1 Körnungslinie S 1, Probe 1.8
  - Anlage 4.2 Körnungslinie S 2, Probe 1.9
  - Anlage 4.3 Körnungslinie S 3, Probe 2.4 + 2.5
  - Anlage 4.4 Körnungslinie S 4, Probe 4.6
  - Anlage 4.5 Körnungslinie S 5, Probe 3.8 + 3.9
  - Anlage 4.6 Körnungslinie S 6, Probe 6.5 - 6.7
  - Anlage 4.7 Körnungslinie S 7, Probe 5.6

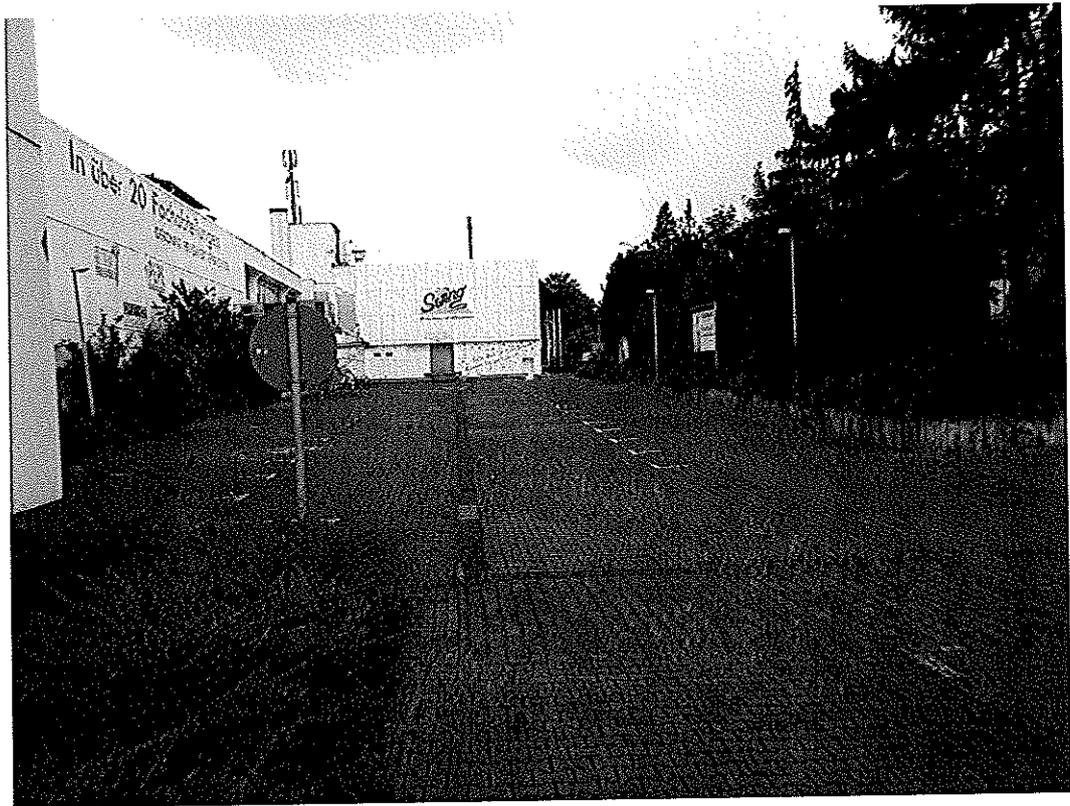
## 1 Situation

Das ehemalige Möbel-Hausmann-Gelände in Niederkassel-Rheidt ist Teil eines geplanten Neubaugebietes. Es wird im Süden von der Josefstraße sowie im Osten und Westen von der Straße „Auf dem Feldchen“ beziehungsweise von der „Oberstraße“ begrenzt.

Die nachfolgenden Bilder 1 und 2 zeigen das Untersuchungsgelände mit dem Bestandsgebäude.



**Bild 1: Blick von der Oberstraße nach Südosten auf das bestehende Möbelhaus**



**Bild 2: Blick nach Westen auf die Hoffläche an der Nordseite des Gebäudes**

Das zurzeit noch vorhandene Möbelhaus soll abgerissen werden. Das Gebäude ist unterkellert. Aufgrund der Nähe zum Rhein, liegt das Gelände im Einflussbereich der Grundwasserschwankungen aufgrund wechselnder Rheinwasserstände. Bei Hochwasser bindet der Keller in das Grundwasser ein. Dies führte zu Wassereintritten im Kellergeschoss. Bei dem Rheinhochwasser von 1993 stand der Ausstellungsraum im Untergeschoss ca. 0,50 m im Wasser. Zur Sicherung des Untergeschosses wurden 1995 zunächst drei Schachtbrunnen bis in eine Tiefe von ca. 4,00 m niedergebracht, die später vertieft und durch Bohrbrunnen bis in eine Tiefe von 8,00 m ergänzt wurden.

Durch die Brunnenanlage wurde das Grundwasser in extremen Hochwassersituationen über einen begrenzten Zeitraum abgepumpt und unter der Kellersohle gehalten. Hierbei soll es zu einem Materialaustrag gekommen sein. Es bestehen Bedenken, dass es durch Materialverluste zu Hohlräumen oder Auflockerung in der Umgebung des Hausmann-Gebäudes gekommen ist.

Unser Büro wurde daher am 24.07.2013 mit der Durchführung von geotechnischen Untersuchungen beauftragt.

## 2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Untersuchung zur Verfügung:

- Geologische Karte Blatt 5208 Bonn
- Baustruktur-Rh74 1. Änderung
- Amtlicher Lageplan vom 24.05.2013, M = 1:250
- Hydrogeologisches Gutachten, Geotechnisches Büro, Auftrag-Nr. 5544/le vom 16.10.1995

## 3 Untersuchungsgang

Zur Beurteilung, ob durch die temporären Wasserhaltungsmaßnahmen nachteilige Veränderungen in der Kornzusammensetzung der anstehenden Terrassenschotter sowie deren Lagerungsdichte stattgefunden haben, wurden Bohrungen zur Gewinnung von Bodenproben abgeteuft. Mit den entnommenen Bodenproben wurden Siebversuche gemäß DIN 18123 durchgeführt und die Kornverteilung festgestellt.

Parallel dazu wurden schwere Rammsondierungen angesetzt, um anhand des Rammwiderstandes die Lagerungsdichte beurteilen zu können.

Auf der Grundlage der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte wurde die Reichweite der Absenkungstrichter bestimmt.

## 4 Geologie

Regionalgeologisch liegt der Raum Niederkassel in der Niederrheinischen Bucht, die mit Beginn des Miozäns bei gleichzeitiger Hebung der Nordeifel als Senkungsfeld in das Rheinische Schiefergebirge eingebrochen ist. In größeren Tiefen ist deshalb das devonische Grundgebirge zu erwarten. Die Niederrheinische Bucht enthält die mächtigen Sedimentfolgen der braunkohleführenden miozänen Formationen (Hauptflözgruppe) des

Tertiärs, die sich überwiegend aus limnisch-fluviatilen Sanden, Kiesen und Tonen zusammensetzen, in die die Braunkohlenflöze eingelagert sind. Im Hangenden der Braunkohlenformationen folgen die pliozänen Serien *Hauptkies*, *Rotton* und *Reuver*.

Über den tertiären Sedimenten treten die pleistozänen Flussablagerungen des Rheins in Form seiner Mittel- und Niederterrassen auf. Sie werden überwiegend aus gut gerundeten Kiesen und Sanden mit unterschiedlichen Anteilen an Schluff aufgebaut.

Im Holozän ist es durch Flussaufschüttungen zur Bildung von Hochflutablagerungen gekommen. Diese bestehen überwiegend aus Schluff, Sand und Kies in wechselnder Zusammensetzung.

## 5 Bodenaufschlüsse

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Umfeld des Bestandsgebäudes insgesamt sechs Kleinrammbohrungen KRB 1 bis 6 niedergebracht. Die Bohrungen waren in unterschiedlichen Abständen zu den vorhandenen Brunnen teilweise in der Hoffläche, zum Teil im Gehweg beziehungsweise im Grünstreifen neben dem Parkplatz in der Josefstraße angesetzt. Die genaue Lage der Bodenaufschlüsse kann dem Lageplan auf Anlage 1 entnommen werden. Alle Bohrungen wurden auf einen Kanaldeckel in der Oberstraße einnivelliert, der im Lageplan kenntlich gemacht ist. In dem amtlichen Lageplan ist für diesen Kanaldeckel die absolute Höhe mit 51,31 m+NHN angegeben.

Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse sind in Form von Bohrprofilen auf den Anlagen 3.1 bis 3.3 höhenorientiert dargestellt. Die Zeichenerklärungen können der Anlage 2 entnommen werden.

Entsprechend den Bohrprofilen ist die Geländeoberfläche auf dem Hausmann-Gelände mit Verbundpflaster befestigt, das in einem Sandbett verlegt wurde, dessen Basis bei 0,15 (Bohrungen KRB 1 und 6) bis 0,16 m (Bohrung KRB 3) unter Bohransatzpunkt liegt. Darunter folgt eine Tragschicht aus Magerbeton, die bei den Bohrungen KRB 1 und 6 bis 0,25 cm Tiefe reicht und auf einer Auffüllung aus Kiessand aufliegt, deren Unterkante zwischen 0,50 m und 0,60 m unter GOK festgestellt wurde. Demge-

genüber steht in der Bohrung KRB 3 ab 0,29 m Tiefe gewachsener Boden direkt unter dem Magerbeton an.

Bei den Bohrungen KRB 2 und 5 besteht die Oberflächenbefestigung aus 0,04 m dicken Platten, die in einem Mörtelbett verlegt wurden. Ab 0,14 m Tiefe beginnt eine Auffüllung aus sandigem Kies beziehungsweise kiesigem Sand, die im Bereich der Bohrung KRB 5 bis 0,40 m und bei der Bohrung KRB 2 bis 2,20 m unter GOK reicht.

Bei der Bohrung KRB 4, die im Grünstreifen neben dem Parkplatz in der Josefstraße angeordnet war, wurde eine Mutterbodenauffüllung erbohrt, die eine Dicke von 0,40 m aufweist.

Unter der Auffüllung stehen bei fast allen Bohrungen die Hochflutablagerungen des Rheins an, die teilweise als schluffiger, mehr oder weniger kiesiger Sand, zum Teil auch als gering feinsandiger bis sandiger Schluff ausgeprägt sind. Örtlich wechseln Schluff- und Sandlagen in kurzen Abständen.

In der Bohrung KRB 2 wurden die Hochflutsedimente vollständig durch die Auffüllung ersetzt.

Die Hochflutablagerungen werden ab Tiefen zwischen 1,50 m (Bohrung KRB 3) und 2,70 m (Bohrung KRB 5) von den Terrassenschottern des Rheins unterlagert, die in Form von kiesigem bis stark kiesigem Sand und sandigem Kies aufgeschlossen wurden.

Die Kiessande wurden bis zur Bohrendtiefe von 8,00 m erbohrt und nicht durchteuft. Die Bohrungen KRB 4 und 5 mussten in Tiefen von 4,70 m beziehungsweise 4,60 m unter GOK abgebrochen werden, da aufgrund der Lagerungsdichte kein weiterer Bohrfortschritt möglich war.

## 6 Grundwasser

Zur Zeit dieser Untersuchung wurde bei den Bohrungen KRB 1 bis 3 und 6 Grundwasser in Tiefen zwischen 6,50 m und 7,80 m unter Bohransatzpunkt angetroffen. Dies entspricht absoluten Höhen zwischen 45,11 m+NHN (Bohrung KRB 3) und 43,61 m+NHN (Bohrung KRB 1).

Aufgrund der Nähe zum Rhein ist der Grundwasserspiegel in Abhängigkeit von dessen Wasserführung großen Schwankungen unterworfen.

Eine Grundwasserrecherche über das Grundwasserinformationssystem ELWAS ergab, dass in unmittelbarer Nähe des Untersuchungsbereiches keine Grundwassermessstellen verfügbar sind. Aus weiter stromaufwärts gelegenen Grundwassermesspegeln konnte für die Rheinwasserstände von 1993 und 1995 ein Grundwasserstand von ca. 49 m+NHN extrapoliert werden. Dies entspricht in etwa dem anlässlich des 1993-Hochwassers gemessenen Wasserstand im Umfeld des Hausmann-Gebäudes.

### 7 Bodenmechanische Untersuchung

Zur Beurteilung, ob sich durch die Wasserhaltungsmaßnahmen Hohlräume oder Auflockerungen ergeben haben, wurden mit ausgewählten Bodenproben insgesamt sieben Siebanalysen (S 1 bis 7) nach Abtrennen der Feinkornanteile durchgeführt. Die jeweiligen Kornzusammensetzungen sind in Form von Körnungslinien als Anlagen 4.1 bis 4.7 beigefügt. Zur besseren Übersicht sind die prozentualen Massenanteile bei den maßgebenden Korndurchmessern in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

**Tabelle 1: Prozentuale Kornzusammensetzung**

Nr.	Bohrung	Tiefe	Kornverteilung [ % ]			Durchlässigkeits beiwert ( $k_f$ )
			Fein	Sand	Kies	[ m/s ]
[ - ]	[ - ]	[ m ]				
1	KRB 1	3,30 – 4,20	6,2	41,9	51,9	$1,19 \cdot 10^{-4}$
2	KRB 1	4,20 – 7,00	7,3	39,0	46,3	$1,85 \cdot 10^{-4}$
3	KRB 2	2,90 – 8,00	4,8	33,1	62,1	$3,50 \cdot 10^{-4}$
4	KRB 4	2,60 – 4,70	4,4	24,6	71,00	$4,62 \cdot 10^{-4}$
5	KRB 3	3,00 – 6,00	5,0	38,6	56,4	$4,30 \cdot 10^{-4}$
6	KRB 6	2,50 – 7,00	7,2	38,0	54,8	$1,70 \cdot 10^{-4}$
7	KRB 5	3,50 – 4,60	2,7	31,2	66,1	$6,17 \cdot 10^{-4}$

Entsprechend den Kornverteilungen handelt es sich bei den untersuchten Terrassenkiesen im Wesentlichen um stark sandigen, partiell auch sandigen Kies mit Schluffanteilen zwischen 2,7 und 7,3 Gew.-%. Gemäß DIN 18196 sind die Kiesböden als GW beziehungsweise GU in die Bodenklassen 3 bis 4 einzustufen. Ausfallkörnungen wurden nicht festgestellt.

Ergänzend zu den Aufschlussbohrungen wurden sechs schwere Rammsondierungen (DPH 1 bis 7) gemäß DIN 4094 ( $m = 50 \text{ kg}$ ,  $A_c = 15 \text{ cm}^2$ ) durchgeführt. Die erzielten Schlagzahlen  $N_{10}$  sind dabei ein Maß für die Lagerungsdichte bei nichtbindigen Böden und lassen darüber hinaus Rückschlüsse über die Konsistenz von bindigen Böden zu. Die Rammdiagramme sind neben den zugehörigen Bohrungen auf den Anlagen 3 dargestellt. Die Rammsondierungen waren bis zur Tiefe von 8,00 m vorgesehen. Aufgrund der punktuell hohen Rammwiderstände wurden die Rammsondierungen DPH 4 bei 5,20 m und DPH 5 in der Tiefe von 5,90 m abgebrochen.

Entsprechend den Rammdiagrammen sind die Auffüllungshorizonte oberflächennah örtlich mitteldicht gelagert. Überwiegend weist die Auffüllung nur eine lockere Lagerung auf.

Die bindigen Hochflutsedimente (Hochflutlehm) besitzen zurzeit eine steife Konsistenz. Die sandig ausgeprägten Hochflutablagerungen sind nur locker gelagert.

Für die unterlagernden Terrassenkiese weisen die Rammdiagramme oberhalb des Grundwassers teilweise eine mitteldichte, größtenteils jedoch eine dichte bis sehr dichte Lagerung nach. Mit dem Erreichen des Grundwasserhorizontes gehen die Schlagzahlen überwiegend stark zurück, was einmal auf den Einfluss des Grundwassers direkt und zum anderen auf die Auflockerungen durch Grundwasserschwankungen zurückzuführen ist. Darüber hinaus weisen die Bodenproben in diesem Bereich höhere Sandanteile auf. Die Lagerungsdichte ist als locker bis mitteldicht einzustufen.

## 8 Hydrogeologische Untersuchung

Auf der Grundlage der jetzigen Untersuchungsergebnisse wurden aus den Sieblinien Durchlässigkeitswerte ermittelt. Hierzu stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die in ihren Ergebnissen zum Teil erhebliche Unterschiede aufweisen. Zur Bestimmung genauerer Werte wäre die Durchführung von Pumpversuchen erforderlich. Zur Abschätzung der Reichweite ist eine Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit auf der Grundlage der Kornverteilung jedoch ausreichend. Da bei Berechnung nach *Hazen* häufig zu hohe Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ ) ermittelt werden, wurden die  $k_f$ -Werte nach *Beyer* bestimmt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 auf Seite 9 zusammengestellt. Dabei ergaben sich Werte zwischen

$$k_f = 1,19 \cdot 10^{-4} \text{ m/s und } 6,17 \cdot 10^{-4} \text{ m/s.}$$

Das arithmetische Mittel aus allen abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerten wurde mit  $k_{fm} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  ermittelt. Dies entspricht in etwa dem mittleren  $k_f$  - Wert der hydrogeologischen Untersuchung von 1995.

Mit dem errechneten mittleren Durchlässigkeitsbeiwert wurde die theoretische Reichweite des Absenktrichters nach der Formel von *Sichardt*

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f}$$

bestimmt. Auf der Grundlage der damaligen Messung von einem Grundwasserstand von 49,00 m+NHN wurde eine maximale gleichmäßige Brunnenleistung von ca. 18 m<sup>3</sup>/h je Einzelbrunnen ermittelt. Die Grundwasserabsenkung am Brunnen beträgt 3,14 m. Die mittlere Reichweite des Absenktrichters ergibt sich damit zu ca. 170 m. Dabei verläuft die Absenkkurve nicht linear sondern exponentiell. Im Abstand von 20 m zum Brunnen beträgt die Absenkung nur noch etwa 80 cm.

## 9 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen wird deutlich, dass der Betrieb der Pumpenanlage zur Grundwasserhaltung bei Hochwasser auch einen Einfluss auf die Grundwassersituation der umgebenden Bebauung

hat. Die Grundwasserabsenkung nimmt jedoch mit der Entfernung zum jeweiligen Brunnen rasch ab und ist in größerer Entfernung nur noch marginal. Die Wasserhaltung erfolgte nur bei extrem hohen Grundwasserständen und dann auch nur über einen kurzen Zeitraum. Eine Grundwasserabsenkung, die zu Setzungen an naheliegenden Gebäuden führen kann, ist nicht erfolgt. Vielmehr wurde lediglich die obere Grundwasserspitze gekappt, was zu keinen negativen Auswirkungen auf die Nachbarbebauung geführt hat.

Die Körnungslinien aus den Siebversuchen, die mit Kiesmaterial aus Tiefen zwischen 2,50 und 8,00 m ausgeführt wurden (vgl. Tabelle 1 und Anlagen 4), weisen unabhängig von der Entfernung des Entnahmepunktes zu den alten Brunnen, generell eine andere Charakteristik auf als die alten Sieblinien. Der Kies besitzt zwar nach den jetzigen Ergebnissen einen überwiegend hohen Sandanteil, dieser war aber in den alten Körnungslinien durchweg höher. Dagegen ist der Feinkorngehalt in den neuen Sieblinien höher, was einem Entzug von Material widerspricht, da gerade bei dem Feinmaterial als erstes die Gefahr besteht, dass es mit abgepumpt wird. Aufgrund der guten Abstufung der erbohrten Kiessande ist der Materialtransport ohnehin nur im begrenzten Umfang möglich.

Da die Brunnen mit Kiesbelagsfiltern ausgestattet sind, können Unstetigkeiten in der Verfilterung ausgeschlossen werden. Ein Materialentzug in größerem Maße kann daher nicht stattgefunden haben. Vielmehr sind die durchweg vorhandenen Unterschiede zwischen den alten und den neuen Körnungslinien darin begründet, dass im Gegensatz zu dem damaligen Bohrverfahren bei der jetzigen Bohrkampagne mit einem größeren Durchmesser gebohrt wurde. Dies hat entscheidenden Einfluss auf die Kornzusammensetzung, da der Kiesanteil wegen der Korngröße bei kleinen Bohrdurchmessern nicht vollständig erfasst werden kann.

Die Rammdiagramme weisen für die Kiessande oberhalb des Grundwassers durchweg mittlere bis hohe Rammwiderstände nach, die keinen Hinweis auf eine nachteilige Veränderung wie Auflockerungen durch Materialentzug geben. Der Abfall der Schlagzahlen mit dem Auftreten des Grundwassers ist für den Untersuchungsbereich normal. Durch die größeren Grundwasserschwankungen kommt es zu Auflockerungen in dem

Schwankungsbereich. In den tieferen Kieshorizonten ist wieder ein Anstieg der Schlagzahlen zu erwarten.

#### 10 Ergebnis der Untersuchungen

Die Untersuchungen im Umfeld der Brunnenanlage, die zur Beurteilung eines gegebenenfalls erfolgten Materialaustrags infolge der Grundwasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt wurden, ergaben keine signifikanten Veränderungen des Untergrundes. Ein großflächiger Materialentzug hat nicht stattgefunden. Schäden an den umliegenden Gebäuden im Zusammenhang mit dem Betrieb der vorhandenen Brunnenanlage können ausgeschlossen werden.

Ein Entzug von Feinmaterial kann bei den vorliegenden Randbedingungen allenfalls in unmittelbarer Nähe der Brunnen im Bereich der höchsten Strömungsgeschwindigkeiten stattgefunden haben.

#### 11 Schlussbemerkung

Die durchgeführten Bohrungen und Rammsondierungen stellen punktförmige Bodenaufschlüsse dar, die nur Angaben über die Beschaffenheit des Baugrundes an den jeweiligen Untersuchungsstellen geben. Hieraus werden die geologischen Verhältnisse für den gesamten Untersuchungsbereich interpoliert. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Untersuchungspunkten sind daher möglich.

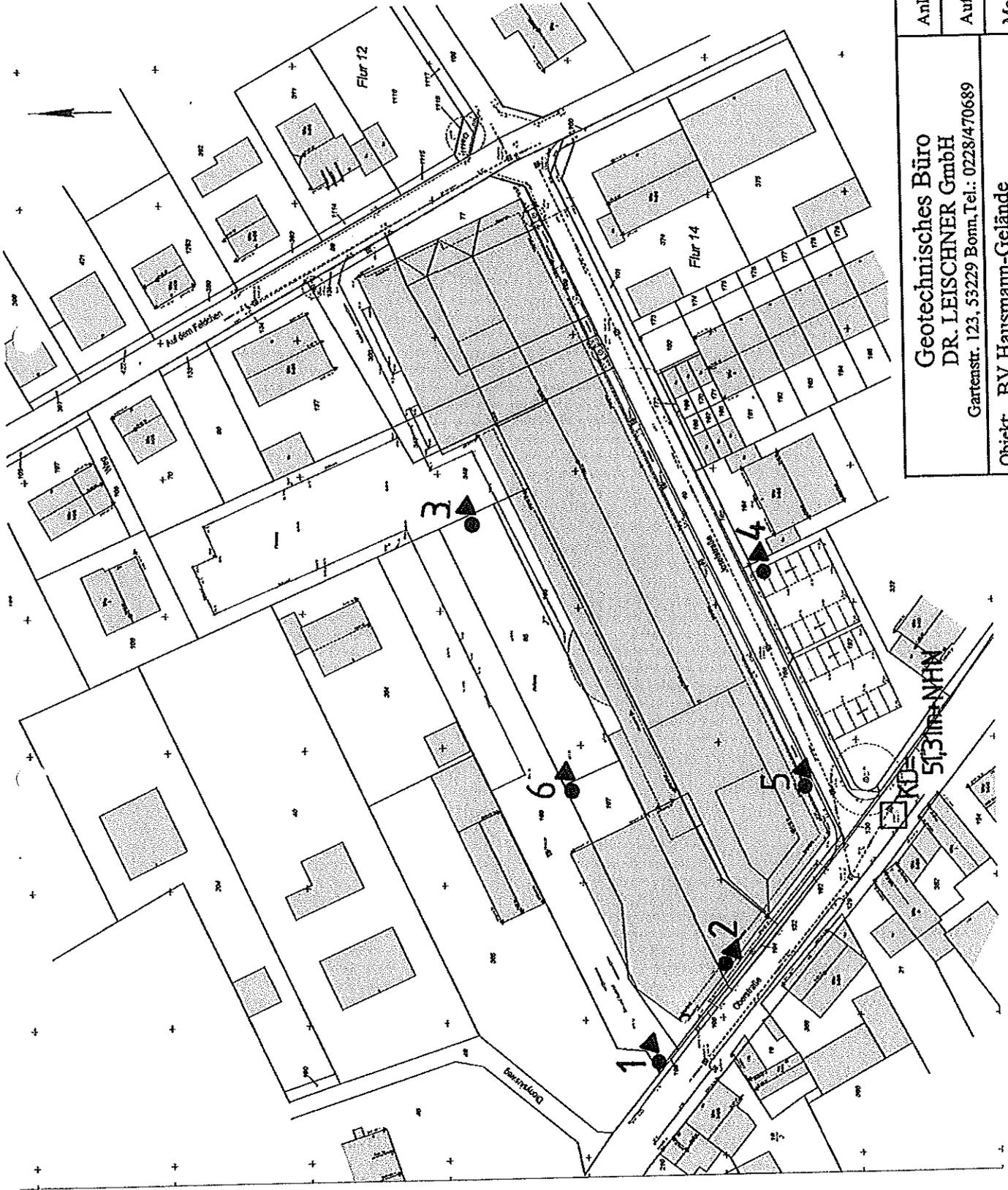
**Geotechnisches Büro**

Dr. Leischner GmbH

Gartenstr. 113 53829 Bonn  
Tel.: 02 28 - 47 06 89 • Fax 46 33 84

---

Dipl.-Ing. E. Mohr



Anlage Nr.		1
Auftrag Nr.		7988
Maßstab:		~1:1000
gez.	tj	Datum 07.08.2013
<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		
Objekt: BV Hausmann-Gelände Niederkassel-Rheidt		
Lageplan		

Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

**Untersuchungsstellen**

●	KRB	Kleinrammbohrung
△	DPL	Leichte Rammsondierung
▲	DPH	Schwere Rammsondierung
◆	V	Versickerungsversuch
⊙	GWM	Grundwassermessstelle
⊖	B	Brunnen
■	S	Schurf
┌	P	Probenahmepunkt
▣	AB	Asphaltbeprobung

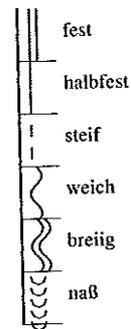
**Zusatzzeichen**

GOK	Geländeoberkante
KV	Kernverlust
KBF	Kein Bohrfortschritt
' / *	gering / stark

**Grundwasser**

▽	Wasserstand (angebohrt)
▼	Ruhewasserspiegel
▽	Wasserstand (Bohrende)

**Zustandsform**



**Bodenarten nach EN ISO 14688-1**

Benennung		Kurzzzeichen		Zeichen
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung	
Kies	kiesig	Gr	gr	
Grobkies	grobkiesig	CGr	cgr	
Mittelkies	mittelkiesig	MGr	mgr	
Feinkies	feinkiesig	FGr	fgr	
Sand	sandig	Sa	sa	
Grobsand	grobsandig	CSa	csa	
Mittelsand	mittelsandig	MSa	msa	
Feinsand	feinsandig	FSa	fsa	
Schluff	schluffig	Si	si	
Ton	tonig	Cl	cl	
Organischer Boden	organisch	Or	or	
Auffüllung		Mg		A
Steine	steinig	Co	co	

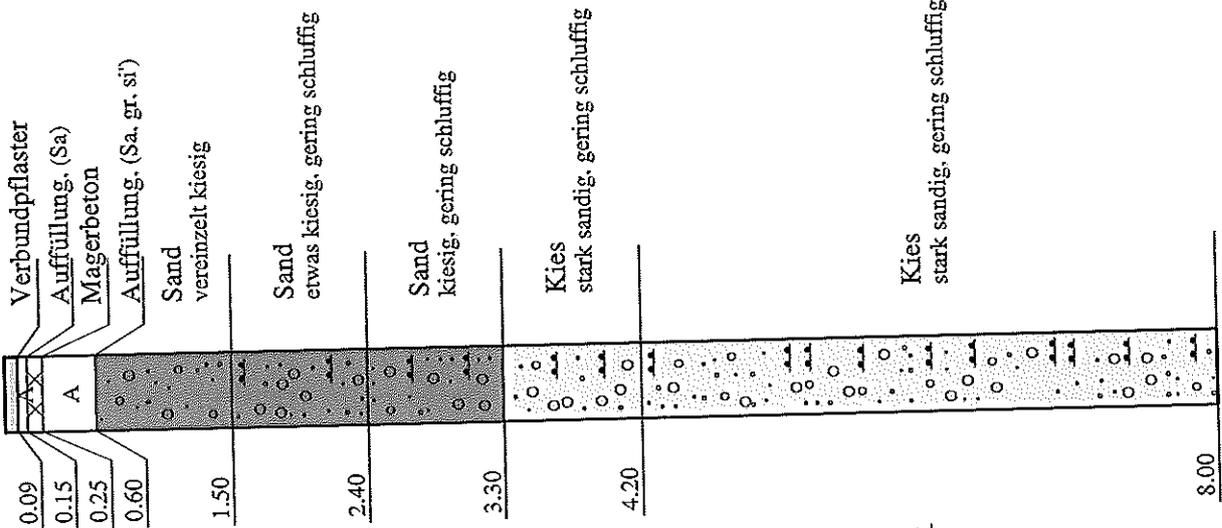
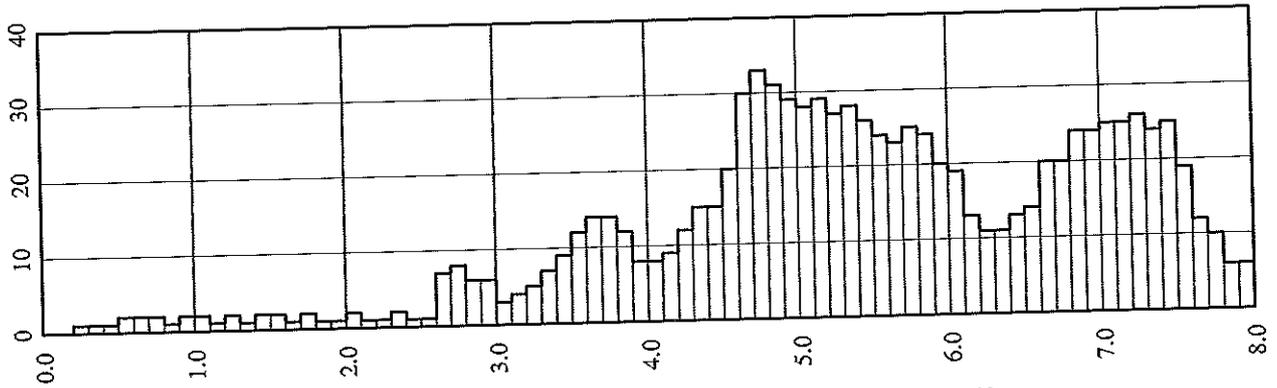
Benennung	Kurzzzeichen	Zeichen	Benennung	Kurzzzeichen	Zeichen
Fels, allgemein	Z		Vulkanasche	V	
Fels, verwittert	Zv		Braunkohle	Bk	
Sandstein	Sast		Bauschutt	BS	A
Schluffstein	Sist		Schlacke	Schl	A
Tonstein	Clst		Schotter	Scho	A
Mutterboden	Mu	Mu	Asphalt	At	A
Hanglehm	L		Beton	B	A
Hangschutt	Lx		Ziegelbruch	ZB	A
LÖB	Lö		Asche	As	A
Löblehm	Löl		Kohle	K	A

# KRB 1

51.41 m+NHN

51.41 m dN

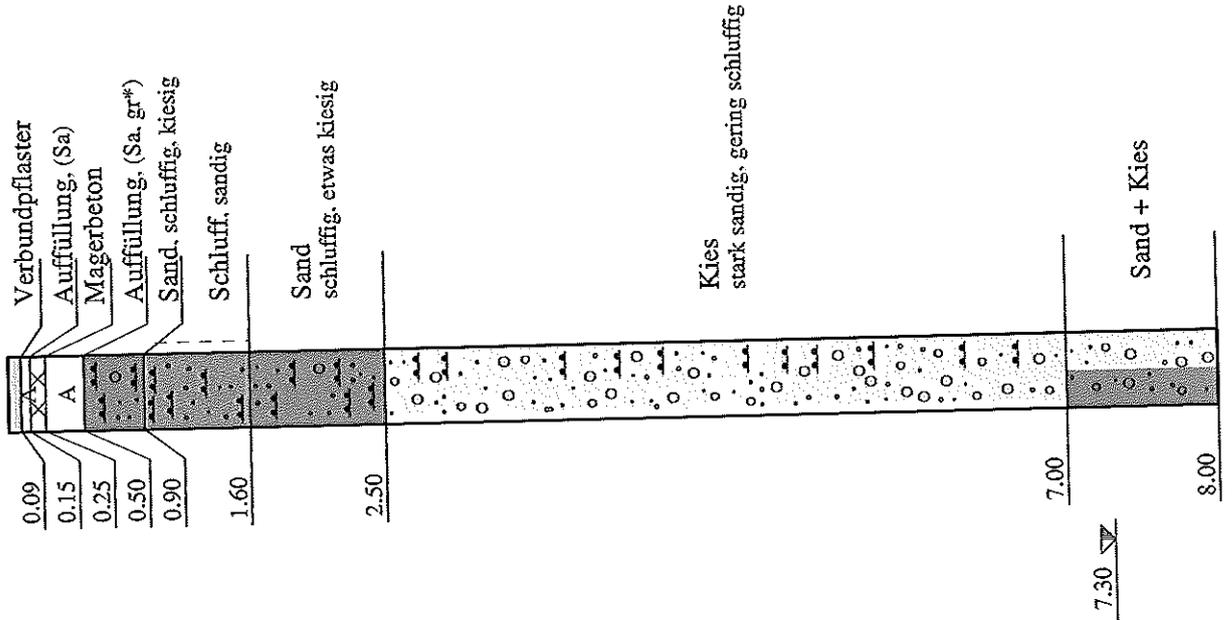
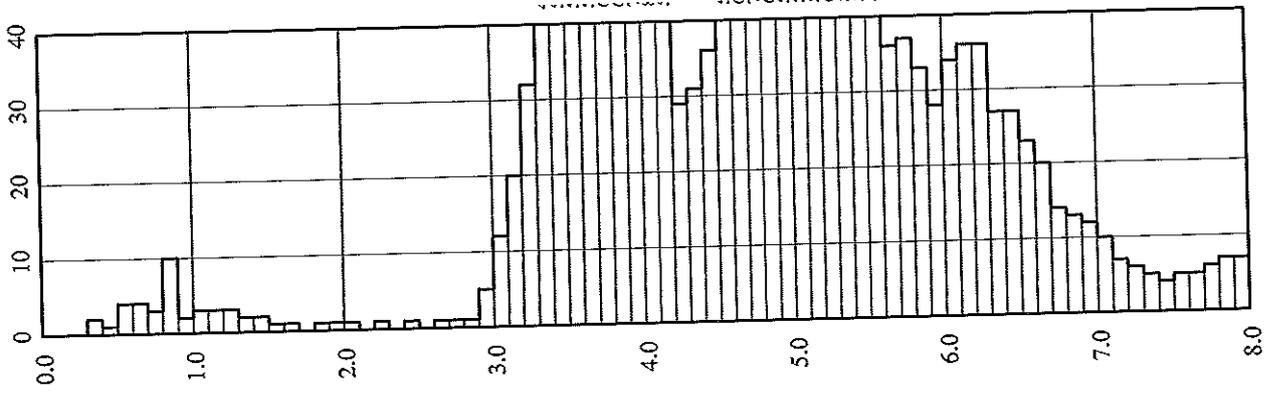
Schlagzahlen je 10 cm



# DPH 6

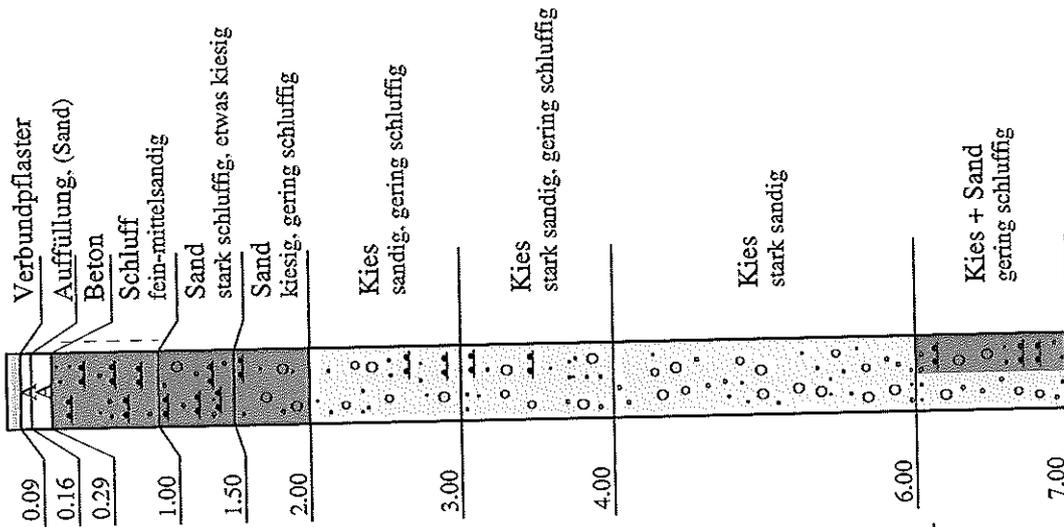
51.02 m+NHN

Schlagzahlen je 10 cm



### KRB 3

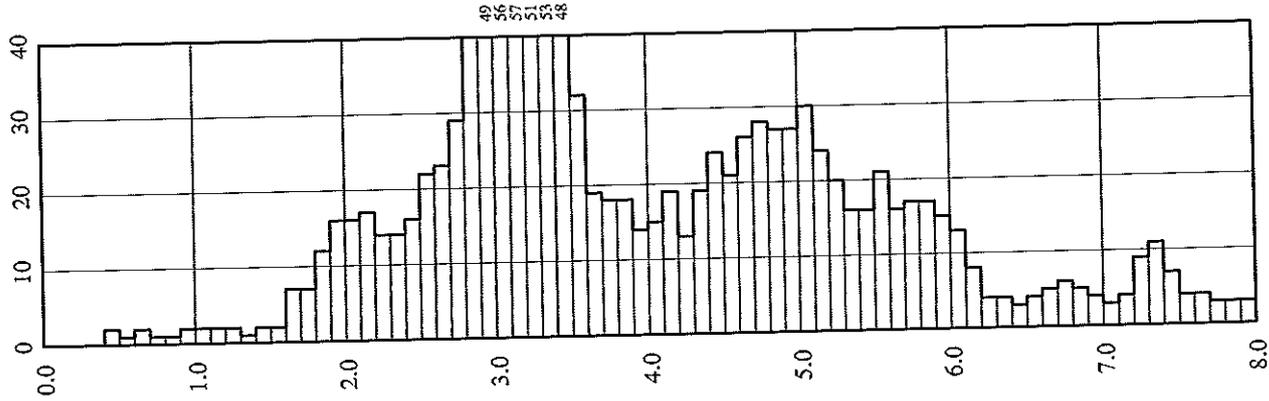
51.61 m +NHN



### DPH 3

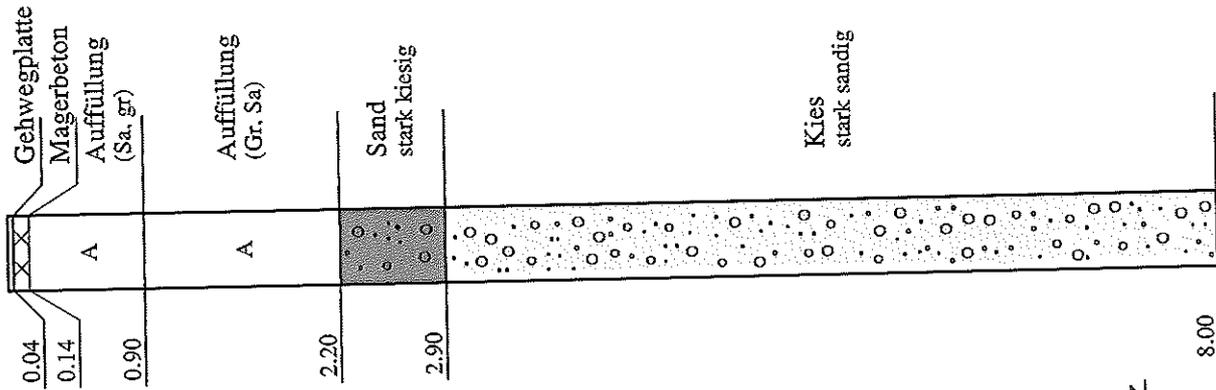
51.61 m +NHN

Schlagzahlen je 10 cm



### KRB 2

51.35 m +NHN

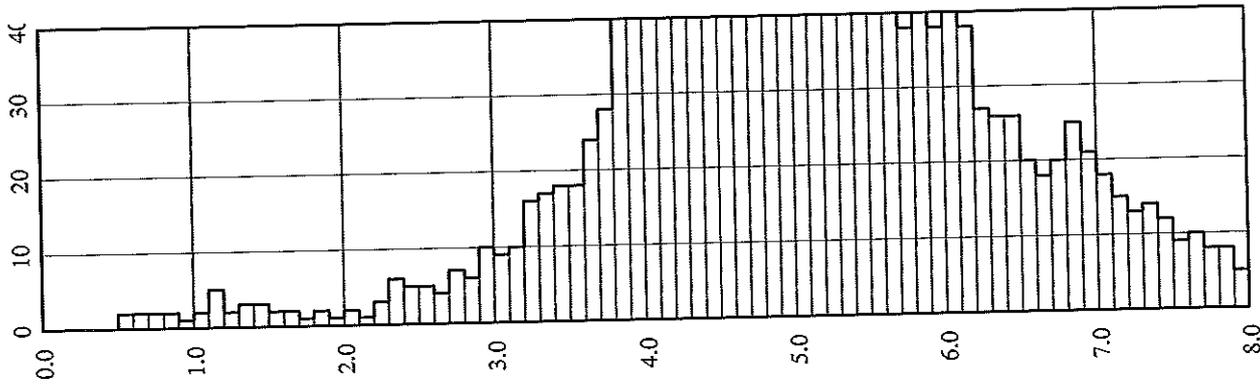


7.50

### DPH 2

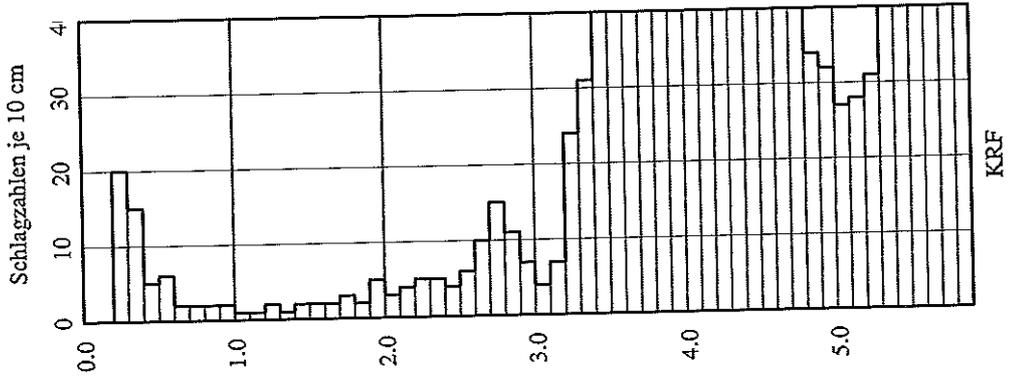
51.35 m +NHN

Schlagzahlen je 10 cm



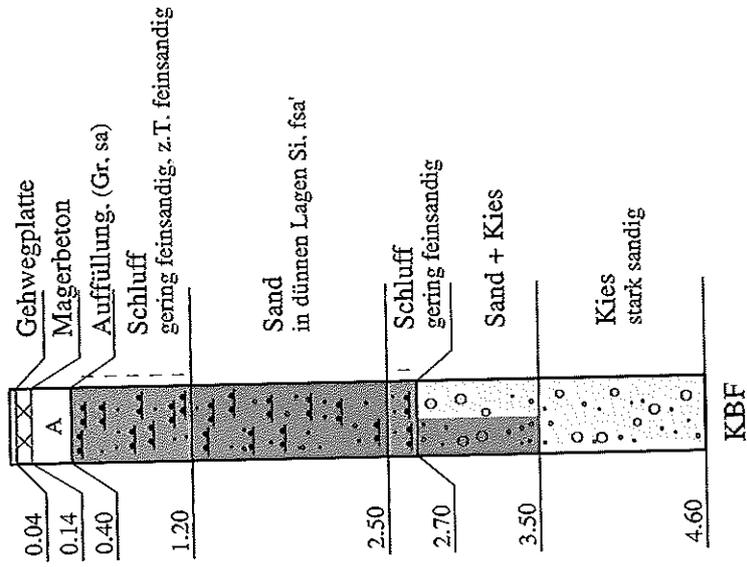
### DPH 5

51.47 m +NHN



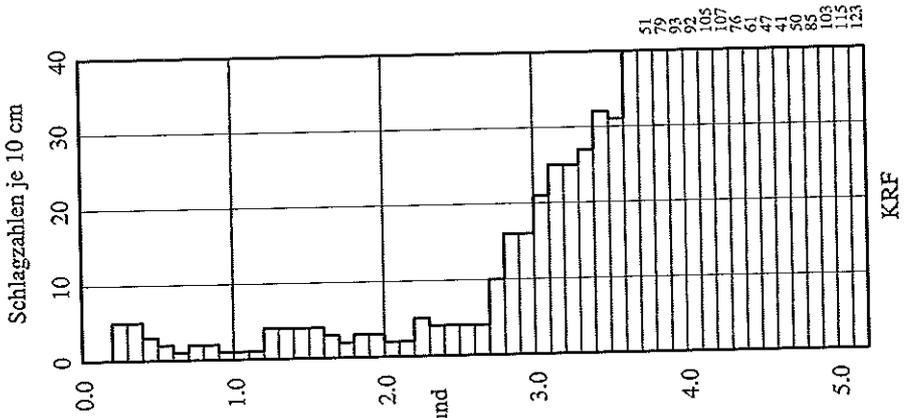
### KRB 5

51.47 m+NHN



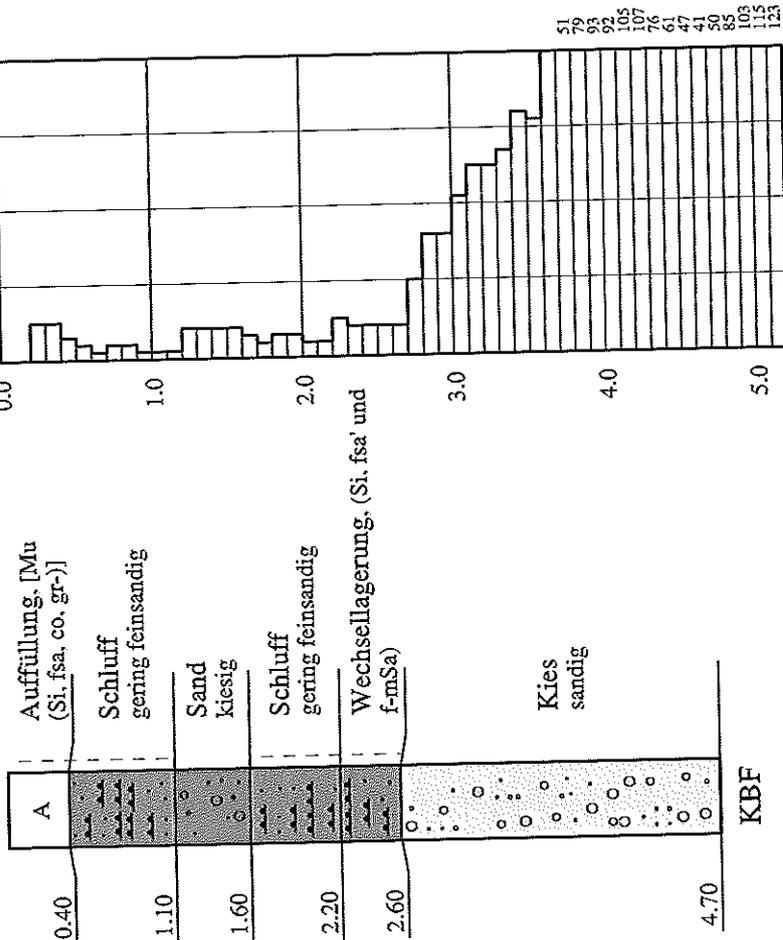
### DPH 4

51.52 m+NHN



### KRB 4

51.52 m+NHN



51  
79  
92  
92  
105  
107  
76  
61  
47  
41  
50  
85  
103  
115  
123

Geotechnisches Büro  
 DR. LEISCHNER GmbH  
 Gartenstraße 123, 53229 Bonn  
 Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: rj Datum: 15.08.2013

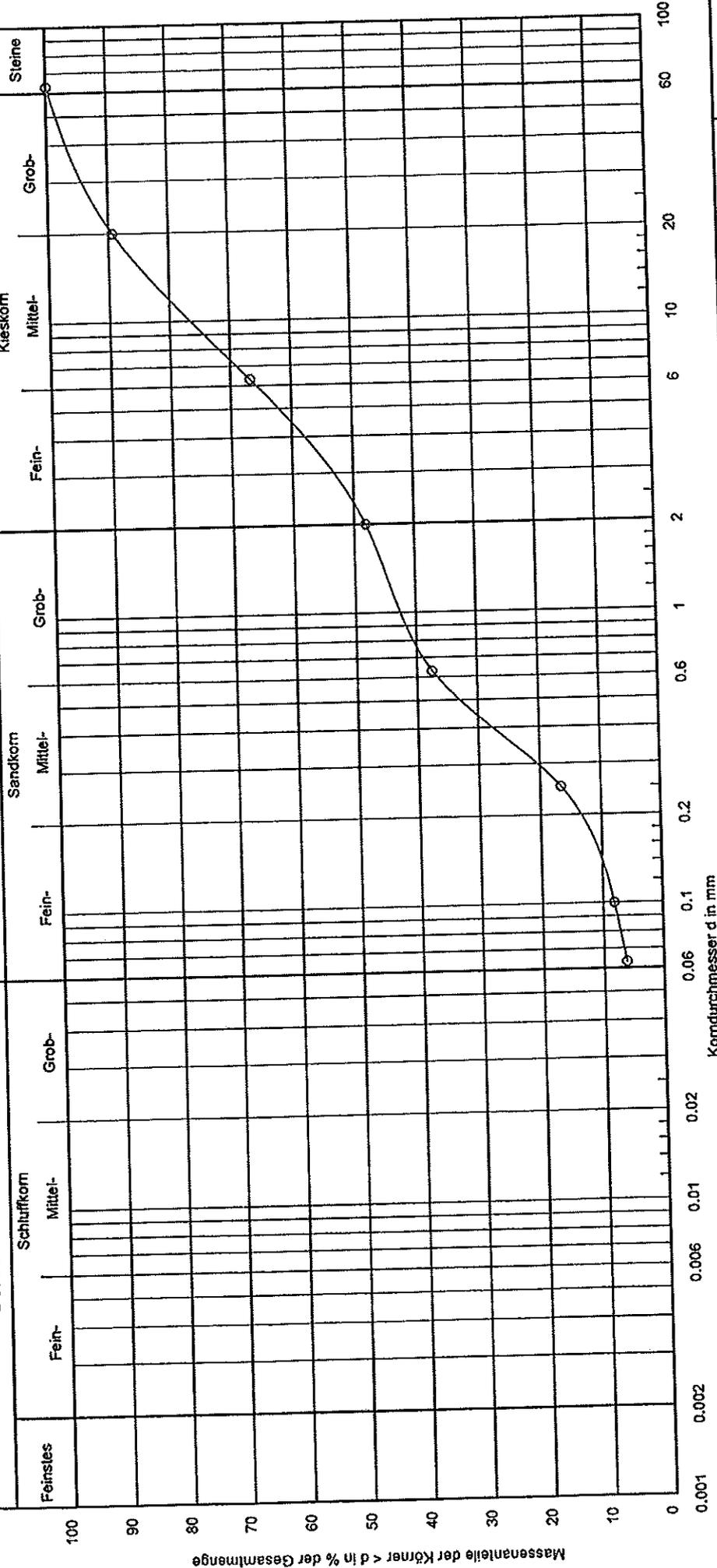
# Körnungslinie S 1

BV Hausmann-Gelände  
 in Niederkassel-Rheidt

Prüfungsnummer: 7988\_4.1  
 Probe entnommen am: 06.08.2013  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Kleinrammbohrung

## Schlammkorn

## Siebkorn



Auftragsnummer  
 7988  
 Anlage:  
 4.1

Bemerkungen:  
 Feinkorngehalt 6,2 Gew.-%

Bezeichnung:	Gr. Sa. sl'
Bodenart:	GU
Bodengruppe:	31.9/0.3
U/C <sub>c</sub> :	KRB 1
Entnahmestelle:	2 20 - 1 20 m

Geotechnisches Büro  
 DR. LEISCHNER GmbH  
 Gartenstraße 123, 53229 Bonn  
 Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

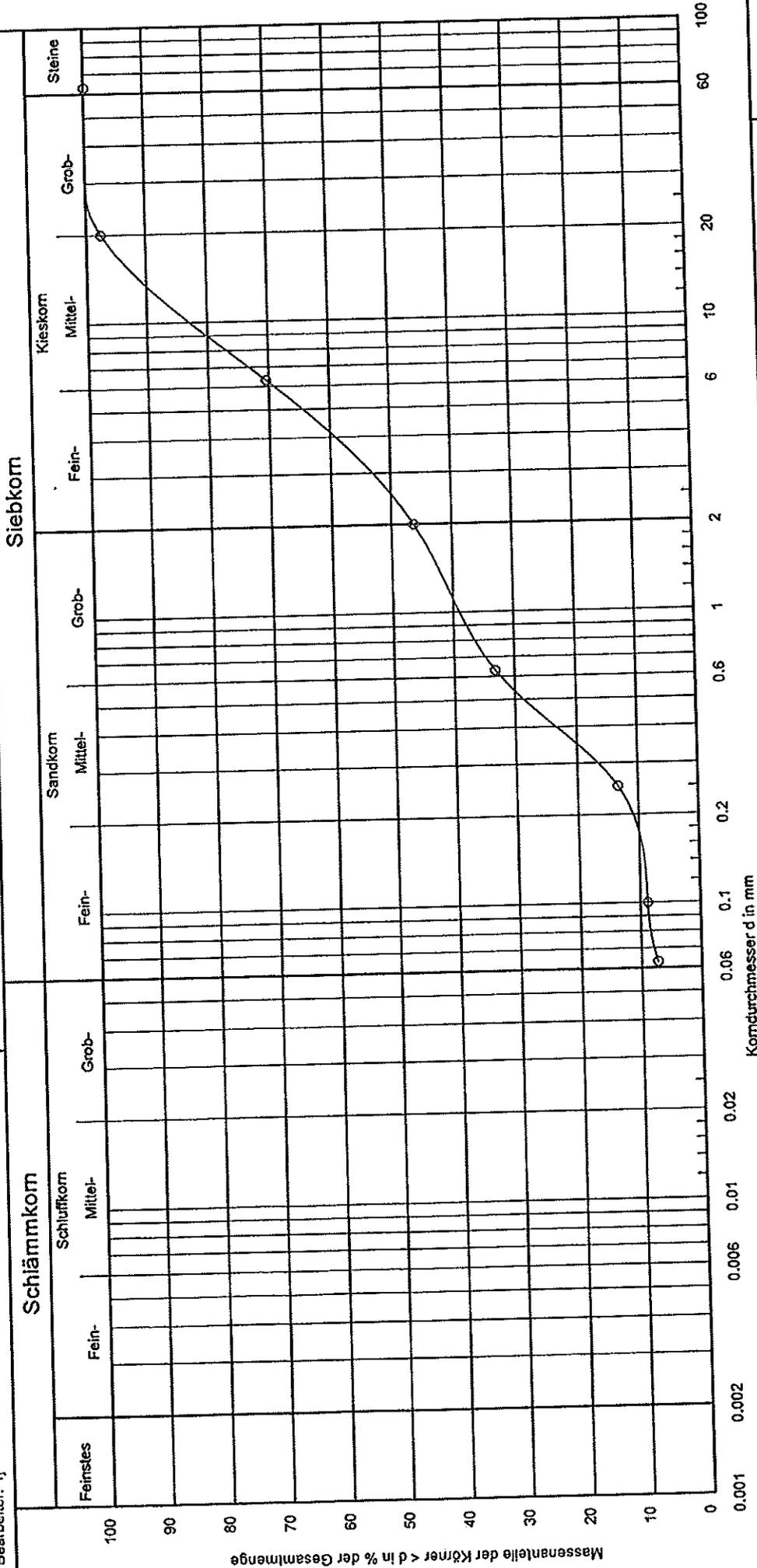
Datum: 15.06.2013

Bearbeiter: rj

# Körnungslinie S 2

BV Hausmann-Gelände  
 in Niederkassel-Rheidt

Prüfungsnummer: 7988\_4.2  
 Probe entnommen am: 06.08.2013  
 Art der Entnahme: gesiebt  
 Arbeitsweise: Kleinrammbohrung



Auftragsnummer:  
7988  
 Anlage:  
4.2

Bemerkungen:  
**Feinkorngehalt 7,3 Gew.-%**

Bezeichnung:	Gr. Sa. st
Bodenart:	GU
Bodengruppe:	23.7/0.4
U/C <sub>e</sub> :	KRB 1
Entnahmestelle:	4.20 - 7.00 m
Tafel:	

Geotechnisches Büro  
 DR. LEISCHNER GmbH  
 Gartenstraße 123, 53229 Bonn  
 Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

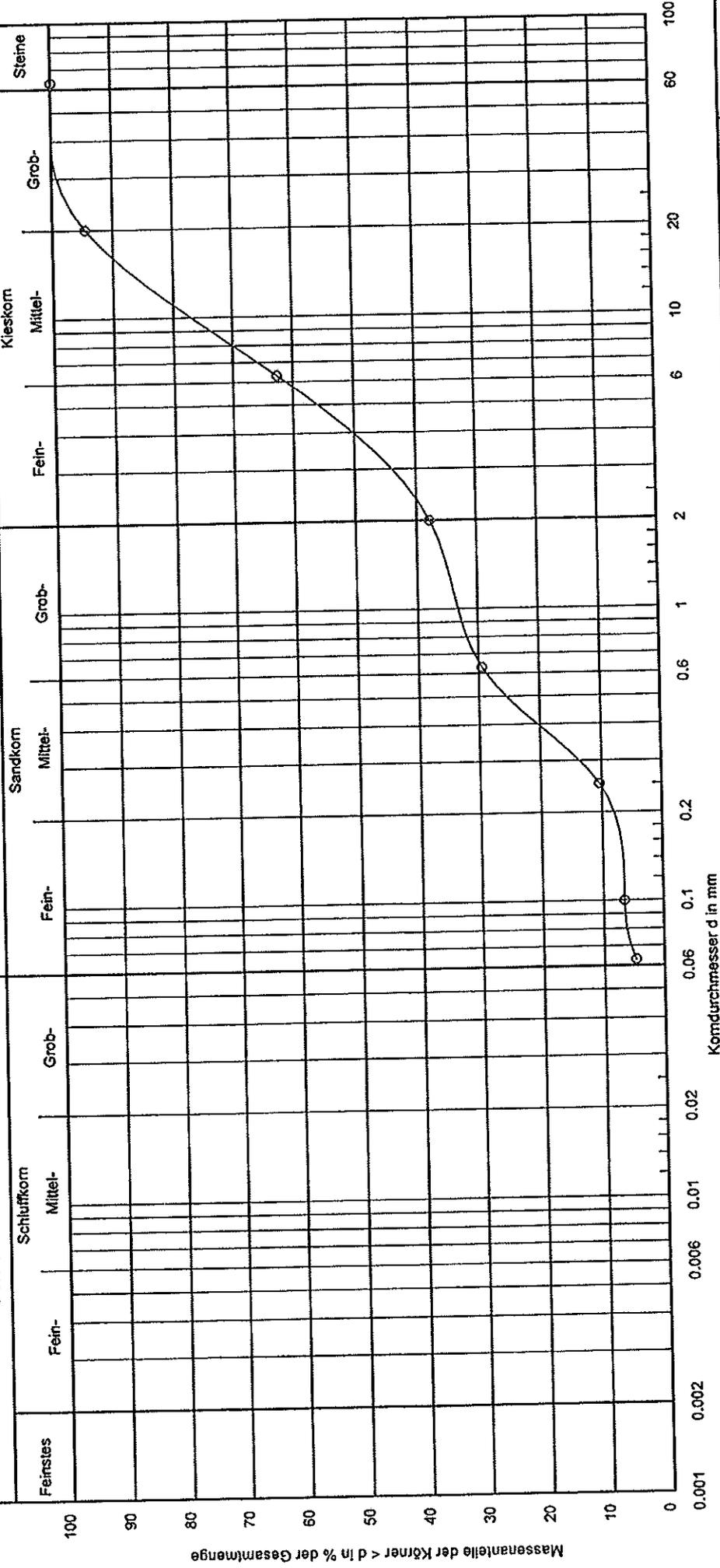
Bearbeiter: fj Datum: 15.08.2013

**Körnungslinie S 3**  
 BV Hausmann-Gelände  
 in Niederkassel-Rheidt

Prüfungsnummer: 7988\_4.3  
 Probe entnommen am: 06.08.2013  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Kleinrammbohrung

**Schlammkorn**

**Siebkorn**



Auftragsnummer:  
7988  
 Anlage:  
4.3

Bemerkungen:  
**Feinkorngehalt 4,8 Gew.-%**

Bezeichnung:	Gr. 59*
Bodenart:	GW
Bodengruppe:	23.8/0.3
U/C <sub>c</sub> :	KRB 2
Entnahmestelle:	2,90 - 3,00 m
Tafel:	

Geotechnisches Büro  
 DR. LEISCHNER GmbH  
 Gartenstraße 123, 53229 Bonn  
 Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Datum: 15.08.2013

Bearbeiter: rj

# Körnungslinie S 4

## BV Hausmann-Gelände in Niederkassel-Rheidt

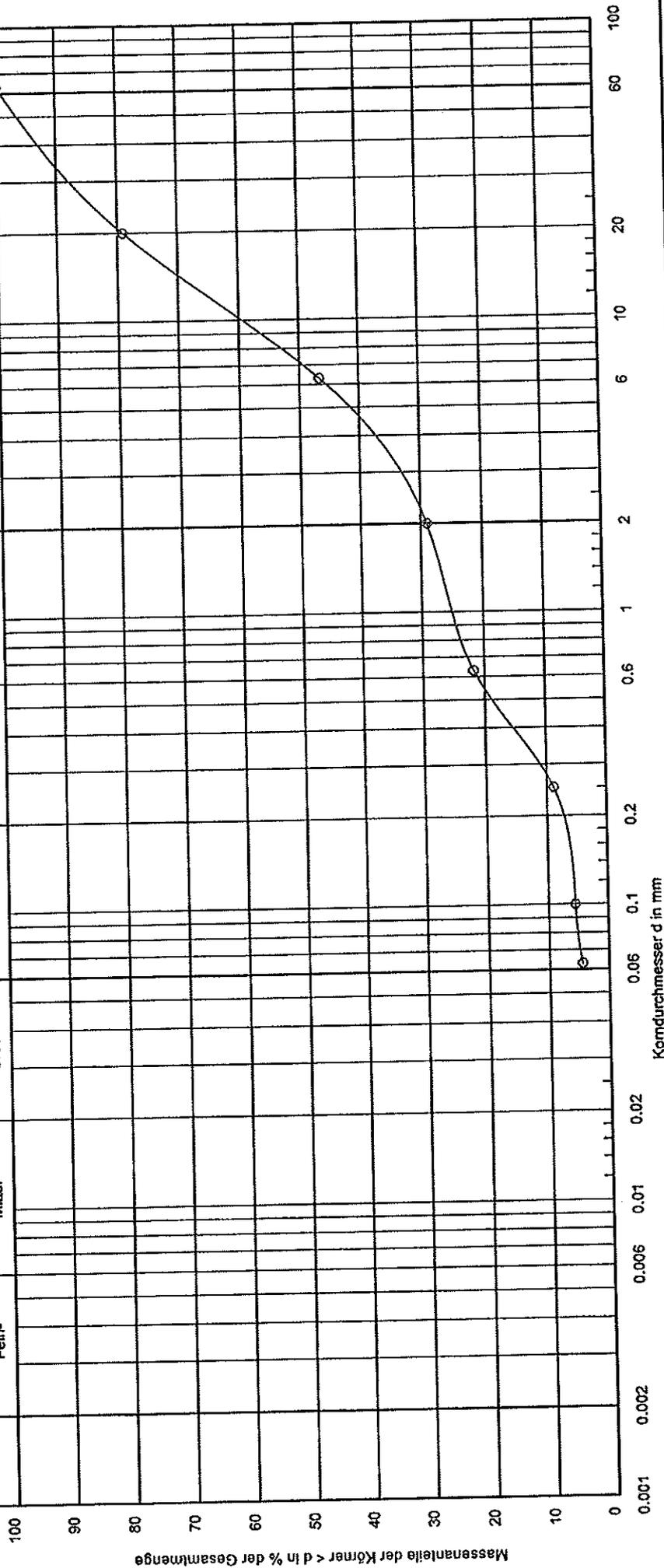
Prüfungsnummer: 7988\_4.4  
 Probe entnommen am: 06.08.2013  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Kleinrammbohrung

### Schlammkorn

Feinstes  
 Fein- Mittel- Grob-  
 Schluffkorn

### Siebkorn

Fein- Mittel- Grob- Sandkorn  
 Fein- Mittel- Grob- Kieskorn  
 Steine



Auftragsnummer:  
7988  
 Anlage:  
4.4

Bemerkungen:  
Feinkorngehalt 4,4 Gew.-%

Bezeichnung:	Gr. sa
Bodenart:	GW
Bodengruppe:	36.8/1.8
U/C <sub>c</sub> :	KRB 4
Entnahmestelle:	2.00 - 4.70 m
Tafel:	

Geotechnisches Büro  
 DR. LEISCHNER GmbH  
 Gartenstraße 123, 53229 Bonn  
 Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: rj Datum: 20.08.2013

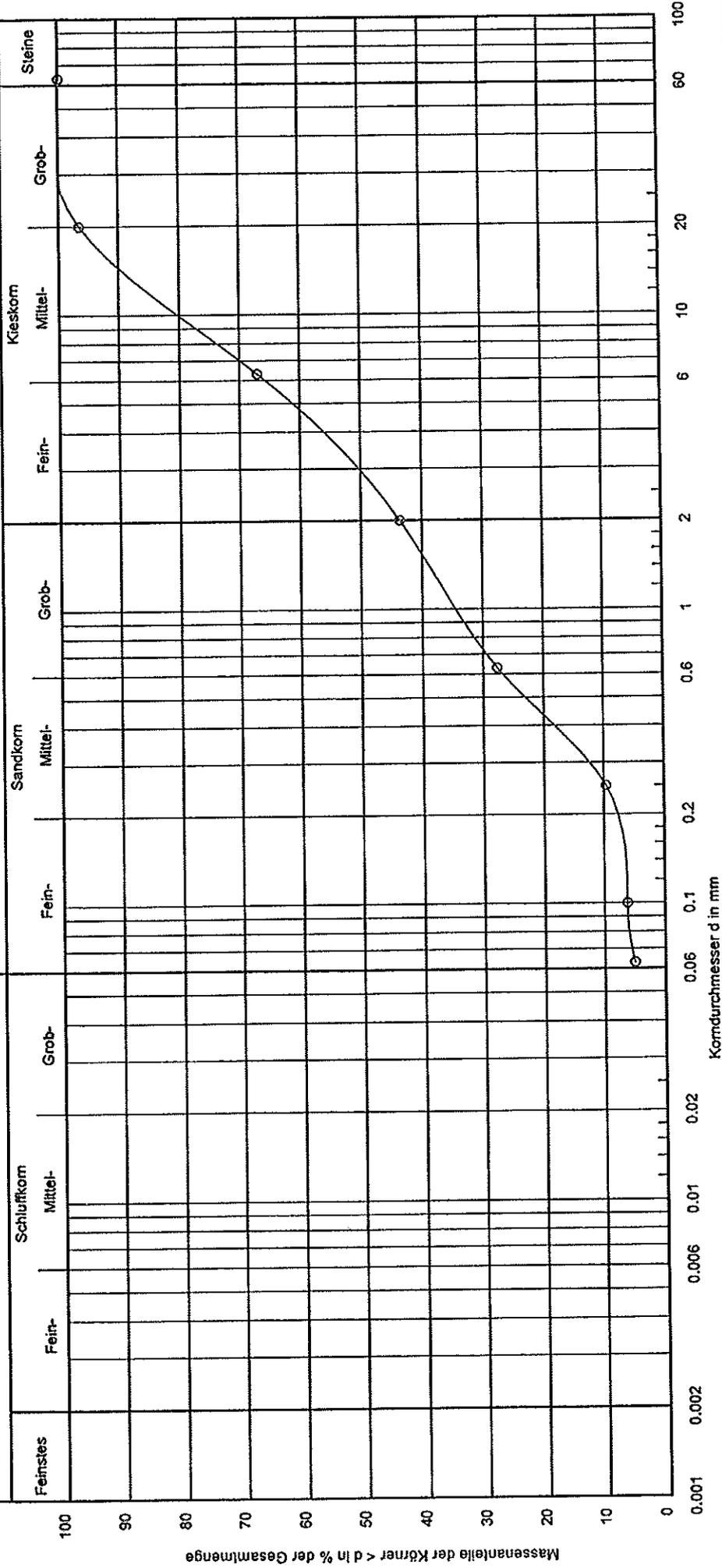
# Körnungslinie S 5

## BV Hausmann-Gelände in Niederkassel-Rheidt

Prüfungsnummer: 79884\_4.5  
 Probe entnommen am: 06.08.2013  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Kleinrammbohrung

### Schlammkorn

### Siebkorn



Auftragsnummer:  
7988  
 Anlage:  
4.5

Bemerkungen:  
Feinkorngehalt 5,0 Gew.-%

Bezeichnung:	
Bodenart:	Gr. sa. sl'
Bodengruppe:	GU
U/C <sub>c</sub> :	18.5/0.4
Entnahmestelle:	KRB 3
Tiefe:	3.00-6.00 m

Geotechnisches Büro  
 DR. LEISCHNER GmbH  
 Gartenstraße 123, 53229 Bonn  
 Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: rj Datum: 20.08.2013

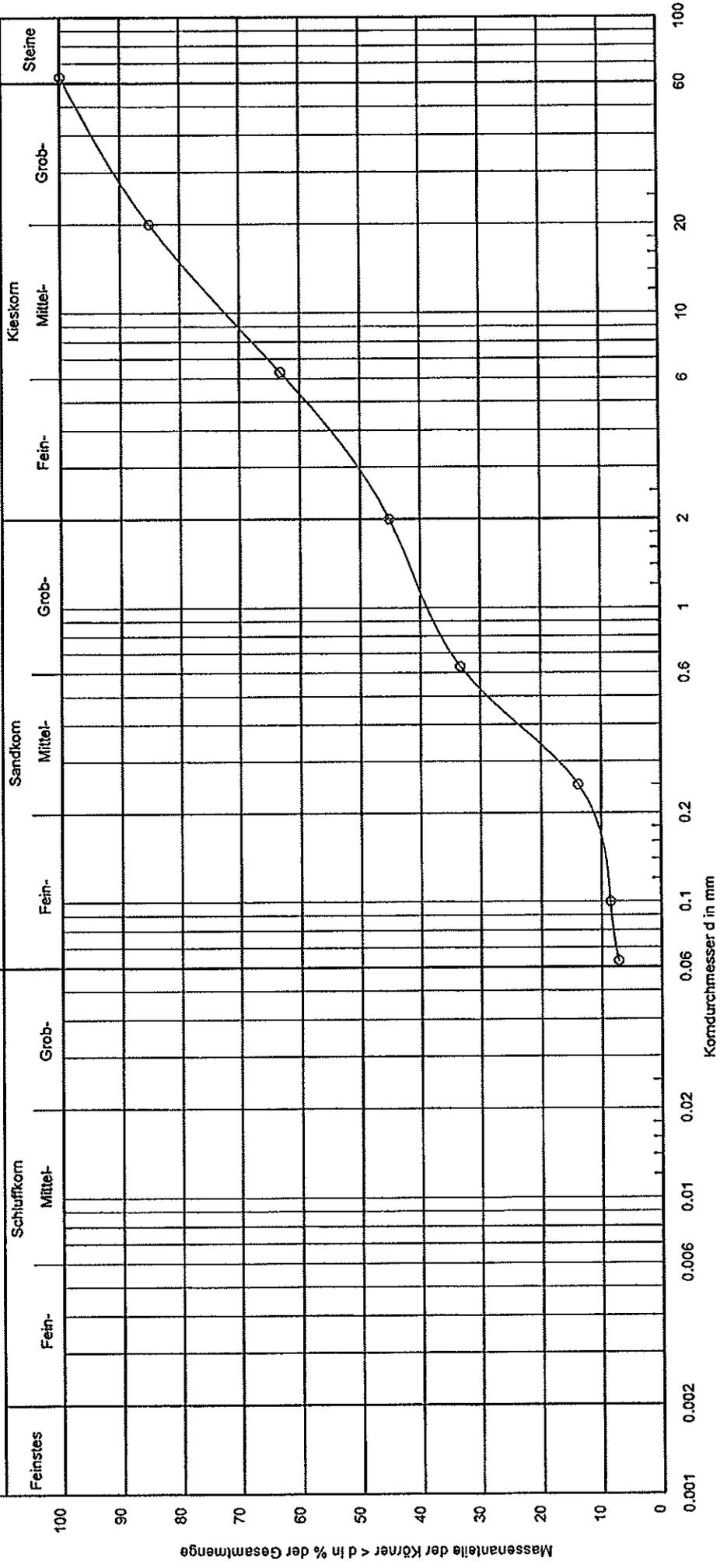
# Körnungslinie S 6

## BV Hausmann-Gelände in Niederkassel-Rheidt

Prüfungsnummer: 7988\_4.6  
 Probe entnommen am: 06.08.2013  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Kleinrammbohrung

### Schlammkom

### Siebkorn



Auftragsnummer  
7988

Anlage:  
4.6

Bemerkungen:  
Feinkomgehalt 7,2 Gew.-%

Bezeichnung:	Gr. sa. st
Bodenart:	GU
Bodengruppe:	31.5/0.3
U/C <sub>c</sub> :	KRB 6
Entnahmestelle:	2.50 - 7.00 m
Tabelle:	

Geotechnisches Büro  
 DR. LEISCHNER GmbH  
 Gartenstraße 123, 53229 Bonn  
 Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: rj Datum: 22.08.2013

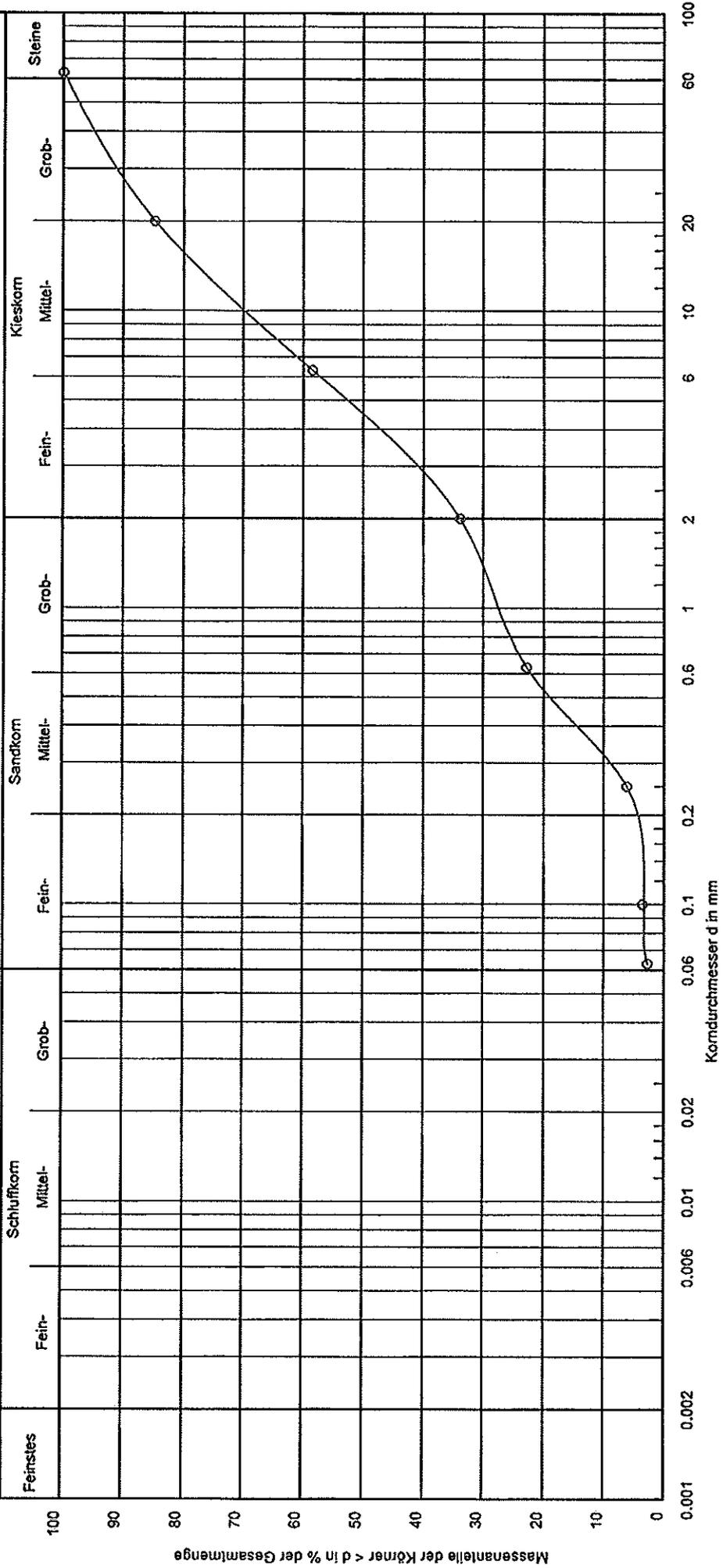
# Körnungslinie S 7

## BV Hausmann-Gelände in Niederkassel-Rheidt

Prüfungsnummer: 7988\_4.7  
 Probe entnommen am: 06.08.2013  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Kleinrammbohrung

### Schluffkorn

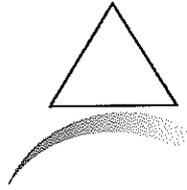
### Siebkorn



Auftragsnummer  
7988  
Anlage:  
4.7

Bemerkungen:  
Feinkorngehalt 2,7 Gew.-%

Bezeichnung:	
Bodenart:	Gr. sa*
Bodengruppe:	GW
U/C <sub>s</sub> :	20.9/0.9
Entnahmestelle:	KRB 5
Tiefe:	2.5 - 4.60 m



Anlage 7

**RBK GmbH**

Hydrogeologische Gutachten  
Grundwasser-Monitoring

Kaiser-Karl-Ring 50  
53119 Bonn  
Tel. 0228-85098327  
Fax. 0228-85099939  
[www.rbk-bonn.de](http://www.rbk-bonn.de)

**Bauvorhaben Oberstraße/Josefstraße in Niederkassel-Rheidt  
Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf die  
Grundwasserstände**

Auftraggeber:

NCC Deutschland GmbH  
Am Nordstern 1  
15517 Fürstenwalde

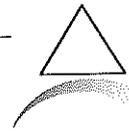
Projekt-Nr. 13-702-01

17. Oktober 2013

## **INHALT**

---

1	VORGANG UND AUFGABENSTELLUNG .....	5
2	VORGEHENSWEISE UND UNTERSUCHUNGSUMFANG.....	5
3	STANDORTSITUATION .....	6
4	GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE .....	6
5	RECHERCHIERTE GRUNDWASSERMESSSTELLEN UND RHEINWASSERSTÄNDE.....	7
6	ERGEBNISSE DER GRUND- UND PEGELWASSERAUSWERTUNGEN.....	7
6.1	Grundwasserganglinien .....	7
6.2	Grundwasserfließverhältnisse .....	10
7	GRUNDWASSERSTRÖMUNGSMODELL.....	10
7.1	Eingesetzte Modellierungssoftware .....	10
7.2	Modellgebiet und Modellränder .....	11
7.3	Kalibrierungsergebnisse .....	12
7.4	Prognoseberechnungen .....	15
7.5	Prognoseergebnisse .....	18
8	BEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG .....	19



## ANLAGEN

---

- 1 Übersichtskarte mit Lage des geplanten Bauvorhabens und der vorhandenen Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes 1:15.000
- 2 Grundwassergleichenpläne
  - 2.1 Rhein-Mittelwasserstand 28.2.2001 1:15.000
  - 2.2 Rhein-Hochwasserstand 26.3.2001 1:15.000
- 3 Grundwasserströmungsmodell
  - 3.1 Karte mit Modellgebiet, Modellgitter und Modelirändern 1:15.000
  - 3.2 Kalibrierungsergebnis: Vergleich der GW-Gleichen aus berechneten und gemessenen Grundwasserständen
- 4 Prognoseergebnisse
  - 4.1 Grundwasserhöhendifferenz zwischen dem Bebauungsvorhaben und dem derzeitigen Gebäudebestand bei einem Rhein-Hochwasserereignis
  - 4.2 Grundwasserhöhendifferenz zwischen dem Bebauungsvorhaben und dem derzeitigen Gebäudebestand bei einem extremen Rhein-Hochwasserereignis

## UNTERLAGEN

---

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| [1] | NCC Deutschland GmbH                       | Amtlicher Lageplan des Bebauungsgebiets   |
| [2] | NCC Deutschland GmbH                       | Flurkarte, Auszug aus dem Liegenschaftskataster des Rhein-Sieg-Kreises  |
| [3] | NCC Deutschland GmbH                       | Stadt Niederkassel, Baustruktur – Rh74 1. Änd., 24.6.2013   |
| [4] | NCC Deutschland GmbH                       | Plan mit Tiefgaragenumriss  |
| [5] | LANUV NRW                                  | Fachinformationssystem ELWAS:<br><a href="http://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web">http://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web</a>      |
| [6] | Stadt Bonn                                 | Rheinpegel Bonn, <a href="http://www.pegel.bonn.de">www.pegel.bonn.de</a>   |
| [7] | Wikipedia                                  | Pegelstände Rheinpegel Köln,<br><a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Pegel_Köln">http://de.wikipedia.org/wiki/Pegel_Köln</a> |
| [8] | Landesamt für Wasser und Abfall NRW [Hrsg] | Hydrologische Karten von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5208 Bonn, Grundrisskarte und Profilkarte, Essen 1993                     |
| [9] | Landesumweltamt NRW [Hrsg]                 | Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen, Stand: April 1988, Blatt L5308 Bonn, Essen 1995                                   |

## 1 VORGANG UND AUFGABENSTELLUNG

---

Die Fa. NCC Deutschland GmbH plant auf dem ehemaligen Hausmangelände in Niederkassel-Rheidt die Errichtung von zwei Mehrfamilien- und 24 Einfamilienhäusern, welche alle unterkellert werden sollen. Das Baugebiet liegt nur ca. 400 m vom Rhein entfernt, so dass der Grundwasserstand in Folge von Rhein-Hochwasser bis zu 2,0 m unter Gelände und damit über die geplante Kellersohle ansteigen kann. Die bestehenden Nachbargebäude verfügen nach mündlicher Auskunft von NCC ebenfalls über Kellergeschosse.

Die Fa. NCC Deutschland GmbH hat das hydrogeologische Gutachterbüro RBK GmbH mit Schreiben vom 9.10.2013 beauftragt, mögliche Auswirkungen der geplanten Bebauung auf den Grundwasserstand während Hochwassersituationen mittels eines numerischen Grundwasserströmungsmodells zu prognostizieren und deren möglichen Einfluss auf die Nachbarbebauung zu beurteilen.

## 2 VORGEHENSWEISE UND UNTERSUCHUNGSUMFANG

---

Ausgehend von der geologisch-hydrogeologischen Gesamtsituation wurden im Bereich des Baugebiets Grund- und Rheinwasserstände recherchiert, mit denen sich ein Mittelwasser- und Hochwasserereignis räumlich und zeitlich abbilden lässt. Aufbauend auf diese Grundwasserströmungszustände wurde ein numerisches Grundwasserströmungsmodell eingerechnet und an dem dokumentierten Hochwasserereignis instationär kalibriert.

Die Modellzellen im Bereich des Kellergeschosses des bestehenden Kaufhausgebäudes wurden dabei bis zur entsprechenden Tiefe als undurchlässig gesetzt.

Die Prognoseberechnung für die geplante Bebauung erfolgte mit dem so kalibrierten Modell. Die Zellen im Bereich des bestehenden Gebäudes wurden dann als durchlässig

und im Gegenzug die Zellen im Bereich der geplanten Bebauung bis zur Kellerunterfläche entsprechend als undurchlässig festgelegt.

Aus den so berechneten Grundwasserhöhen wurde als letzter Schritt ein Differenzenplan zum Zeitpunkt des Hochwasserscheitels von den prognostizierten Grundwasserhöhen (geplante Bebauung) und den kalibrierten Grundwasserhöhen (Baubestand) erstellt. Aus diesen so ermittelten Grundwasserhöhendifferenzen lassen sich die Auswirkungen der geplanten Bauungen mit ihren Kellergeschossen gegenüber dem aktuellen Zustand ablesen und beurteilen.

### **3 STANDORTSITUATION**

---

Das Baugebiet liegt auf einer topografischen Höhe von ca. 51 mNN, ca. 400 m nordöstlich des Rheins im Bereich der Niederterrasse (Anlage 1).

### **4 GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE**

---

Unter geringmächtigen schluffigen Hochflutablagerungen befinden sich ca. 20 m mächtige Sande und Kiese der Rhein-Niederterrasse, in dem sich das erste Grundwasserstockwerk ausgebildet hat. Bei den Sanden und Kiesen der Niederterrasse handelt es sich um sehr durchlässige Gesteine mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $3 \times 10^{-2}$  bis  $7 \times 10^{-3}$  m/s. Die Basis dieses Stockwerks bilden bindige Schichten des Tertiärs (Kölner Schichten), die ab einer topografischen Höhe von ca. 20-25 mNN anstehen [8].

Das Grundwasser der Niederterrasse steht in nahezu ungedämpftem hydraulischen Kontakt mit dem Rhein, so dass die Grundwasserstände und Grundwasserfließverhältnisse im Bereich des Baugebiets durch die Rheinwasserstände gesteuert werden.

## **5 RECHERCHIERTE GRUNDWASSERMESSTELLEN UND RHEINWASSERSTÄNDE**

---

Im Bereich Niederkassel-Rheidt liegen beim Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) insgesamt zehn Grundwassermessstellen mit ausreichend auswertbaren Datensätzen vor [5]. Die Lage dieser Grundwassermessstellen ist in Anlage 1 aufgeführt.

Niederkassel-Rheidt liegt zwischen Rhein-Kilometer 661 und 663. Die nächst gelegenen offiziellen Rheinpegel liegen in Bonn bei km 654,8 und Köln bei km 688. Diese Rheinpegel werden kontinuierlich aufgezeichnet. Die Stadt Bonn betreibt darüber hinaus eine Internetseite, über die aktuelle und historische Pegelstände online abgerufen werden können [6]. Vom Rhein-Pegel Köln sind nur die Wasserstände der letzten 2 Wochen online abrufbar. In [7] sind jedoch alle 39 Hochwasserereignisse über einem Pegelstand von 9 m der letzten 200 Jahre des Pegels Köln aufgelistet, was für die gestellte Aufgabe eine ausreichende Information darstellt.

## **6 ERGEBNISSE DER GRUND- UND PEGELWASSERAUSWERTUNGEN**

---

### **6.1 Grundwasserganglinien**

Nach Erstellung und Auswertungen der Grundwasserganglinien der vom LANUV zur Verfügung gestellten Datensätze zeigt sich, dass das Hochwasserereignis vom 25./26.3.2001 von den Zeitreihen am besten abgebildet wird und damit für eine Modelleinrichtung am geeignetsten ist. Insbesondere die Messstellen 070202011, 070197416, 073739110 und 076930919 bilden durch die zeitlich verdichteten Datensätze das Hochwasserereignis vollständig ab (Abbildung 1).

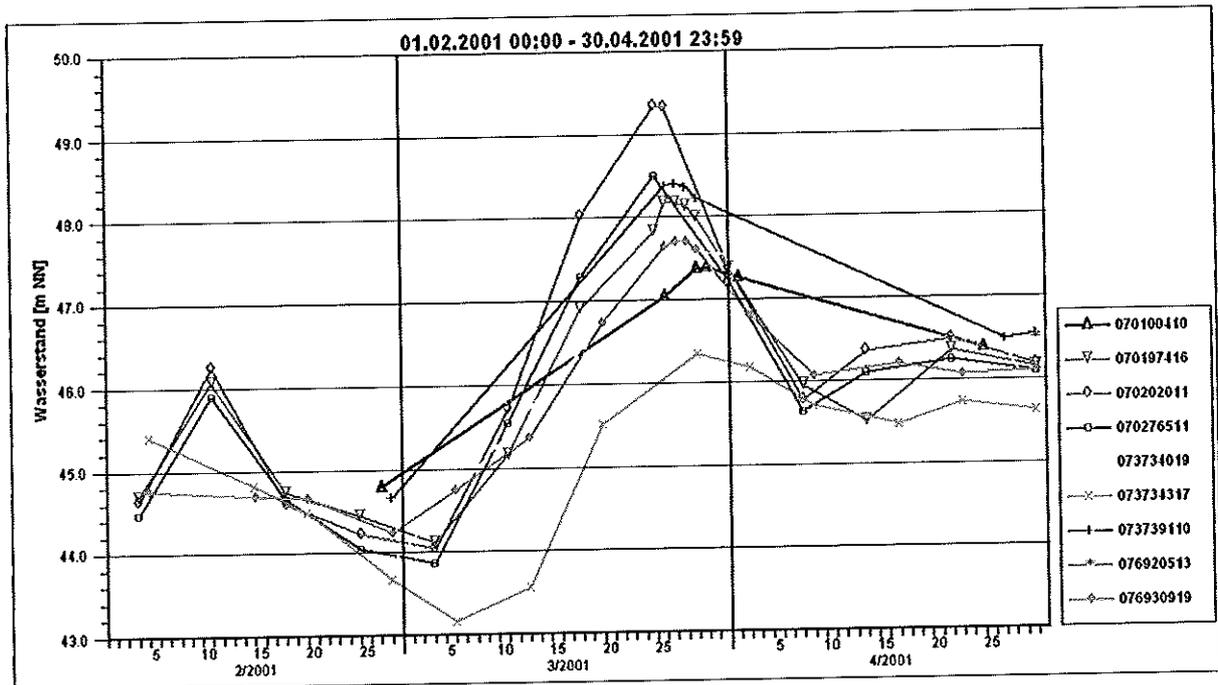


Abb. 1: Grundwasserganglinien im Bereich Niederkassel-Rheidt um das Hochwasserereignis 25./26.3.2001 (Quelle LANUV [5])

Zur Ermittlung der Rheinwasserstände im Bereich Niederkassel-Rheidt wurden die Pegelstände des Pegels Bonn herangezogen und entsprechend des berechneten Gradienten zwischen Bonn und Köln auf die Rhein-Kilometer 661, 662 und 663 interpoliert.

Am 26.3.2001 betrug der Rheinwasserstand im Pegel Bonn 51,55 mNN, was einen Pegel von 8,89 m entspricht [6]. Gleichzeitig wurden im Pegel Köln ein Rheinwasserstand von 44,35 mNN (Pegel: 9,38 m) gemessen [7]. Daraus ergibt sich ein Gradient von 0,00022.

$$\frac{(51,55\text{m} - 44,35\text{m})}{(688\text{km} - 654,8\text{km})} = 0,00022$$

Interpoliert auf die Rheinkilometer 661-663 ergeben sich dann die in Abbildung 2 dargestellten Pegelganglinien.

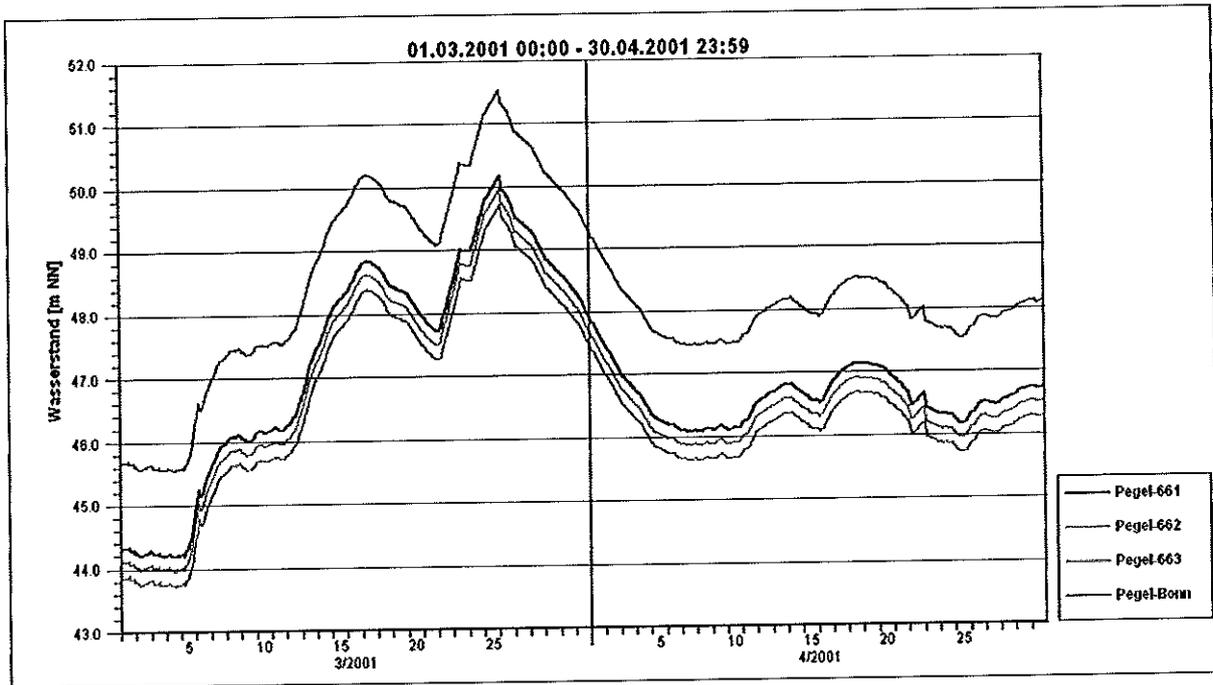


Abb. 2: Interpolierte Rheinwasserganglinien an den Rhein-Kilometern 661 bis 663 (Bereich Niederkassel-Rheidt) für das Hochwasserereignis 25./26.3.2001

Die Rheinwasserstände zwischen 1.3. bis 5.3.2001 entsprechen in etwa Mittelwasserständen, wie aus der Statistik der nachfolgenden Abbildung abzulesen ist.

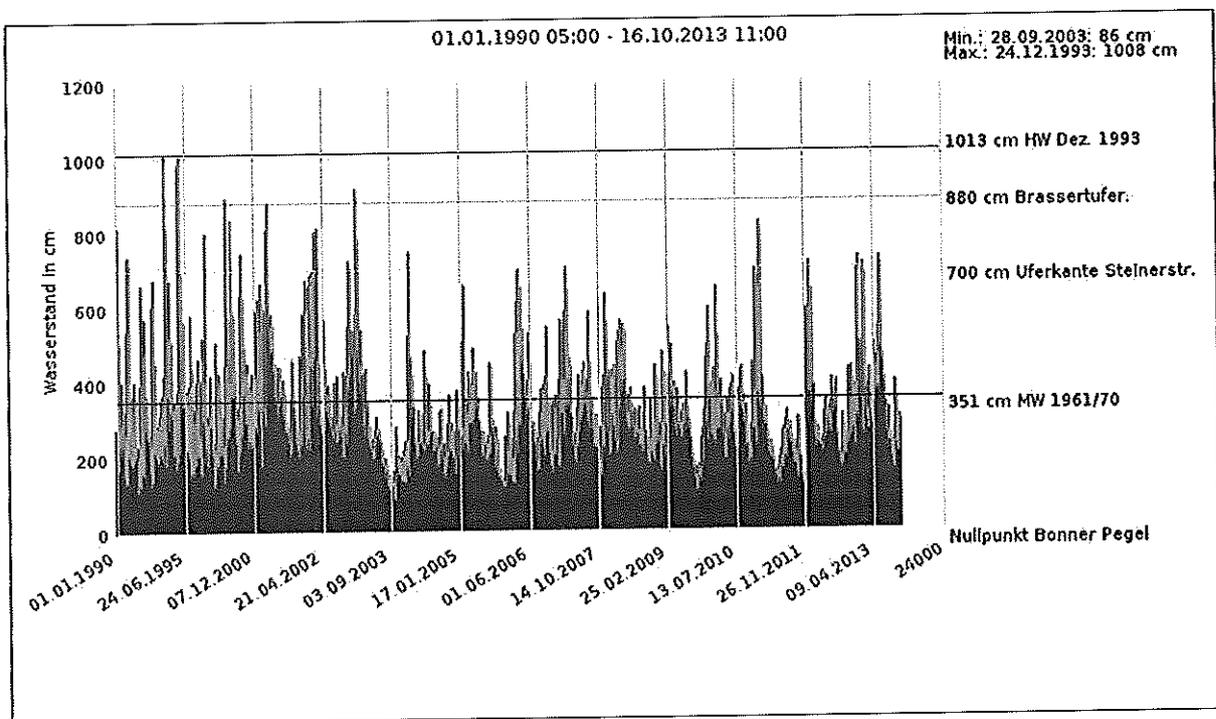


Abb. 3: Rheinwasserstände am Pegel Bonn von 1990 bis 2013. Mittelwasser etwa bei 46 mNN (Nullpunkt 42,66 + 3,51 m), Quelle [6].

## 6.2 Grundwasserfließverhältnisse

Aus den recherchierten Grund- und den interpolierten Rheinwasserständen wurden Grundwassergleichenpläne erstellt, die repräsentativ für Mittel- und Hochwasserstände sind.

Anlage 2.1 zeigt den Grundwassergleichenplan für Mittelwasserstände zum Stichtag 27.2.2001 und Anlage 2.2 für Hochwasserstände zum Stichtag 26.3.2001.

Bei Mittelwasserständen (Anlage 2.1) herrscht im Bereich Niederkassel-Rheidt eine nach Westen gerichtete Grundwasserströmung; der Aquifer entwässert in den Rhein und es herrschen effluente Grundwasserverhältnisse. Im Bereich des Baugebiets ist bei Mittelwasser mit einem Grundwasserstand von ca. 44,20 mNN und damit ein Flurabstand von ca. 7 m zu rechnen. Der Gradient der Grundwasseroberfläche beträgt 0,0007.

Bei Hochwasserständen dreht sich die Grundwasserfließrichtung auf Nordost um und es herrschen influente Grundwasserverhältnisse. Der Gradient hat sich auf 0,0018 mehr als verdoppelt (Anlage 2.2).

Im Bereich des Baugebiets liegen die Grundwasserstände nun bei 48,40 bis 48,60 mNN, was einem Flurabstand von ca. 2,50 m entspricht.

## 7 GRUNDWASSERSTRÖMUNGSMODELL

---

### 7.1 Eingesetzte Modellierungssoftware

Das numerische Grundwasserströmungsmodell wurde mit dem Softwarepaket Visual Modflow 2011.1 der Fa. Schlumberger Limited, Kanada, eingerichtet. Zur numerischen Lösung wurde Modflow2000 des U.S. Geological Survey mit dem Lösungsalgorithmus des WHS (Waterloo Hydrogeological Services) eingesetzt.

## 7.2 Modellgebiet und Modellränder

In Anlage 3.1 sind das Modellgebiet und die Modellränder kartografisch dargestellt. Das Modellgebiet ist um ca. 45° gedreht, so dass eine Achse parallel zum Rheinufer verläuft. Es misst in NW-SE-Richtung 2 km und in SW-NE-Richtung 2,3 km und besteht aus insgesamt 3600 Zellen, wobei diese im äußeren Modellbereich 50 x 50 m messen und im Bereich des Baugebiets auf 12,5 x 12,5 m verfeinert sind.

Die Implementierung des Rheins erfolgt mit Flusszellen. Dabei wurde davon ausgegangen, dass das Flussbett keinen vermehrten hydraulischen Widerstand entgegenbringt, sondern eine vollständige hydraulische Anbindung an den Aquifer aufweist. Die Wasserstände der Flusszellen wurden dem Durchgang der Rhein-Hochwasserwelle im Zeitraum 1.3. bis 30.4.2001 angepasst und mit insgesamt 9 Stressperioden zeitlich diskretisiert (Abbildung 4).

Am Nordostrand des Modells wurde ein Festpotentialrand gewählt, der auf der Gerade zwischen den Messstellen 070100410 im Süden und 073734317 im Norden verläuft. Insgesamt wurden dabei vier Zeitschritte diskretisiert (Abbildung 5).

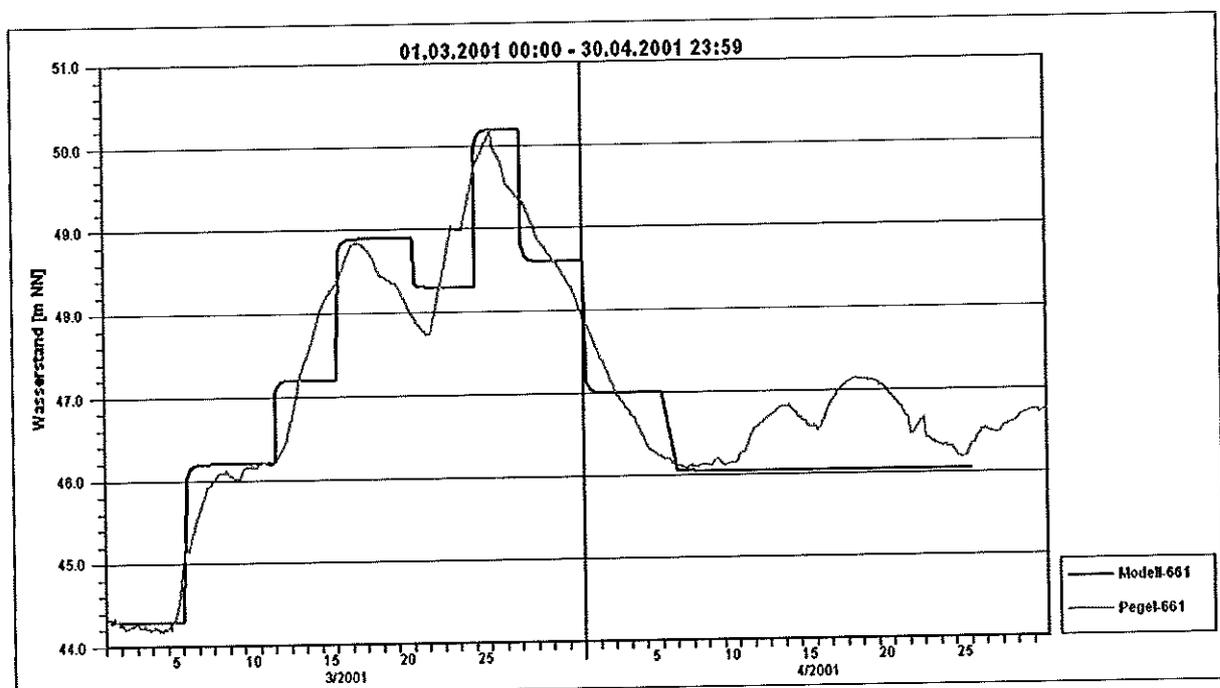


Abb. 4: Zeitliche Diskretisierung des im Modell implementierten Rhein-Wasserstands am km 661 (schwarze Graph)

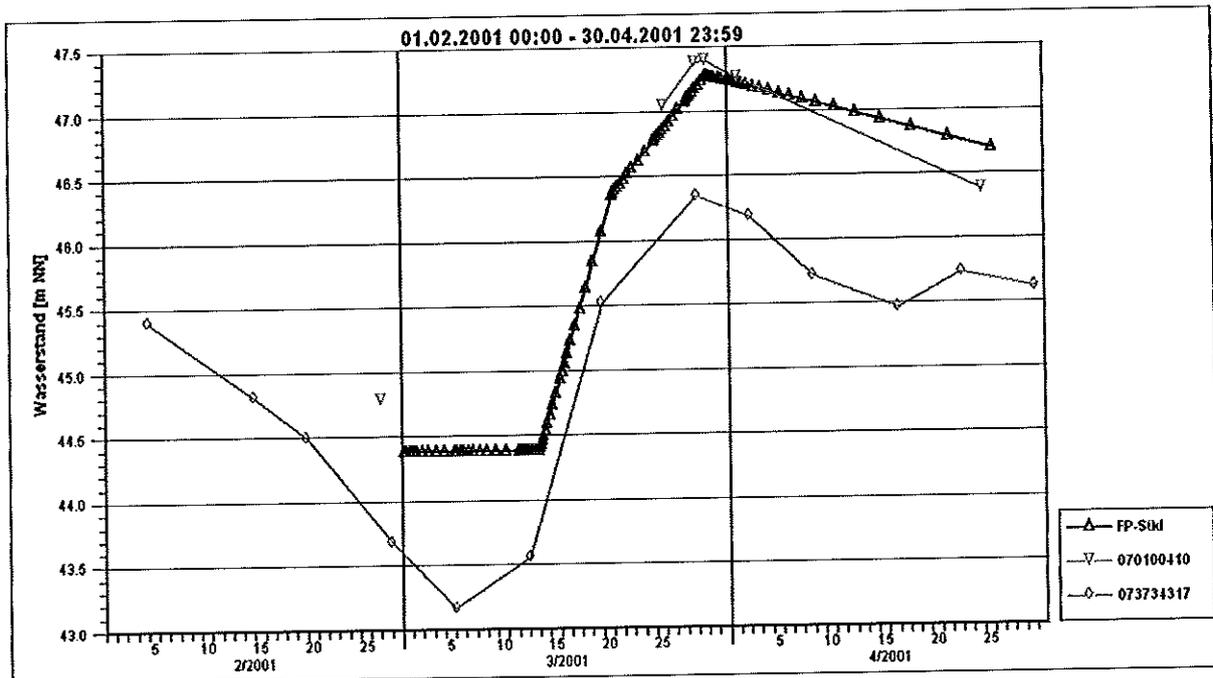


Abb. 5: Zeitliche Diskretisierung der Wasserstände am südlichen Festpotentialrand (schwarzer Graph)

Die übrigen beiden Modellränder wurden als undurchlässig angenommen, was nur bei Hochwasserständen realistisch ist. Bei Mittel- und Niedrigwasserständen fließt dem Modellgebiet von Süden Grundwasser zu und nach Norden hin ab. Da jedoch im vorliegenden Fall nur ein Hochwasserereignis von Interesse ist, sind die gewählten Randbedingungen vertretbar.

Als Grundwasserneubildung wurde wegen der vorhandenen Bebauung ein gegenüber dem langjährigen Mittel um 30% reduzierter Wert von 150 mm/a angenommen.

### 7.3 Kalibrierungsergebnisse

Das Modell wurde instationär kalibriert, wobei als Anfangs-Wasserstände die aus dem stationären Modelllauf berechneten Grundwasserhöhen bei Mittelwasser (1.3.2001) gewählt wurden. Da die Randbedingungen und die speicherwirksame Porosität (0,26) während der Modellläufe nicht verändert wurden, wurde lediglich der Durchlässigkeitsbeiwert, welcher zwischen  $5 \times 10^{-3}$  und  $2 \times 10^{-2}$  m/s variiert wurde, kalibriert. Insgesamt betrug die Simulationszeit 61 Tage, vom 1.3. bis 30.4.2001.

Gute instationäre Kalibrierungsergebnisse wurden mit einem kf-Wert von  $1 \times 10^{-2}$  m/s erreicht, was ein realistischer Wert für die Niederterrasse darstellt und sich mit den in [8] angegebenen Durchlässigkeiten für die Niederterrasse deckt.

Die folgenden Diagramme der Abbildungen 6, 7 und 8 zeigen über den gesamten Simulationszeitraum die gemessenen und die berechneten Wasserstände der dem Baugebiet nächstgelegenen Grundwassermessstellen. Dabei ist die mit kleinen quadratischen Markern versehene Kurve die modellberechnete Grundwasserganglinie, wobei die größeren Quadrate die gemessenen Grundwasserhöhen darstellen.

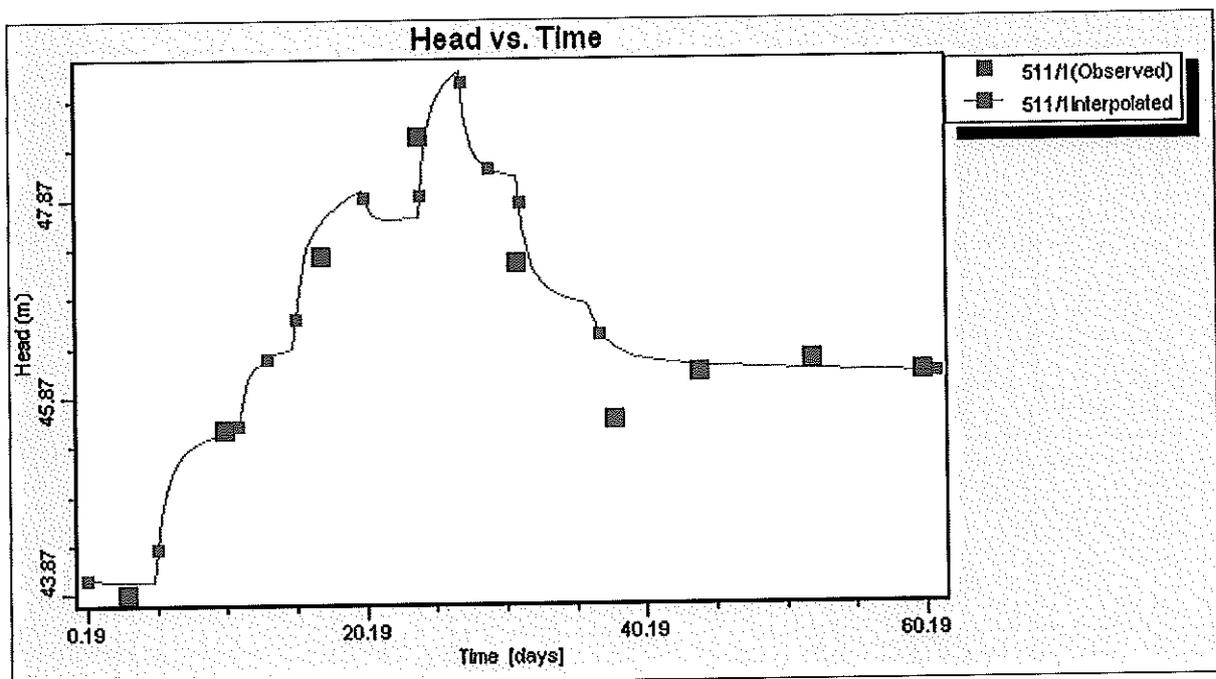


Abb. 6: Gegenüberstellung der berechneten Grundwasserganglinie mit den gemessenen Grundwasserhöhen der GWM 070276511

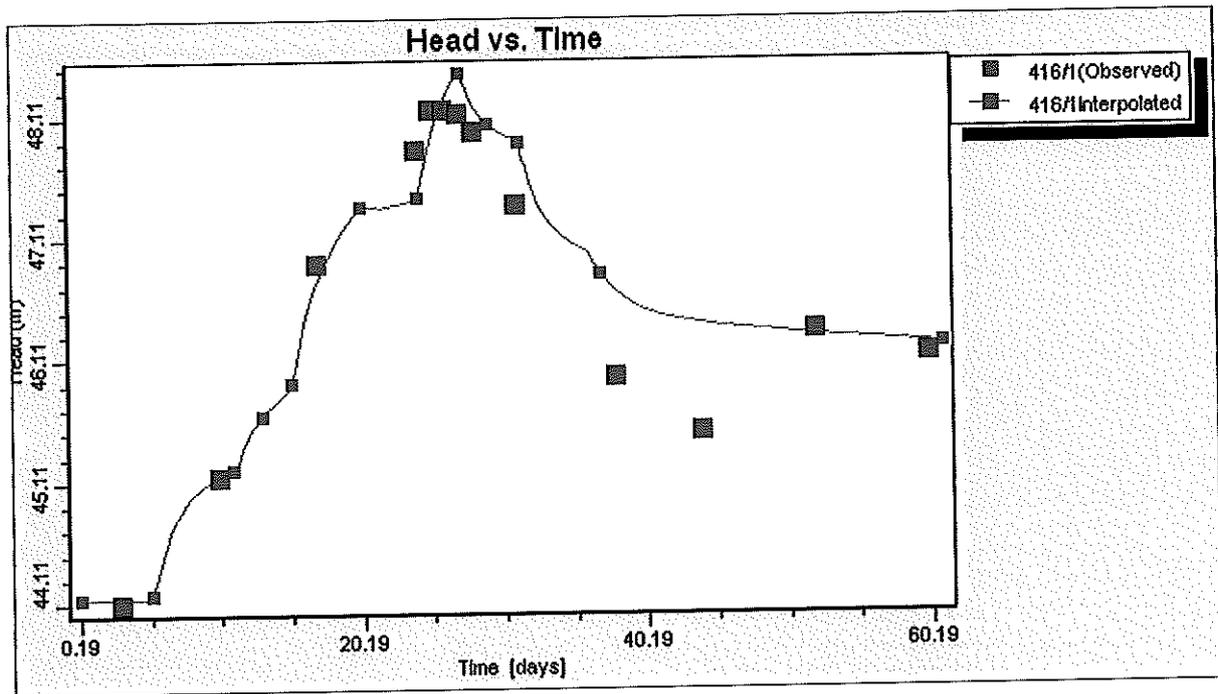


Abb. 7: Gegenüberstellung der berechneten Grundwasserganglinie mit den gemessenen Grundwasserhöhen der GWM 070197416

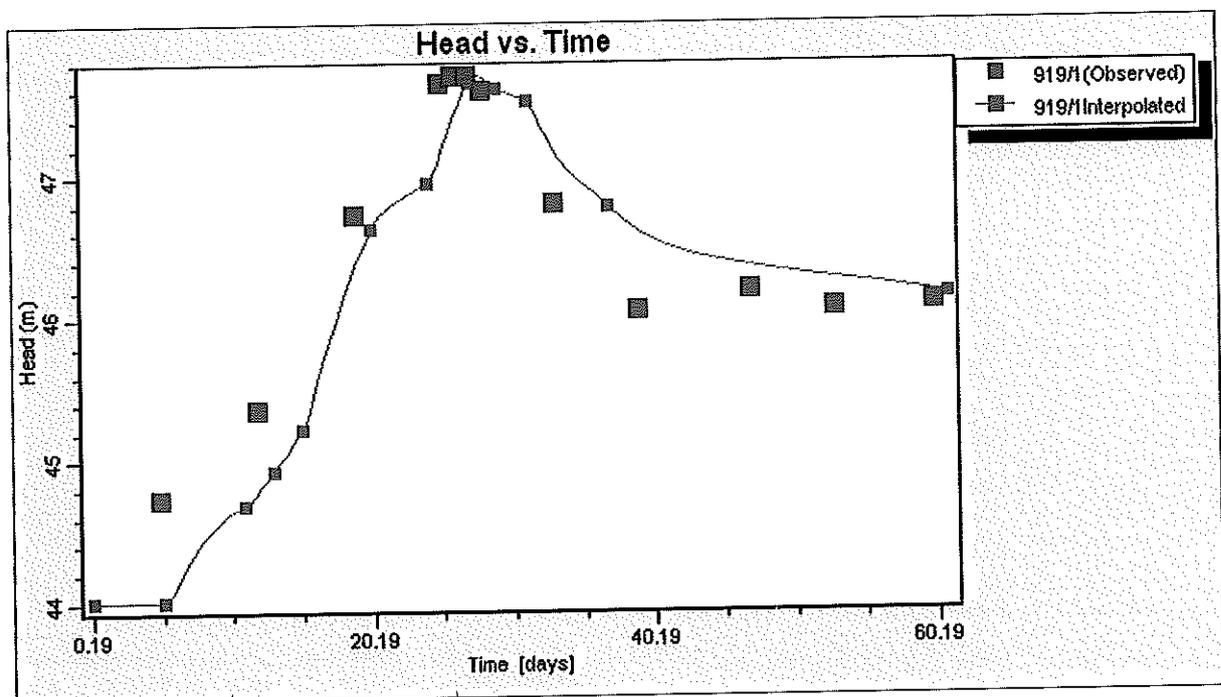


Abb. 8: Gegenüberstellung der berechneten Grundwasserganglinie mit den gemessenen Grundwasserhöhen der GWM 076930919

In der Anlage 3.2 sind die modellberechneten Grundwassergleichen den aus den Messwerten interpolierten Grundwassergleichen des Stichtags 26.3.2001 gegenübergestellt.

Insgesamt bildet das Grundwasserströmungsmodell das Hochwasserereignis im Bereich des Baugebiets gut nach, so dass an Hand des Modells Prognosederechnungen durchgeführt werden können.

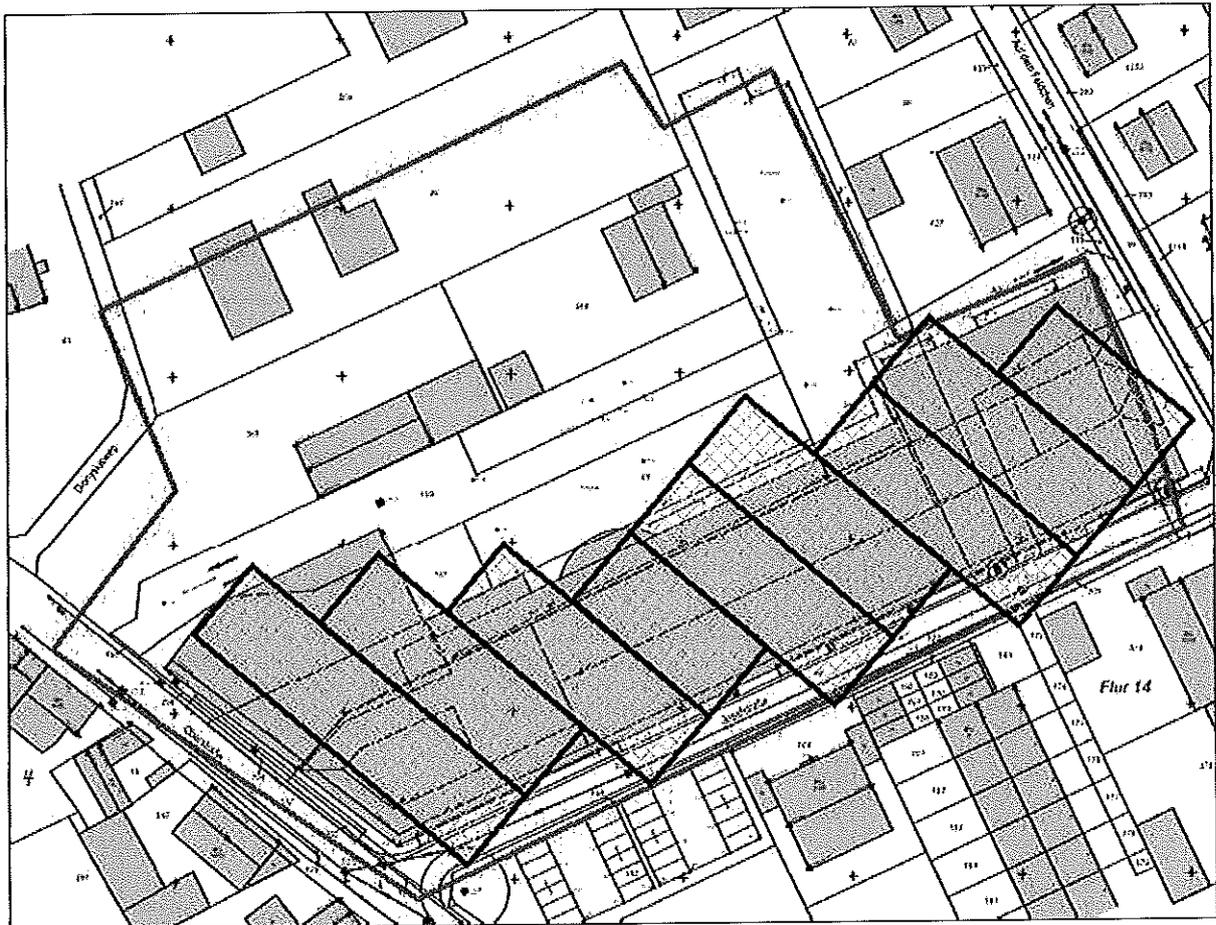
#### **7.4 Prognoseberechnungen**

Zur Prognostizierung der Auswirkungen, die von den geplanten Kellergeschossen bei Hochwasser auf den umliegenden Grundwasserstand ausgehen, wurden folgende Daten entsprechend der Auskunft des AG zu Grunde gelegt:

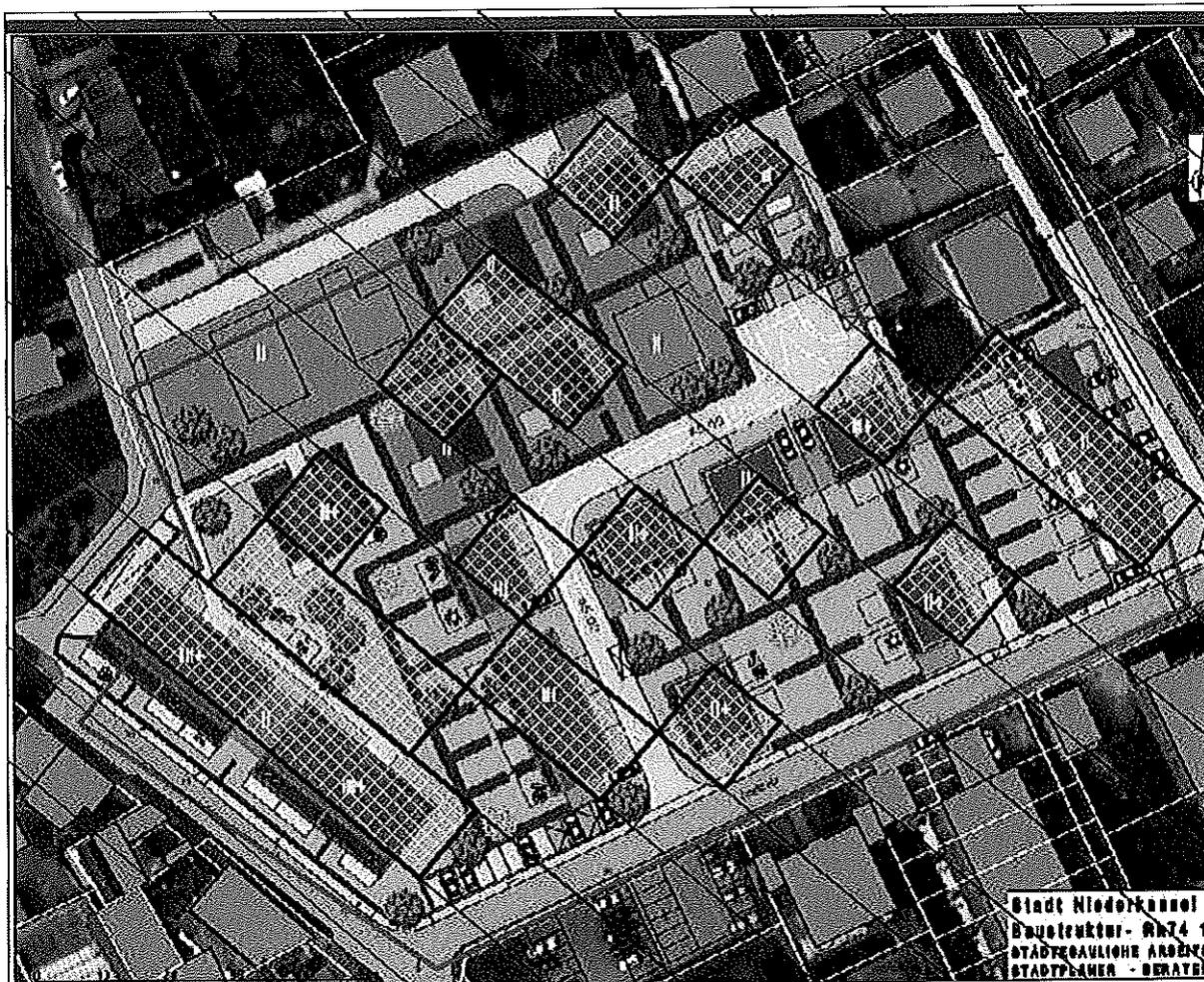
UK Bodenplatte der geplanten Tiefgarage:	48,80 mNN
UK Kellerfußboden der geplanten RH und EFH:	48,50 – 48,80 mNN
UK Kellerfußboden des bestehenden Gebäudes:	48,25 mNN

Zur Implementierung des Kellerfußbodens in das Grundwasserströmungsmodell wurde der obere Teil des Aquifers in eine weitere Schicht unterteilt. Im Bereich der Kellergeschosse wurde die Schichtunterfläche der Zellen auf die oben aufgeführten topografischen Höhen und die Zelle mittels eines kf-Wertes von  $1 \times 10^{-20}$  m/s als undurchlässig gesetzt.

Die folgenden Abbildungen 9 und 10 zeigen die Modellzellen, in denen die Kellergeschosse implementiert wurden.



**Abb. 9: Implementierung des bestehenden Kellergeschosses in das numerische Grundwasserströmungsmodell**



**Abb. 10: Implementierung der geplanten Kellergeschosse in das numerische Grundwasserströmungsmodell**

Um auch extremste Hochwassersituationen abzudecken, wurden in einer weiteren Variante die Wasserstände der Flusszellen und der Festpotentialzellen für jeden Zeitschritt um pauschal 50 cm erhöht. Dieses fiktive Hochwasserereignis entspricht ungefähr einem Hochwasserereignis mit einem Pegel von 9,40 m in Bonn bzw. 9,90 m in Köln.

Insgesamt wurden somit folgende Rechenläufe (Varianten) durchgeführt.

Variante	Randbedingungen	Bestehende Bebauung	Geplante Bebauung
1	Hochwasser 25./26.3.2001	1a	1b
2	Wasserstand 0,5 m über Variante 1	2a	2b

## 7.5 Prognoseergebnisse

Die Prognoseergebnisse sind in Form von Grundwasserdifferenzenplänen dargestellt und in den Anlagen 4.1 und 4.2 dokumentiert.

Anlage 4.1 zeigt die Differenz der berechneten Grundwasserstände zum Zeitpunkt des Hochwasserscheitels zwischen der Variante 1b und 1a, Anlage 4.2 entsprechend die Differenz zwischen der Modellvariante 2b und 2a.

Liegen die berechneten Grundwasserstände für den geplanten Bauzustand unterhalb der Grundwasserstände des aktuellen, so führt das bei der Differenzbildung zu negativen Werten.

Wie aus den grafisch dargestellten Berechnungsergebnissen ersichtlich wird, liegen die Grundwasserhöhendifferenzen zum Zeitpunkt des Hochwasserscheitels für beide Varianten im Bereich zwischen  $-6$  mm und  $+3$  mm und damit im Bereich der Messgenauigkeit von Grundwasserständen.

Bei Variante 1 (Hochwasser vom 25./26.3.2001) bleibt der GW-Spiegel im Bereich der Tiefgarage noch unterhalb der Bodenplatte. Die Kellerbodenplatte der EFH mit einer Kote von 48,50 mNN wird dagegen gerade benetzt sein. Auswirkungen auf den Grundwasserstand können bei diesen Hochwasserereignissen von den Kellergeschossen der Neubebauung somit nicht stattfinden. Entsprechend ist die GW-Differenz zu dem aktuellen Bestand, der bis 48,25 mNN und damit 10-40 cm tief in den Grundwasserkörper reicht, auf dem Baugebiet und der Umgebung durchweg negativ, d.h. der GW-Stand liegt rechnerisch bei der aktuellen Bebauung höher als bei der geplanten Bebauung (Anlage 4.1).

Bei Variante 2 liegt der prognostizierte Grundwasserstand im Bereich der geplanten Tiefgarage bei ca. 49,1 mNN, so dass diese ca. 30 cm in den Grundwasserkörper reicht. Die EFH mit Kellerkote 48,50 mNN reichen dann entsprechend 60 cm tief in den Aquifer. Der Grundwasserdifferenzenplan weist im Bereich der Tiefgarage und westlich davon gegenüber dem aktuellen Bebauungszustand für diesen Zustand rechnerisch eine Erhöhung von 1-2 mm auf. Östlich des Baugebiets ist dagegen mit einer minimalen (1-3 mm) Erniedrigung des Grundwassers zu rechnen.

## 8 BEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

---

Die Prognoseergebnisse erbrachten rechnerische Werte für Grundwasserdifferenzen zwischen dem jetzigen und geplanten Bebauungszustand von wenigen Millimetern. Diese berechneten Werte liegen unterhalb der Messgenauigkeit von Grundwasserständen, die sowohl bei Lichtlotmessungen als auch elektronisch über Druckdosen bei einem cm liegt.

Es kann somit gefolgert werden, dass die geplante Bebauung mit der vorgesehenen Unterkellerung zu keinen messbaren Auswirkungen auf den Grundwasserstand bei Hochwasserereignissen führen wird.

Bonn, 17. Oktober 2013

RBK GmbH

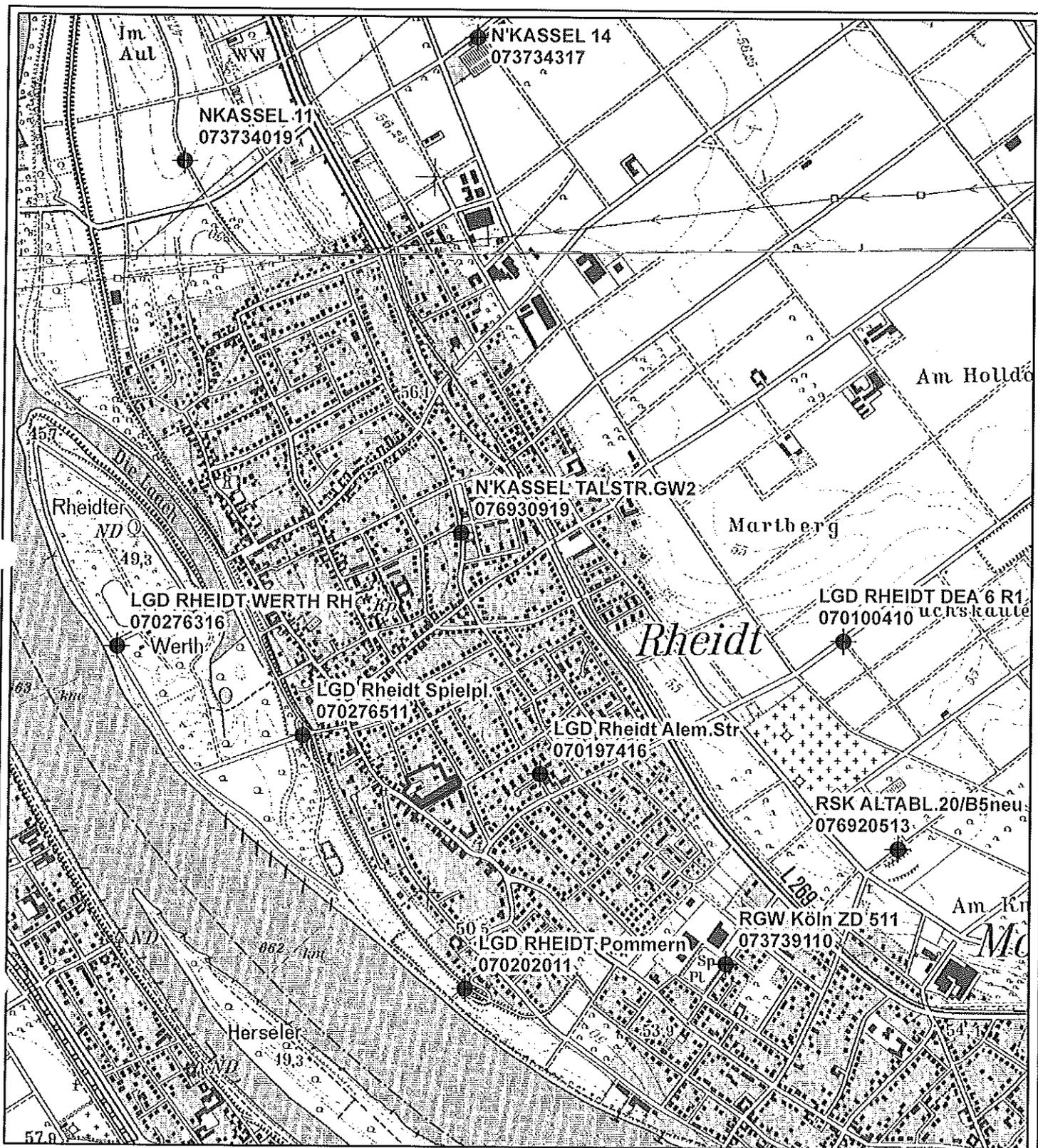
Hydrogeologische Gutachten – Grundwasser-Monitoring



Dipl.-Geol. Michael Kasper

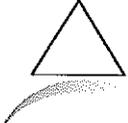
Beratender Geowissenschaftler BDG

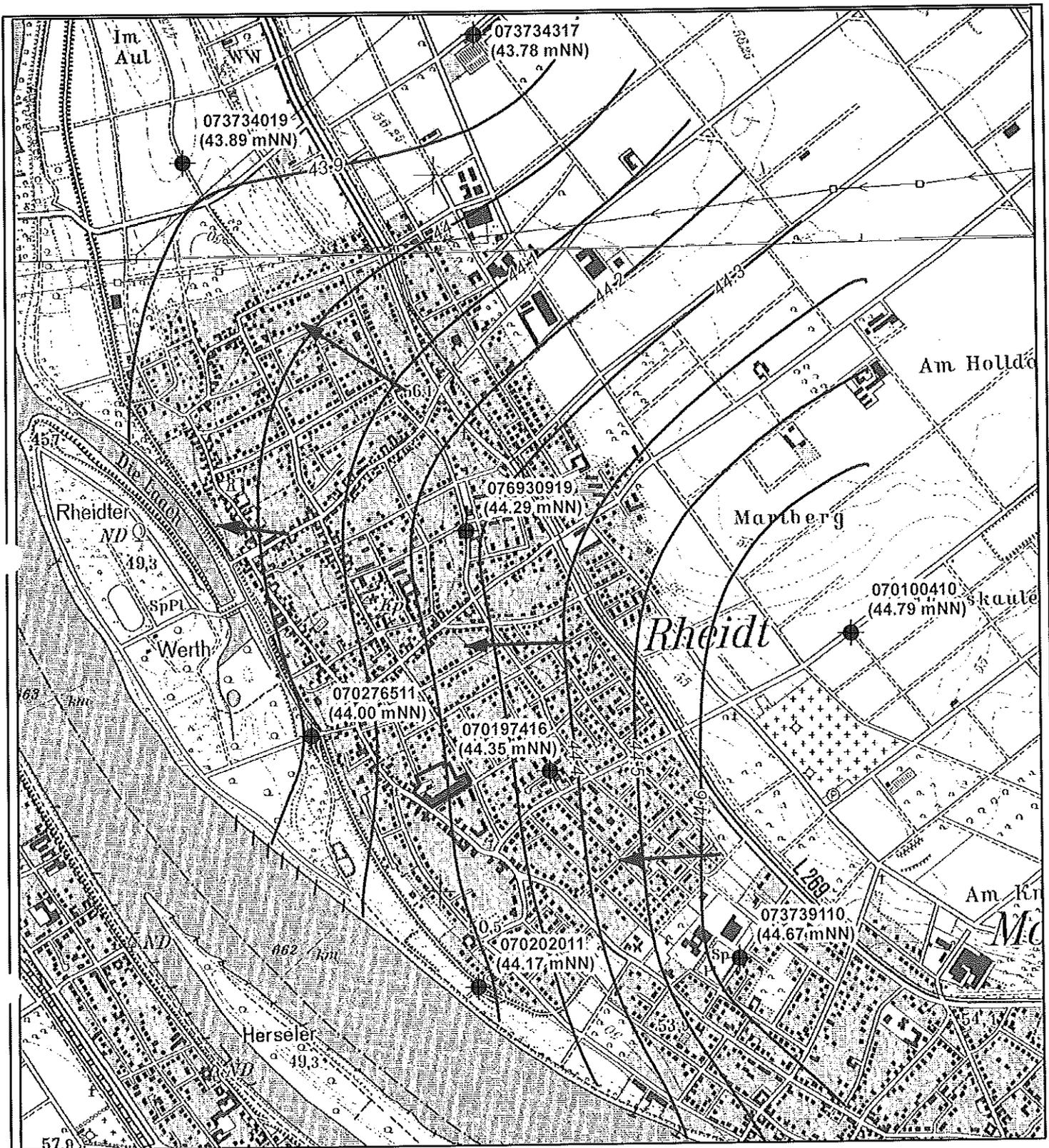




**Legende**

● GW-Messstellen LGD NRW    □ Baugebiet

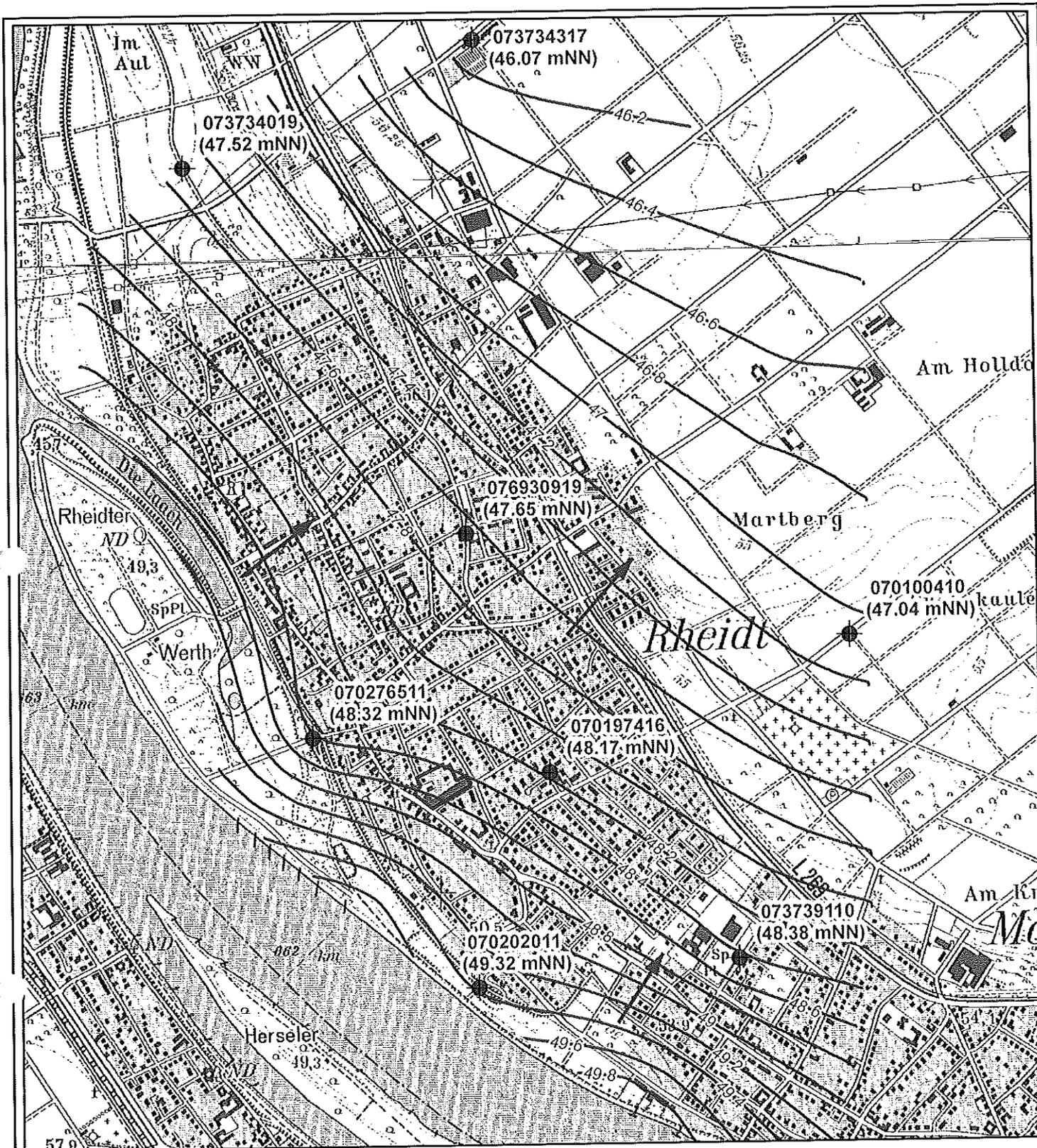
	<p>NCC Deutschland GmbH Am Nordstern 15517 Fürstenwalde</p>	<p><b>Übersichtskarte mit Lage des geplanten Bauvorhabens und den vorhandenen Grundwassermessstellen</b></p>	
	<p>Kaiser-Karl-Ring 50 53119 Bonn 0228-85098327 www.rbk-bonn.de</p>	<p>Bauvorhaben Oberstraße/Josefstraße Niederkassel-Rheidt Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf den Grundwasserstand</p>	
<p>0 100 200 400 Meter    1 cm gleich 150 m bei A4-Druck</p>		<p>13-702-01/17.10.13 MK</p>	<p><b>Anlage 1</b></p>



**Legende**

- GW-Fließrichtung
- Baugebiet
- GW-Gleiche 27.2.2001

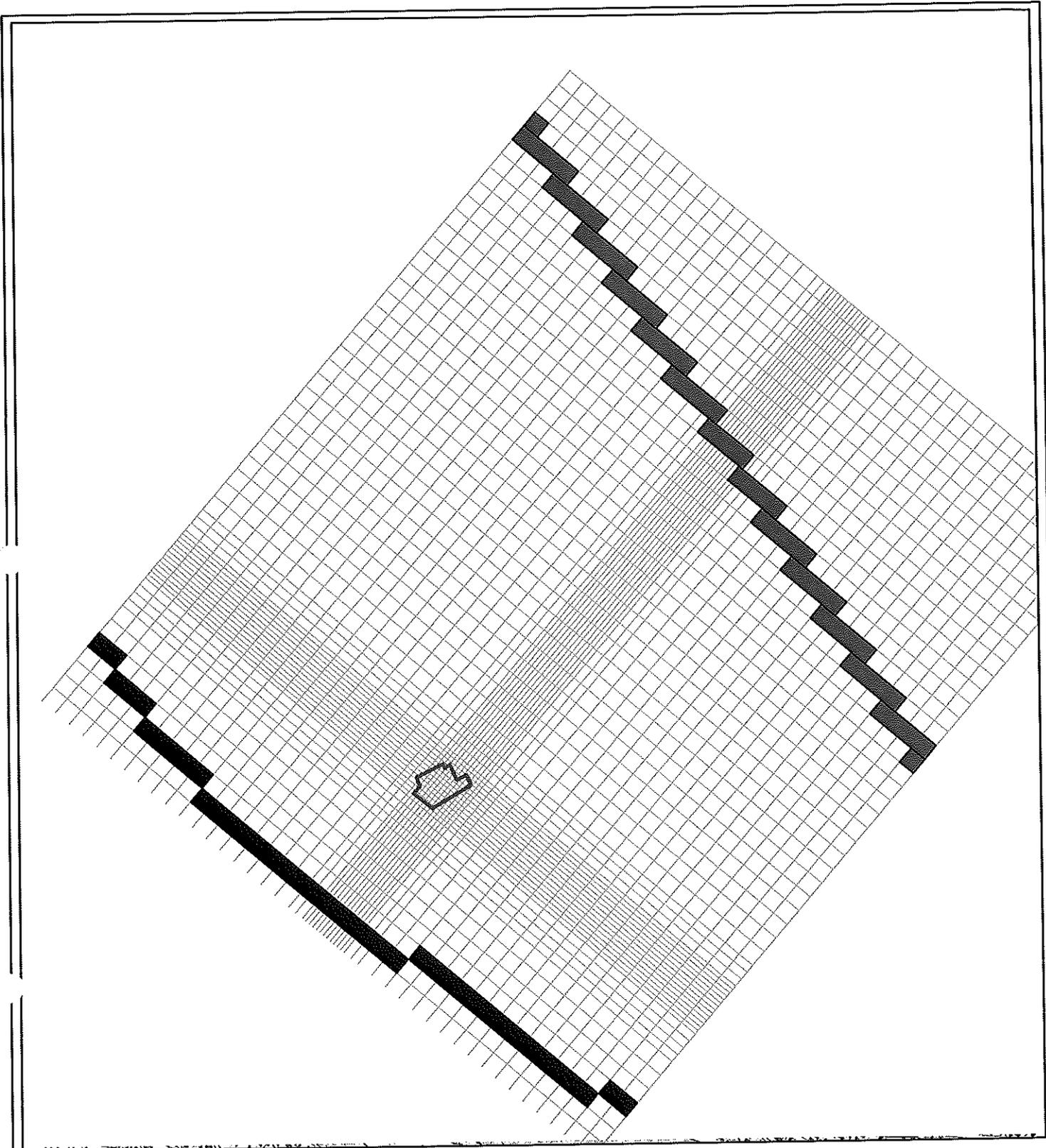
	<p>NCC Deutschland GmbH Am Nordstern 15517 Fürstenwalde</p>	<p><b>Grundwassergleichenplan</b> <b>Rhein-Mittelwasserstand</b> <b>Stichtag 27.2.2001</b></p>	
	<p>RBK GmbH Hydrogeologische Gutachten Grundwasser-Monitoring Kaiser-Karl-Ring 50 53119 Bonn 0228-85098327 www.rbk-bonn.de</p>	<p>Bauvorhaben Oberstraße/Josefstraße Niederkassel-Rheidt Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf den Grundwasserstand</p>	
	<p>1 cm gleich 150 m bei A4-Druck</p>	<p>13-702-01/17.10.13 MK</p>	<p><b>Anlage 2.1</b></p>



**Legende**

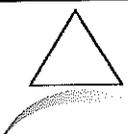
- GW-Fließrichtung
- Baugebiet
- GW-Gleiche 26.3.2001

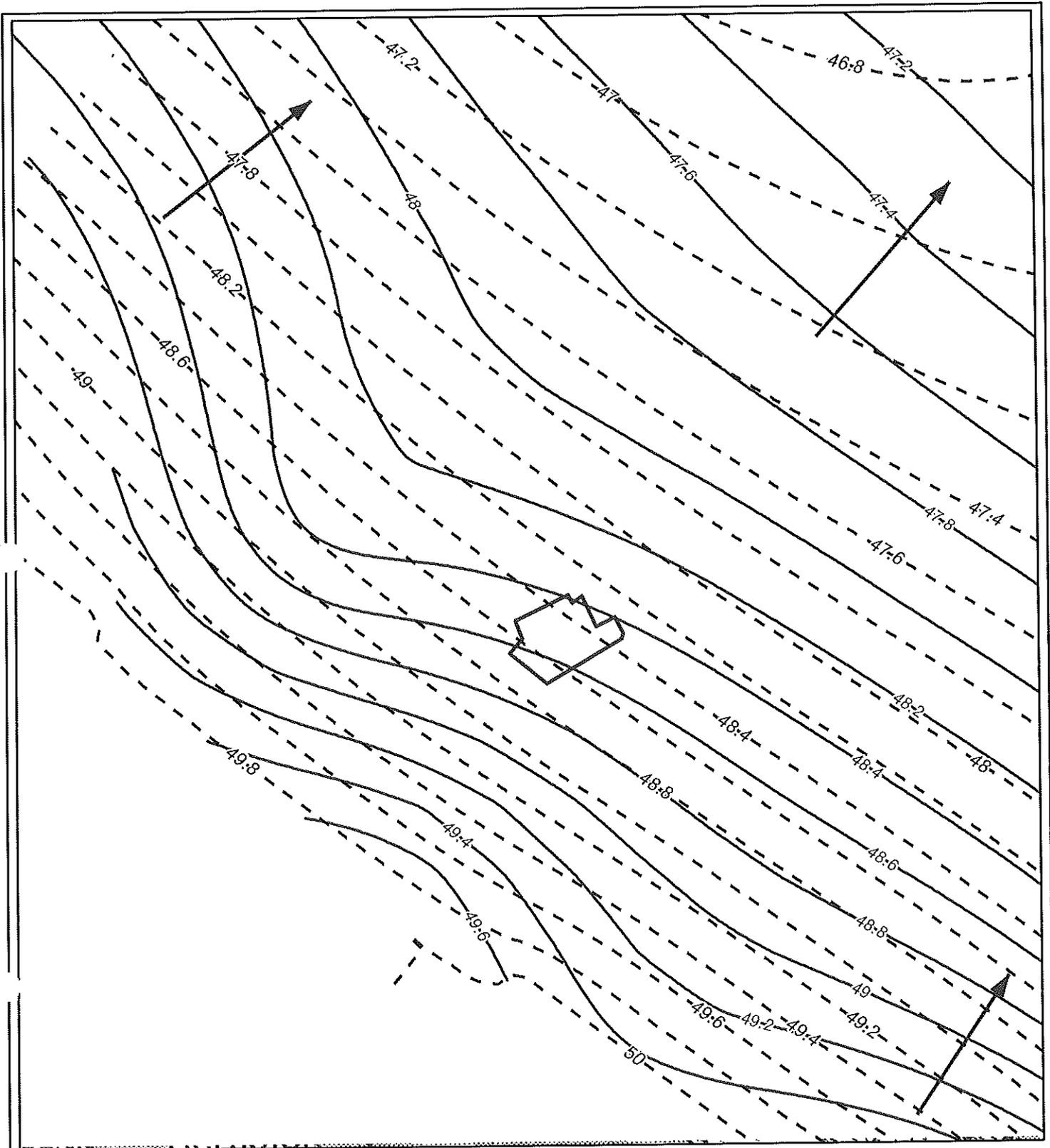
	<p>NCC Deutschland GmbH Am Nordstern 15517 Fürstenwalde</p>	<p><b>Grundwassergleichenplan</b> <b>Rhein-Hochwasserstand</b> <b>Stichtag 26.3.2001</b></p>	
	<p>RBK GmbH Hydrogeologische Gutachten Grundwasser-Monitoring</p>	<p>Kaiser-Karl-Ring 50 53119 Bonn 0228-85098327 www.rbk-bonn.de</p>	<p>Bauvorhaben Oberstraße/Josefstraße Niederkassel-Rheidt Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf den Grundwasserstand</p>
	<p>1 cm gleich 150 m bei A4-Druck</p>	<p>13-702-01/17.10.13 MK</p>	<p><b>Anlage 2.2</b></p>



**Legende**

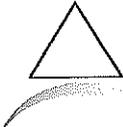
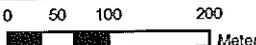
- Modellgebiet
- Baugebiet
- Festpotentialrand
- Flusszellen

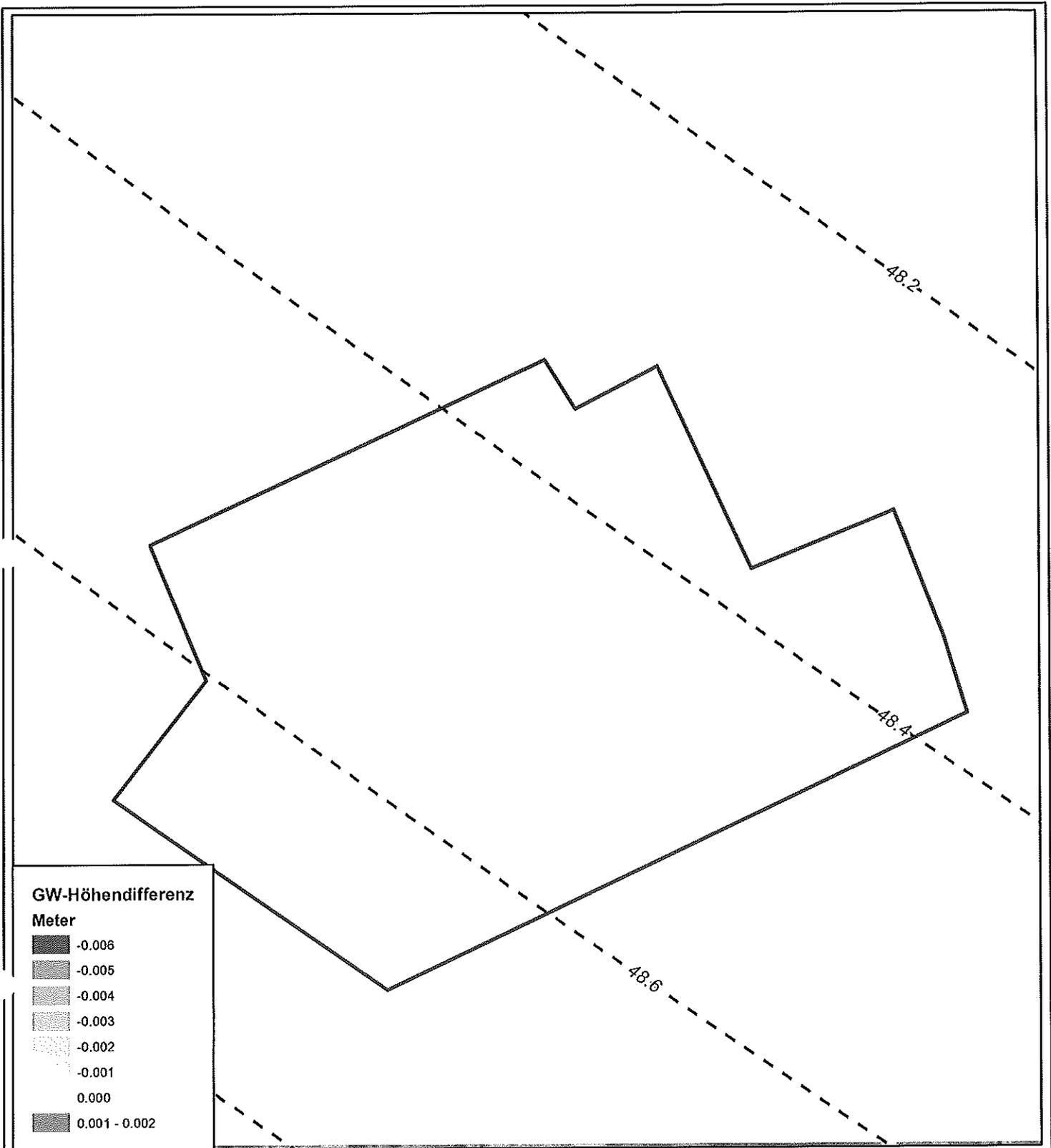
 <p><b>NCC</b> Deutschland GmbH Am Nordstern 15517 Fürstenwalde</p>	<p><b>Karte mit Modellgebiet, Modellgitter und Modellränder</b></p>
 <p><b>RBK GmbH</b> Hydrogeologische Gutachten Grundwasser-Monitoring</p>	<p>Kaiser-Karl-Ring 50 53119 Bonn 0228-85098327 <a href="http://www.rbk-bonn.de">www.rbk-bonn.de</a></p>
<p>0 100 200 400 Meter</p>	<p>1 cm gleich 150 m bei A4-Druck</p>
<p>13-702-01/17.10.13 MK</p>	<p><b>Anlage 3.1</b></p>



**Legende**

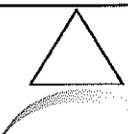
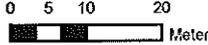
- GW-Gleiche 26.3.2001  Baugebiet
- - - GW-Gleiche berechnet

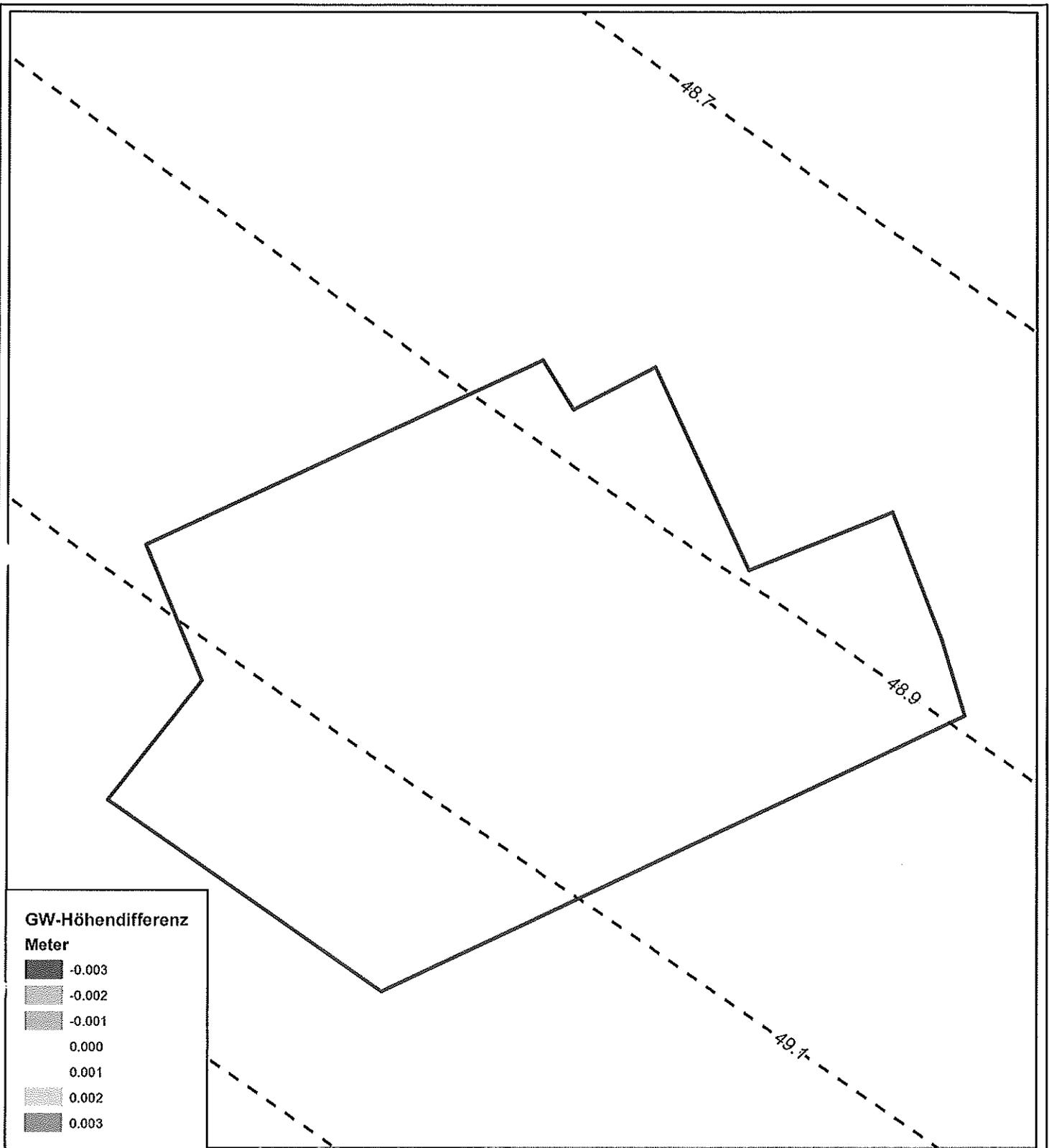
	<p>NCC Deutschland GmbH Am Nordstern 15517 Fürstenwalde</p>	<p><b>Kalibrierungsergebnis</b> <b>Vergleich der GW-Gleichen aus</b> <b>berechneten und gemessenen GW-Ständen</b></p>
	<p>RBK GmbH Hydrogeologische Gutachten Grundwasser-Monitoring</p>	<p>Kaiser-Karl-Ring 50 53119 Bonn 0228-85098327 www.rbk-bonn.de</p>
	<p>1 cm gleich 75 m bei A4-Druck</p>	<p>13-702-01/17.10.13 MK</p>
		<p><b>Anlage 3.2</b></p>



**Legende**

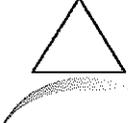
-- -- GW-Gleiche berechnet  Baugebiet

	<p><b>NCC Deutschland GmbH</b> Am Nordstern 15517 Fürstenwalde</p>	<p><b>Prognoseergebnis</b> <b>Grundwasserhöhendifferenz bei einem</b> <b>Rhein-Hochwasserereignis zwischen</b> <b>Bebauungsvorhaben und derzeitigem Bestands</b></p>	
	<p><b>RBK GmbH</b> Hydrogeologische Gutachten Grundwasser-Monitoring</p>	<p>Kaiser-Karl-Ring 50 53119 Bonn 0228-85098327 www.rbk-bonn.de</p>	<p>Bauvorhaben Oberstraße/Josefstraße Niederkassel-Rheidt Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf den Grundwasserstand</p>
<p>0 5 10 20  Meter</p>	<p>1 cm gleich 10 m bei A4-Druck</p>	<p>13-702-01/17.10.13 MK</p>	<p><b>Anlage 4.1</b></p>



**Legende**

-- -- GW-Gleiche berechnet  Baugebiet

	<p>NCC Deutschland GmbH Am Nordstern 15517 Fürstenwalde</p>	<p><b>Prognoseergebnis</b> <b>Grundwasserhöhendifferenz bei einem extremen</b> <b>Rhein-Hochwasserereignis zwischen</b> <b>Bebauungsvorhaben und derzeitigem Gebäudebestand</b></p>	
	<p>RBK GmbH Hydrogeologische Gutachten Grundwasser-Monitoring</p> <p>Kaiser-Karl-Ring 50 53119 Bonn 0228-85098327 www.rbk-bonn.de</p>	<p>Bauvorhaben Oberstraße/Josefstraße Niederkassel-Rheidt Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf den Grundwasserstand</p>	
<p>0 5 10 20 Meter</p>	<p>1 cm gleich 10 m bei A4-Druck</p>	<p>13-702-01/17.10.13 MK</p>	<p><b>Anlage 4.2</b></p>