

Hydrogeologisches Gutachten
zur Beseitigung von Niederschlagswasser
zum Objekt
„Bebauungsplan Kantstraße“
in 42553 Velbert

Auftraggeber: Herr
Dr. Rudolf Engler
Kantstr. 59
42553 Velbert

Planung: BKR Essen
Werdener Markt 2
45239 Essen

Auftrag Nr. / Zeichen: 7617.2/alfa

Datum: 26.09.2011

Inhalt

1	Situation.....	3
2	Geologie	3
3	Bodenaufschlüsse	4
4	Grundwasser	5
5	Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit.....	5
6	Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes....	5
7	Bemessung.....	6
7.1	Ausgangswerte	7
7.2	Berechnung Mulde	7
7.3	Berechnung Rigole	8
8	Hinweise zur Ausführung.....	8
9	Schlussbemerkung	9

Dokumentation

Anlage	1	Lageplan (Maßstab ca. 1 : 500)
Anlage	2	Zeichenerklärung
Anlagen	3	Bohrprofile und Rammdiagramme
Anlage	3.1	Bohrprofile KRB 1 und 2, Rammdiagramme DPL 1 und 3
Anlage	3.2	Bohrprofile KRB 4 und 5, Rammdiagramm DPL 5
Anlage	3.3	Bohrprofile KRB 6 und 7
Anlagen	4	Versickerungsversuche
Anlage	4.1	Bohrung VS 6/1
Anlage	4.2	Bohrung VS 7/1

1 Situation

Zurzeit wird die Aufstellung des Bebauungsplans „Kantstraße“ in 42553 Velbert vorgenommen. Es handelt sich um ein Hanggelände, das sich südlich an die Gärten der Wohnhäuser Kantstraße 61 bis 69 anschließt und im Osten von dem Nord-Süd-verlaufenden Abschnitt der Kantstraße begrenzt wird.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung befand sich auf dem Untersuchungsgebiet ein dichter Bewuchs aus Gräsern, Sträuchern und Bäumen. Das Gelände fällt nach Süden ab. Der Höhenunterschied innerhalb des Bebauungsplangebiets beträgt ca. 8,60 m.

Das anfallende Niederschlagswasser soll gemäß Landeswassergesetz § 51 auf dem Grundstück versickert werden.

Das Untersuchungsgrundstück liegt außerhalb von Wasserschutzzonen.

Unser Büro wurde mit der Durchführung einer hydrogeologischen Untersuchung und Begutachtung beauftragt. Zeitgleich wurde eine Baugrunduntersuchung und Begutachtung unter der Auftrag-Nr. 7617.1/alfa vom 23.09.2011 durchführt.

2 Geologie

Geologisch gesehen liegt der Raum um Velbert im nordöstlichen Bereich des Rheinischen Schiefergebirges. Im sogenannten *Velberter Sattel* treten Gesteine des Mittel- und Oberdevons sowie der unterkarbonische Kohlenkalk und das flözleere Oberkarbon auf. Im Kernbereich des Großsattels ist der mitteldevonische Riffkalk zu finden, der flach gewölbt ist. Dieser wird in den Sattelflanken von den Schiefergesteinen des Oberdevons umschlossen.

Bei Velbert tritt die sehr mächtige Serie der sogenannten *Velberter Schichten* der Dasberg- und Wocklum-Stufe des oberen Oberdevons hervor. Hierbei handelt es sich um karbonatisch, sandig und tonig ausgeprägte Schiefer, die gelegentlich Kalk- und Sandsteinbänke führen. Sie weisen eine starke tektonische Beanspruchung auf.

Über dem Fels haben sich an den Berghängen Schuttmassen aus den Verwitterungsprodukten des Grundgebirges abgelagert, die gravitativ verfrachtet wurden und heute den Hangschutt darstellen.

Stellenweise treten hier unter dem Oberboden Windablagerungen in Form von Lößlehm und Löß auf.

Im Holozän ist es durch Flussaufschüttungen zur Bildung von Hochflutablagerungen gekommen. Bei den Ablagerungen handelt es sich überwiegend um Sande und Schluffe in wechselnder Zusammensetzung.

3 Bodenaufschlüsse

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Bereich der geplanten Wohnhäuser vier Kleinrammbohrungen (KRB 1 und 2, 4 und 5) sowie im Bereich möglicher Versickerungsanlagen die zwei Kleinrammbohrungen KRB 6 und 7 niedergebracht. Die Bohrungen waren gemäß Lageplan auf Anlage 1 angeordnet und wurden höhenmäßig auf den Pfostenfuß des Tors in der Kantstraße, östlich des Untersuchungsgrundstückes bezogen (vgl. Anl. 1), der im Plan mit einer Höhe von 245,12 m+NN angegeben war.

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

Entsprechend den Bohrprofilen beginnt die Schichtenfolge mit einem 0,20 bis 0,50 m starken Mutterbodenhorizont aus einem gering feinsandigen Schluff mit Steinen und organischen Anteilen.

Unter dem Mutterboden wurde überwiegend Hangschutt angetroffen. Dabei handelt es sich um gravitativ unter Anwesenheit von Oberflächenwasser umgelagerten Schluffboden mit hohen Steinanteilen. Diese bindigen Bodenschichten reichen bis in Tiefen zwischen 0,60 (Bohrung KRB 2) und 1,35 m (Bohrung KRB 7) unter Bohransatzpunkt.

In den Bohrungen KRB 4 und 7 steht oberhalb des Hangschuttes eine 15 cm dünne Lage Hanglehm an. Er weist zurzeit überwiegend eine steife, Konsistenz auf. Die anstehenden bindigen Böden (Hanglehm, stark verwitterter Fels) besitzen nur eine geringe Plastizität und reagieren auf den Zutritt von Wasser mit einer raschen Konsistenzverschlechterung.

Im Liegenden folgt zunächst der verwitterte Fels in Form von Tonstein und Grauwacken. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Gefügestruktur des Felses zu und der Fels wird kompakter. Der verwitterte Fels wurde bis zu Bohrend-

tiefen von 1,70 m aufgeschlossen. Der unterlagernde kompakte Fels ist nicht bohrbar.

4 Grundwasser

Es wurde keine grundwasserführende Schicht angetroffen. Insbesondere nach starken Regenereignissen ist aber davor auszugehen, dass sich aufgrund des bindigen Charakters des Felses Stauwasser bildet, das parallel zum Hanggefälle als Schichtenwasser abfließt.

Ein freier Grundwasserspiegel ist erst in größeren Tiefen im Fels zu erwarten. Hierbei handelt es sich um ein sogenanntes Kluftgrundwasser, welches in den Klüften des Gebirges zirkuliert.

5 Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit

Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) der anstehenden Böden wurden Versickerungsversuche im ausgebauten Bohrloch als Open-End-Test ausgeführt. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in den Anlagen 4 dargestellt und in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt (vgl. Anl. 4).

Tabelle 1: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Versuch-Nr.	Versickerungsart	Tiefe [m]	Bodenart	k_{fu} Wert [m/s]
V6/1	Open-End-Test	1,70	Fels verwittert	$k_{f\ 6/1} = 1,9 \cdot 10^{-5}$
V7/1	Open-End-Test	1,70	Fels verwittert	$k_{f\ 7/1} = 3,0 \cdot 10^{-6}$

6 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Der entwässerungstechnisch nutzbare Versickerungsbereich liegt entsprechend DWA bei k_f -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f > 1 \cdot 10^{-3}$ m/s sickert das Oberflächenwasser so schnell durch die Bodenschicht dem Grundwasser zu, dass keine ausreichende Verweildauer im Boden und damit keine genügende Dauer für biologische Abbauprozesse und chemische Rückhalteprozesse besteht. Sind die k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, so besteht die Gefahr, dass sich das Wasser in den Versickerungsanlagen aufstaut und eine Verschlammung des Porenraums durch Sedimentation von Feinstpartikeln bewirkt.

Hanglehm und Hangschutt sind aufgrund ihres bindigen Charakters erfahrungsgemäß nicht ausreichend wasseraufnahmefähig. Darüber hinaus besitzen sie aufgrund ihrer geringen Schichtdicken nicht genügend Aufnahmekapazität.

Demgegenüber ist der verwitterte Fels mit k_f -Werten von $3,0 \cdot 10^{-6}$ und $1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s gemäß ATV für eine Versickerungsanlage ausreichend wasseraufnahmefähig. Die Versickerungsanlagen werden allerdings vergleichsweise groß werden. Zur Abschätzung der Größe wird eine überschlägige Bemessung vorgenommen.

Eine detaillierte Bemessung kann erst dann erfolgen, wenn die Größe und die Art der angeschlossenen Flächen bekannt sind. In die Versickerungsanlage kann sowohl das unbelastete Dachwasser der Wohnhäuser als auch das möglicherweise gering belastete Wasser der Zufahrtstraße eingeleitet werden.

Aufgrund der Hanglage ist zum Schutz der Unterlieger die Versickerungsanlage als Mulden-Rigolen-System auszuführen.

7 Bemessung

Bei der Berechnung der Anlagen wird die Aufnahme des anfallenden Regenwassers für 100 m² zugrunde gelegt. Die Bemessung der gewählten Versickerungsanlagen erfolgt nach den DWA-Richtlinien (April 2005) Blatt A 138 für ein 5-jähriges Regenereignis. Die maßgebenden Regenintensitäten wurden aus dem Kostra-Atlas entnommen.

Für die Bemessung der Mulde wird die belebte Bodenzone mit einer Wasserdurchlässigkeit von $k_{f,Mu} = 5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s in Ansatz gebracht.

Der Durchlässigkeitsbeiwert, der durch Feldversuche bestimmt wurde, beschreibt einen k -Wert der ungesättigten Zone. Die k_f -Werte des gesättigten Bodens ergeben sich durch Verdopplung ($k_f = 2 \cdot k_{fu}$). Demgegenüber gehen die bei den Permeameterversuchen ermittelten Werte einfach in die Berechnung ein.

Für die Berechnung werden die ermittelten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte gemittelt. Es ergibt sich:

$$k_{fm} = (2 \times 1,9 \cdot 10^{-5} + 2 \times 3,0 \cdot 10^{-6}) / 2 = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Für den verwitterten Fels wird ein Mittelwert $k_{fm} = 2,2 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.

7.1 Ausgangswerte

Regenspende	$r_{i(n)}$	= KOSTRA - Werte
Häufigkeit	n	= 0,2
Durchlässigkeitsbeiwert (verw. Fels)	k_{fm}	= $2,2 \cdot 10^{-5}$ m/s
Durchlässigkeitsbeiwert (μ)	$k_{f,\mu}$	= $5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s
Angeschlossene Fläche	A_D	= 100 m ²
Abflussbeiwert	ψ_{sD}	= 0,95
Zuschlagfaktor	f_z	= 1,2
Korrekturfaktor k_f -Wert	f_K	= 1

Die anrechenbare Fläche ergibt sich zu:

$$A_u = A_{D1} \cdot \psi_{sD} = 100 \cdot 0,95 \approx 95 \text{ m}^2$$

7.2 Berechnung Mulde

Als mittlere Muldenfläche wird $A_s = 0,1 \cdot A_u \approx 10,0 \text{ m}^2$ gewählt.

Das erforderliche Muldenvolumen berechnet sich zu:

$$V = [(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_f / 2] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$V = (0,00076 \cdot r_{D(0,2)} - 0,018) \cdot D$$

Tabelle 1: Erforderliches Muldenvolumen

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/s·ha]	V [m ³]
15	175,3	1,72
20	141,5	1,78
30	104,8	1,84
45	77,7	1,83
60	63,0	1,78

Für die maßgebende Regendauer von 30 Minuten ergibt sich ein erforderliches Muldenvolumen von ca. 1,90 m³.

Die Einstauhöhe errechnet sich zu

$$z_M = V/A_s = 1,84 / 10 = 0,184 \text{ m}$$

Die Entleerungszeit ergibt sich mit

$$t_E = 2 \cdot z_M / k_f = 2 \cdot 0,184 / 5,0 \cdot 10^{-5} = 7.360 \text{ s} = 2,04 \text{ h}$$

7.3 Berechnung Rigole

Die erforderliche Rigolenlänge berechnet sich zu:

$$L = [(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - V_M / (D \cdot 60 \cdot f_z)] / [b_R \cdot h \cdot s_R / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + 0,5 \cdot h) \cdot k_f / 2]$$

Gewählt: nutzbare Höhe $h = 0,20 \text{ m}$, $b_R = 1,0 \text{ m}$, $s_R = 0,35$

Mit den o.a. Ausgangswerten ergibt sich:

$$L = (0,000011 \cdot r_{D(0,2)} - 0,026/D) / (0,00972/D + 1,2 \cdot 10^{-5})$$

Tabelle 2: Erforderliche Rigolenlänge

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/s·ha]	L [m]
60	63,0	8,32
90	47,8	9,52
120	39,3	9,88
180	29,9	9,83
240	24,6	9,40

Für die maßgebende Regendauer von 120 Minuten ergibt sich eine erforderliche Rigolenlänge von ca. 10,0 m. Die Rigole muss eine Breite von 1,00 m und eine nutzbare Höhe von 0,20 m haben. Die Sohle muss $\geq 0,20 \text{ m}$ in den verwitterten Fels einbinden. Sie liegt damit entsprechend den Bohrungen KRB 6 und 7 (vgl. Anl. 3.3) zwischen 1,50 und 1,55 unter GOK (vgl. Bohrung KRB 2).

8 Hinweise zur Ausführung

Die Berechnung des Mulden-Rigolen-Systems erfolgte für eine angeschlossene Fläche von 100 m^2 und kann entsprechend hochgerechnet werden. Eine Differenzierung von Straßenflächen und Dachflächen ist sinnvoll, da andere Abflussbeiwerte berücksichtigt werden können.

Die Mulden sind mit einer belebten Bodenzone in einer Stärke von ≥ 20 cm zu versehen. Hierfür ist ein Mutterboden, bestehend aus einem gering schluffigen Sand mit organischen Bestandteilen zu verwenden. Die Mulde ist mit einer Tiefe von maximal 30 cm herzustellen.

Zum Schutz vor dem Eintrag von Feinkornmaterial ist über der Rigole und an den Seiten ein Geotextil anzuordnen. Die Rigole wird mittig unter der Mulde angeordnet. Der Rigolengraben wird an der Oberkante auf die Grundfläche der Mulde verbreitert, so dass das Sickerwasser der Mulde direkt der Rigole zufließen kann.

Gemäß DWA ist ein Abstand der Versickerungsanlage zu unterkellerten, nicht druckwasserdichten Gebäuden von $1,5 \times h$ (Baugrubentiefe der angrenzenden Gebäude) einzuhalten. Der Abstand zur Grundstücksgrenze sollte mindestens 2,0 m betragen.

Für die Versickerung des Niederschlagswassers über eine Versickerungsanlage ist die wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen.

9 Schlussbemerkung

Die durchgeführten Bohrungen stellen nur punktförmige Bodenaufschlüsse dar, die Angaben über die Beschaffenheit des Untergrundes an den jeweiligen Untersuchungsstellen geben. Hieraus werden die geologischen Verhältnisse für den gesamten Untersuchungsbereich interpoliert. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Untersuchungspunkten sind daher möglich. Die Erdarbeiten sind deshalb von der Bauleitung zu überwachen und die beim Aushub angetroffenen Böden mit den Angaben des Bodengutachtens zu vergleichen und gegebenenfalls vom Bodengutachter überprüfen zu lassen.

A. Leischner-Fischer-Appelt



Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	1
	Auftrag Nr.	7617
Objekt: Neubau von drei Wohnhäusern Kantstraße 59, 42553 Velbert	Maßstab:	1:500
	gez. cr	Datum 06.09.2011
Lageplan		

Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH	Zeichenerklärung für Bohrprofile (EN ISO 14688-1 / DIN 4023)	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

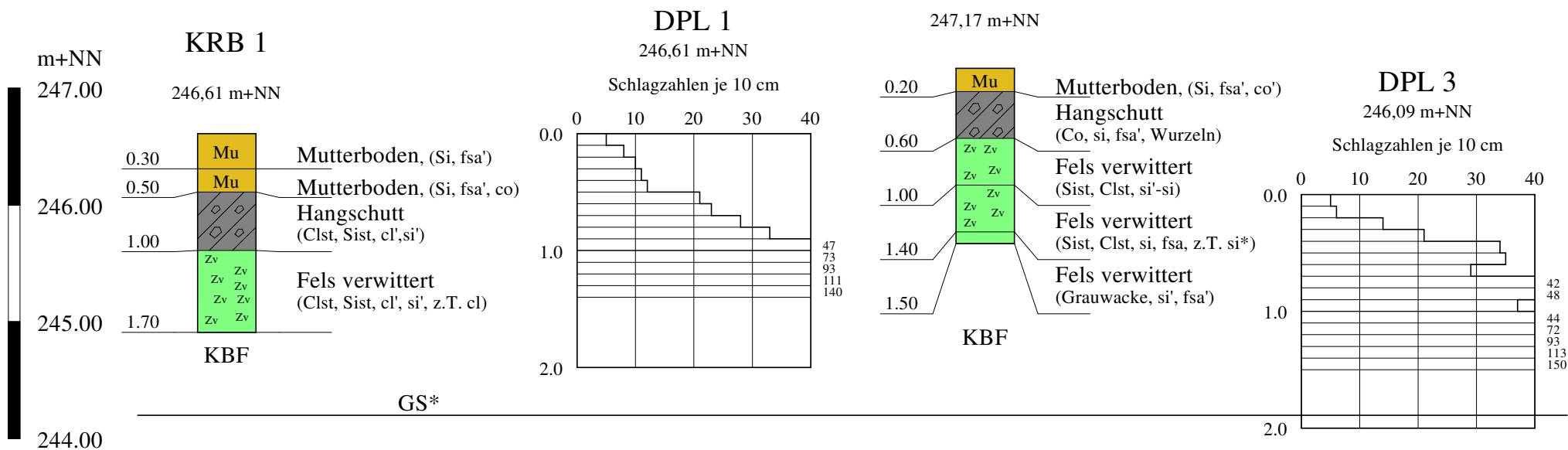
Grundwasser

	Wasserstand (angebohrt)
	Ruhewasserspiegel
	Wasserstand (Bohrende)

Bodenarten nach EN ISO 14688-1

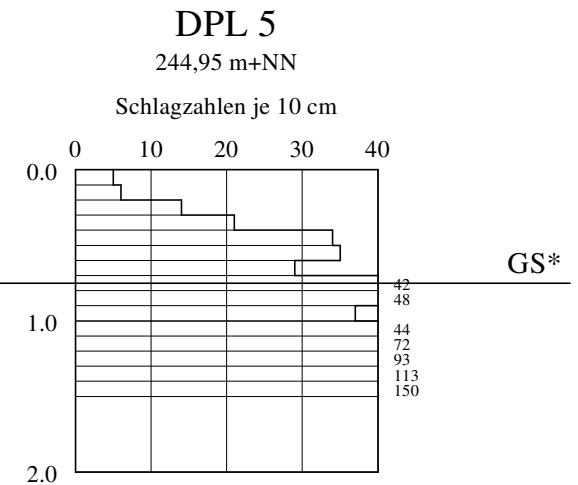
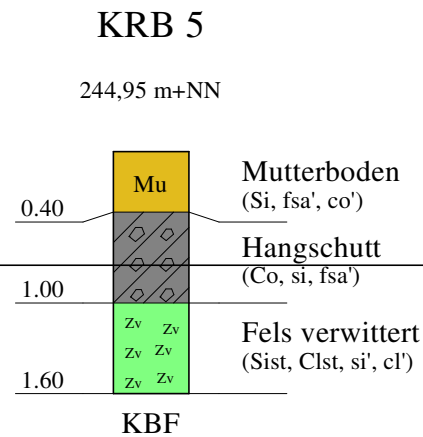
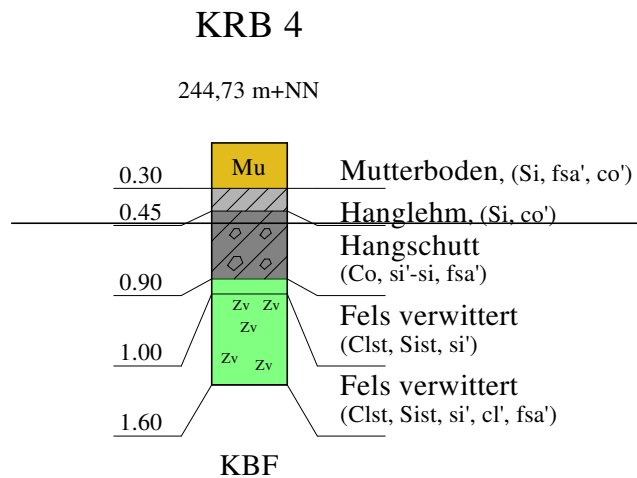
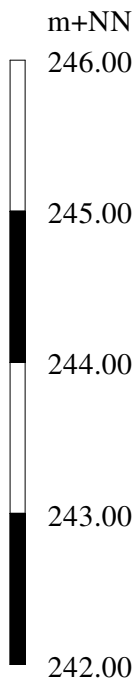
Benennung		Kurzzeichen		Zeichen
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung	
Kies	kiesig	Gr	gr	
Grobkies	grobkiesig	CGr	cgr	
Mittelkies	mittelkiesig	MGr	mgr	
Feinkies	feinkiesig	FGr	fgr	
Sand	sandig	Sa	sa	
Grobsand	grobsandig	CSa	csa	
Mittelsand	mittelsandig	MSa	msa	
Feinsand	feinsandig	FSa	fsa	
Schluff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

Benennung	Kurzzeichen	Zeichen	Benennung	Kurzzeichen	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		Asphalt	At	A
Hanglehm	L		Beton	B	A
Hangschutt	Lx		Ziegelbruch	ZB	A
Löß	Lö		Asche	As	A
Lößlehm	Löl		Kohle	K	A



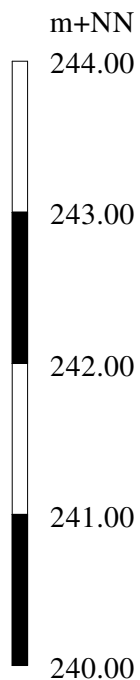
GS* = angenommene Gründungssohle ca. 244,20 m+NN
 Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr. 3.1	
	Auftrag Nr. 7617	
Objekt: Bebaungsplan Kantstraße, 42553 Velbert	Maßstab der Höhe: 1:50	
Bohrprofile und Rammdiagramme	gez. cr	Datum 06.09.2011



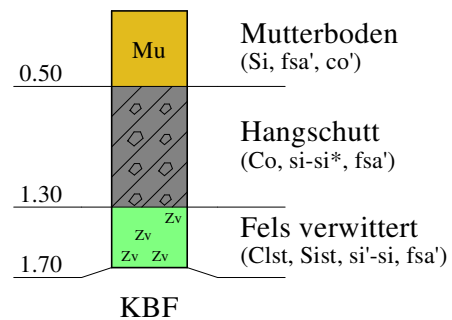
GS* = angenommene Gründungssohle ca. 244,20 m+NN
Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr. 3.2	
	Auftrag Nr. 7617	
Objekt: Bebaungsplan Kantstraße, 42553 Velbert	Maßstab der Höhe: 1:50	
Bohrprofile und Rammdiagramme	gez. cr	Datum 06.09.2011



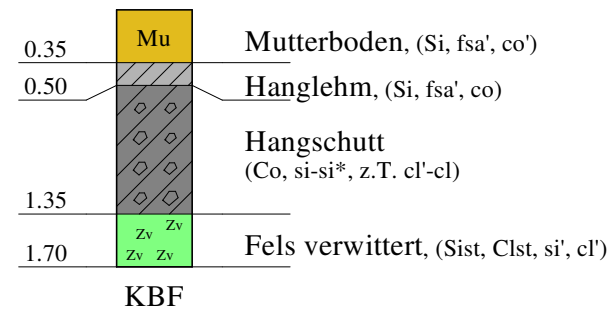
KRB 6

242,99 m+NN



KRB 7

243,30 m+NN

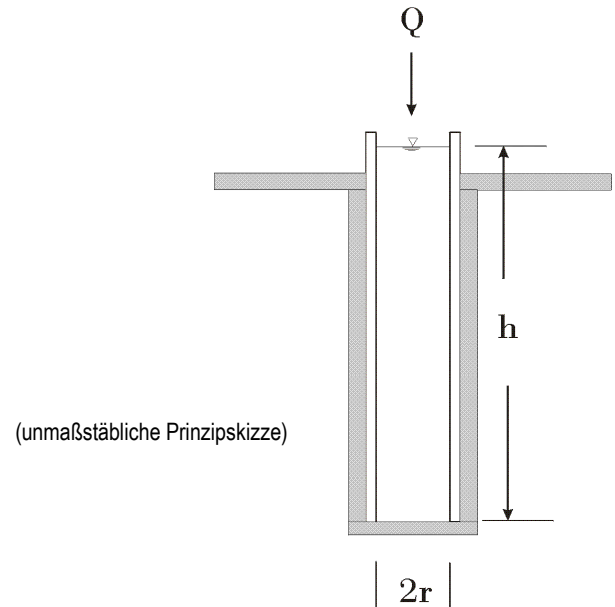


GS* = angenommene Gründungssohle ca. 244,20 m+NN
 Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr. 3.3	
	Auftrag Nr. 7617	
Objekt: Bebaungsplan Kantstraße, 42553 Velbert	Maßstab der Höhe: 1:50	
Bohrprofile	gez. cr	Datum 06.09.2011

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GMBH Gartenstraße 123, 53229 Bonn ☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384	Versickerungsversuch als Open-End-Test (nach USBR EARTH-MANUAL)	Anlage: 4.1 Auftrags-Nr. 7617 Datum: 06.09.11
--	---	---

Datum der Untersuchung: 05.09.2011
 Bauvorhaben: Kantstraße 59
 Ort: 42553 Velbert
 Wetter: trocken
 Wartezeit [min]: 15



Parameter	Einheit	Bohrung KRB 6 Versuch V 6 / 1
T = Bohrloch- und Versickerungstiefe unter OK Gelände	[cm]	170
r = Innenradius ausgebautes Bohrloch	[cm]	1,72
Bodenart		Fels, verwittert (Clst, Sist, si'-si, fsa')
q = verbrauchte Wassermenge	[cm³]	76,72
t = verbrauchte Zeit	[s]	18,5
Q = Schüttmenge pro Zeit	[cm³/s]	$Q = \frac{76,72}{18,5} = 4,15$
h = Druckhöhe	[cm]	234,5

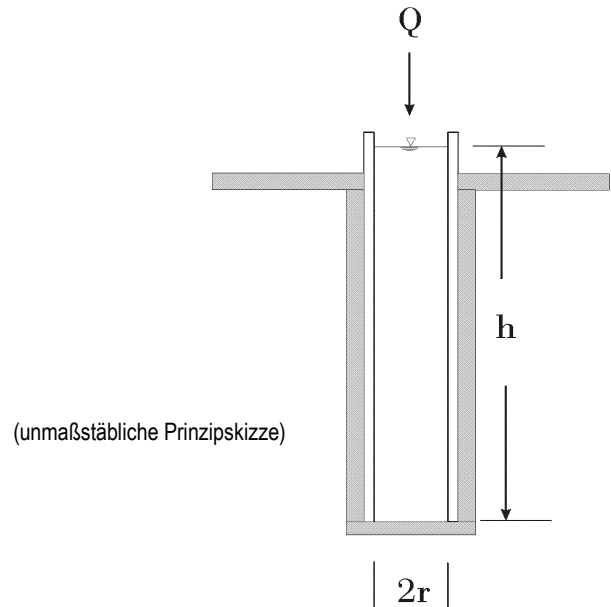
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

$$k_f = \frac{Q}{5,5 \times r \times h} \frac{m}{s}$$

Durchlässigkeit [m/s]:	$k_{fu6/1} = 1,9 \times 10^{-5}$
------------------------	----------------------------------

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GMBH Gartenstraße 123, 53229 Bonn ☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384	Versickerungsversuch als Open-End-Test (nach USBR EARTH-MANUAL)	Anlage: 4.2 Auftrags-Nr. 7617 Datum: 06.09.11
--	---	---

Datum der Untersuchung: 05.09.2011
 Bauvorhaben: Kantstraße 59
 Ort: 42553 Velbert
 Wetter: trocken
 Wartezeit [min]: 15



Parameter	Einheit	Bohrung KRB 7 Versuch V 7 / 1
T = Bohrloch- und Versickerungstiefe unter OK Gelände	[cm]	170
r = Innenradius ausgebautes Bohrloch	[cm]	1,72
Bodenart		Fels, verwittert (Sist, Clst, si', cl')
q = verbrauchte Wassermenge	[cm³]	30,69
t = verbrauchte Zeit	[s]	46,5
Q = Schüttmenge pro Zeit	[cm³/s]	$Q = \frac{30,69}{46,5} = 0,66$
h = Druckhöhe	[cm]	236,0

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

$$k_f = \frac{Q}{5,5 \times r \times h} \frac{m}{s}$$

Durchlässigkeit [m/s]:	$k_{fu6/1} = 3,0 \times 10^{-6}$
------------------------	----------------------------------