

FÜLLING

Beratende Geologen GmbH

FÜLLING Beratende Geologen GmbH · Birker Weg 5 · 42899 Remscheid

Eheleute Sievers
Parkstraße 34a
42579 Heiligenhaus

BÜRO FÜR
UMWELTGEOLOGIE

Birker Weg 5
42899 Remscheid

Postfach 12 01 36
42871 Remscheid

Telefon: 0 21 91 / 94 58-0

Fax: 0 21 91 / 94 58 60

Internet
www.geologen.de

E-Mail
fuelling@geologen.de

Datum: 13.03.2008
Projekt-Nr.: V08022

Projektleiter: Pruggmayer
Bearbeiter: Pruggmayer

Betr.: Grundstück Parkstraße 34a/Nordring, Heiligenhaus

Hier : Bodenuntersuchung

zur Möglichkeit der **Versickerung von Regenwasser**

GUTACHTEN

Verteiler: Architekturbüro Engelhardt, Heiligenhaus, 5fach

Geschäftsführer:
Dipl.-Geol. Thomas H. Bohn
Dipl.-Geol. R.-Jörg Eichler
Dipl.-Geol. Thomas Jahnke
Kaufrau Cornelia Jandausch-Rasche
Dipl.-Geol. Christian Wohkittel

Sitz Remscheid
Amtsgericht Wuppertal
HRB Nr. 9660
Commerzbank Wuppertal
BLZ 330 400 01
Konto 2 901 080 00


S CHENCK
C O. ENTENHAT
C ONTRAKTOREN
SGC**2002
SGU04002

1. Veranlassung/Allgemeines

Auftraggeber: Eheleute Sievers
Parkstraße 34a
42579 Heiligenhaus

Auftragsdatum: 14.02.2008

Untersuchtes Grundstück: Heiligenhaus
Parkstraße 34a/Nordring

Grundstücksbezeichnung: Gemarkung Hetterscheidt
Flur 1
Flurstück 1735/1736

Eigentümer: Sievers

Datum der Geländeuntersuchung: 10.03.2008

Auf dem o. g. Grundstück soll das bestehende Einfamilienhaus zurückgebaut und stattdessen mehrere Einfamilien- und Doppelhäuser errichtet werden. Das Büro Fülling Beratende Geologen GmbH wurde beauftragt, zu prüfen, ob das Regenwasser von den Dachflächen der geplanten Häuser versickert werden kann.

Für die Untersuchung standen zur Verfügung:

- 2 Versickerungsversuche
- 6 Schlitzsondierungen (Rammbohrungen) bis 3,6 m Tiefe (siehe die Anlagen)

Ein tieferes Sondieren war wegen der Steine bzw. des Fels nicht möglich und auch nicht erforderlich, da die tieferen Schichten ausreichend genau bekannt sind.

- Geol. Karte v. Preußen etc., 1 : 25.000, Bl. Kettwig, Berlin 1929
- Bodenkarte v. NW, 1 : 50.000, Bl. Düsseldorf, Krefeld 1978

2. Bodenaufbau

Das für die Versickerung vorgesehene Gelände liegt an einem schwach geneigten Oberhang und ist durch Abtrag und Anschüttung terrassiert.

Die Sondierungen weisen folgende Bodenprofile auf:

Sondierung So 4

(südöstlicher Teil des Bebauungsgebiets)

- 0,55 m: Grasnarbe und Mutterboden (angeschüttet),
- 1,55 m (Endtiefe) und tiefer: Steine und sandiger Schluff (verlehmter Hangschutt), braun, gelb, grau, fleckig (pseudovergleyt), Großporen, belüftet, mäßig wasserdurchlässig, von 1,0 - 1,5 m Tiefe sehr feucht bis naß,
- 2,3 m (Endtiefe) und tiefer: Obere tonig zersetzte Gebirgszone = Steine, deren Zwischenräume bzw. Trennfugen zum größten Teil mit schluffigem Ton gefüllt sind, gering wasserdurchlässig.

Diese Zone geht in ca. 2,5 - 3,0 m in das wenig gelockerte bis frische Gebirge (Kohlenkalk (Etroeungt-Stufe) - Unterkarbon = toniger Schluffstein), gering wasserdurchlässig, über.

Sondierung So 5

(südlicher Teil des Bebauungsgebiets)

- 0,2 m: Grasnarbe und Mutterboden (angeschüttet),
- 1,6 m: Anschüttung aus Lehm und Steinen (umgelagerter Boden), braun, grau, fleckig (pseudovergleyt), mäßig bis gering wasserdurchlässig, von 1,0 - 1,6 m Tiefe sehr feucht bis naß,
- 1,7 m: Steine und sandiger Schluff (verlehmteter Hangschutt), braun, gelb, grau, fleckig, (pseudovergleyt), Großsporen, belüftet, mäßig wasserdurchlässig, sehr feucht bis naß,
- 2,2 m (Endtiefe) und tiefer: Obere tonig zersetzte Gebirgszone = Steine, deren Zwischenräume bzw. Trennfugen zum größten Teil mit schluffigem Ton gefüllt sind, gering wasserdurchlässig.

Diese Zone geht in ca. 2,5 - 3,0 m in das wenig gelockerte bis frische Gebirge (Kohlenkalk (Etroeungt-Stufe) - Unterkarbon = toniger Schluffstein und Tonstein), gering wasserdurchlässig, über.

Sondierung So 6

(südlicher Teil des Bebauungsgebiets)

- 0,2 m: Grasnarbe und Mutterboden (Oberboden),
- 0,5 m: Schluff, schwach steinig, schwach tonig, schwach sandig (Lößfließerde und Hanglehm), gelbbraun, durchwurzelt, Großsporen, belüftet, mäßig wasserdurchlässig,
- 1,65 m: Steine und sandiger Schluff (verlehmteter Hangschutt), braun, gelb, grau, fleckig (pseudovergleyt), Großsporen, belüftet, mäßig wasserdurchlässig, an der Basis naß,

- 2,5 m: Schluff, steinig, stark feinsandig (Verwitterungslehm), braun, grau, fleckig (pseudovergleyt), dicht gelagert, gering wasserdurchlässig, naß,
- 2,7 m (Endtiefe) und tiefer: Obere tonig zersetzte Gebirgszone = Steine, deren Zwischenräume bzw. Trennfugen zum größten Teil mit schluffigem Ton gefüllt sind, gering wasserdurchlässig.

Diese Zone geht in ca. 3 - 3,5 m in das wenig gelockerte bis frische Gebirge (Kohlenkalk (Etroeungt-Stufe) - Unterkarbon = toniger Schluffstein), gering wasserdurchlässig, über.

Sondierung So 7

(südwestlicher Teil des Bebauungsgebiets)

- 1,55 m: Anschüttung aus Lehm und Steinen (umgelagerter Boden), braun, lagenweise verdichtet, mäßig bis gering wasserdurchlässig,
- 2,0 m: Schluff, schwach steinig, schwach tonig, schwach sandig (steiniger Lehm - Lößfließerde und Hanglehm), braun, gelb, mäßig bis gering wasserdurchlässig,
- 3,0 m: Steine und sandiger Schluff (verlehmteter Hangschutt), braun, gelb, grau, fleckig (pseudovergleyt), Großporen, belüftet, mäßig wasserdurchlässig, von 2,5 - 3,0 m Tiefe sehr feucht bis naß,
- 3,6 m (Endtiefe) und tiefer: Obere tonig zersetzte Gebirgszone = Steine, deren Zwischenräume bzw. Trennfugen zum größten Teil mit schluffigem Ton gefüllt sind, gering wasserdurchlässig.

Diese Zone geht in ca. 4 - 5 m in das wenig gelockerte bis frische Gebirge (Kohlenkalk (Etroeungt-Stufe) - Unterkarbon = toniger Schluffstein), gering wasserdurchlässig, über.

Sondierungen So 1 - So 3

(westlicher und nördlicher Teil des Bebauungsgebiets)

- 0,3 - 0,4 m: Grasnarbe und Mutterboden (z. T. angeschüttet),
- 0,7 - 1,2 m: Schluff, schwach steinig, schwach tonig, schwach sandig (Lößfließerde und Hanglehm), gelbbraun, gut durchwurzelt, viele Großporen, gut belüftet, mäßig wasserdurchlässig,
- 1,7 - 2,1 m: Steine und sandiger Schluff (verlehmteter Hangschutt), braun, gelb, Großporen, belüftet, gut bis mäßig wasserdurchlässig,
- 3,1 m (Endtiefe) und tiefer: Obere stark gelockerte und verwitterte Gebirgszone = Steine, deren Zwischenräume bzw. Trennfugen zum Teil mit Lehm (Schluff, sandig) gefüllt sind, mäßig wasserdurchlässig.

Diese Zone geht in ca. 3,5 - 4,0 m in das wenig gelockerte bis frische Gebirge (Kohlenkalk (Etroeungt-Stufe) - Unterkarbon = sandiger Schluffstein), gering wasserdurchlässig, über.

3. Grundwasser

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen nicht angetroffen.

Es ist bei den örtlichen Verhältnissen erst in mehr als 6 - 8 m Tiefe im Fels (Kluftgrundwasser) zu erwarten.

In den Sondierungen So 4 - So 7, d. h. im südlichen Teil des Bebauungsgebiets, kommt es über dem tonig zersetzten Fels nach Regenfällen und Schneeschmelzen zu einem Sickerwasserstau (Haftwasser) (s. die Pseudovergleyung).

In den Sondierungen So 1 - So 3 sind diese Staunässehorizonte nicht vorhanden.

4. Versickerung

Die Bodenuntersuchungen zeigen, daß im südöstlichen, südlichen und südwestlichen Teil des Bebauungsgebiets, d. h. im Bereich der Sondierungen So 4 bis So 7, der verwitterte Fels als nur gering wasserdurchlässig einzustufen ist und sich darüber nach langanhaltenden Regenfällen zeitweise eingesickertes Regenwasser staut.

Zur Überprüfung der Durchlässigkeit wurde unmittelbar neben der Sondierung So 6 der **Versickerungsversuch VS 1** in 1,9 - 2,2 m Tiefe, d. h. in dem dicht gelagerten Verwitterungslehm, durchgeführt. Der k_f -Wert wurde mit 9×10^{-7} m/s ermittelt (s. Anl. 5). Dies entspricht einer schlechten Durchlässigkeit.

Eine dauerhafte und schadensfreie Versickerung von Regenwasser in Sickergräben (= Rigolen) ist nicht möglich.

Auch das Anlegen von Sickermulden ist hier problematisch, da das Gelände in Richtung Süden ansteigt und das Regenwasser von den Dachflächen der geplanten Häuser nicht im freien Gefälle in die Mulden abfließen kann.

Außerdem ist im Bereich von Sondierung So 7, d. h. im südwestlichen Teil des Bebauungsgebiets, eine bis zu 3,5 m hohe Böschung vorhanden. Wenn oberhalb davon Regenwasser versickert wird, muß damit gerechnet werden, daß im Böschungsbereich bzw. am Böschungsfuß Wasser austritt und die Böschung mit der Zeit instabil wird.

Das Regenwasser von den Dachflächen der geplanten Häuser in diesem Teil des Bebauungsgebiets muß daher in die Kanalisation abgeleitet werden.

Die Untersuchungen im Bereich der Sondierungen So 1 - So 3, d. h. im westlichen und nördlichen Teil des Bebauungsgebiets zeigen, daß hier eine Versickerung von Regenwasser in Sickergräben möglich ist.

Es muß hier aber darauf geachtet werden, daß vor allem im Bereich der Häuser entlang der Nordgrenze des Bebauungsgebiets (Bereich Sondierungen So 2 und So 3) nur wenig Platz für den Bau von Versickerungsanlagen vorhanden ist.

Wenn die hier geplanten Gebäude unterkellert werden, müssen die Keller druckwasserdicht ausgebildet werden, da sonst die erforderlichen Abstände zu Grundstücksgrenzen von 2 m und zu nicht druckwasserdichten Kellern von 6 m nicht eingehalten werden können. Wenn hier Sickergräben angelegt werden, ist eine Detailplanung erforderlich.

Im folgenden wird für den nördlichen und westlichen Bereich des Bebauungsplan-gebiets beispielhaft ein Sickergraben für eine befestigte Einheitsfläche von 150 m² berechnet.

Die folgenden Angaben gelten nur für den Bereich bei Sondierung So 1 - So 3.

Zur Berechnung der Sickeranlage werden folgende Werte eingesetzt:

- Berechnungsregen: $r_{T(n)} = 125 \text{ l/sec x ha}$ bei 15 Min. Dauer und einer fünfjähri-gen Überschreitung ($r_{15(0,2)}$), d. h. = **ca. 220 l/s x ha** bei 15 Min. Dauer
- Befestigte Fläche: nicht bekannt;
als **Einheit** für die Berechnung werden **150 m²** angesetzt
- Beiwert: **1**
- Wassermenge bei einem Berechnungsregen:
ca. 3.000 l = ca. 3,0 m³ (je Einheitsfläche von 150 m²)
- Versickerungsfähige Bodenschicht:
von 1,0 m bis 2,5 m Tiefe unter dem jetzigen Gelände
- nutzbare Wandhöhe: **1,5 m**
- Bei dem Versickerungsversuch (VS 2) zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens wurde in der hier relevanten Bodenzone eine Durchlässigkeit $k_f = \text{ca. } 9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ gemessen (s. Anl. 5).

Um die bei den hier vorliegenden Boden- und Felszonen wechselnden Lagerungsdichten, die beim Einstau langfristig eintretenden Verschlämmungen und die Struktur-/Texturveränderungen zu berücksichtigen, wird der im Versickerungsversuch ermittelte k_f -Wert auf 5×10^{-5} m/s reduziert.

Dieser Wert ist in die Formel der DWA A 138 einzusetzen.

Bei der Berechnung des Sickergrabens (Rigole) entsprechend dem DWA Arbeitsblatt A 138 ergibt sich, wenn die o. g. Werte entsprechend eingesetzt werden, eine Länge von 5,0 m (je Einheitsfläche von 150 m²) (s. Anl. 4).

Der Sickergraben (= Rohr-Rigole) muß folgende Abmessungen erhalten:

Tiefe T = 2,5 m (gerechnet von der jetzigen Geländeoberfläche)

Breite B = 1,6 m

Länge L = 5,0 m (je Einheitsfläche von 150 m²)

- Auffüllung des Sickergrabens

(außerhalb des Betonschachtes):

- von der Sohle bis 0,7 m unter das jetzige Gelände (H/h)
mit Feinkies, Körnung 8/16 oder 8/32, doppelt gewaschen,
- darüber ein Vlies,
- darüber steiniger Lehm, Felsbruch, Mutterboden, Oberflächenbefestigung o. ä.

Der tiefste Wasserzulauf in den Einlaufschacht darf nicht tiefer als $t = 0,7$ m unter dem jetzigen Gelände liegen.

Ist ein tieferer Zulauf unumgänglich, muß der Sickergraben eine andere Auslegung erhalten.

Das Gesamt-Volumen des Sickergrabens = Rigole unterhalb des Einlaufs beträgt ca. 12 m³.

Bei einem Porenraum der Kiesschüttung von ca. 30 % beträgt das Speichervolumen **ca. 3,6 m³** (je Einheitsfläche von 150 m²).

Dieser Wert liegt über der oben angesetzten Regenmenge von 3,0 m³.

Ist die befestigte Fläche größer, muß die Sickeranlage entsprechend vergrößert werden.

Der Sickergraben ist hangparallel, d. h. quer zur Hangneigung anzulegen.

Damit Staub, Laub u. ä. vor Einleitung des Regenwassers in den Sickergraben abgefiltert werden, muß ein geschlossener Schacht als Kontrollschacht und Schlammfang eingebaut werden. Aus diesem ist ein Dränagerohr (PVC DN 200, Schlitzweite 1,5 - 2 mm) bis zum Ende bzw. bis zu den Enden des Grabens, ca. 0,1 m unter der Oberfläche der Kiesschüttung zu verlegen (s. Anl. 3).

Der Schlammfang muß für eine Einheitsfläche von 150 m² ein nutzbares Volumen unter dem Ablauf von mind. 1,0 m³ und eine Tiefe unter dem Ablauf von mind. 1,5 m aufweisen.

5. Verschiedenes

Die Angaben zu den Höhen und Tiefen beziehen sich, wenn nicht ausdrücklich anders angegeben, auf die Oberfläche des Geländes bei der Untersuchung im vorgesehenen oder vorgeschlagenen Bereich der Sickeranlage. Soll die Oberfläche verändert werden, dürfen sich die im Gutachten angegebenen Höhen und Tiefen der Sickeranlage aber nicht entsprechend verschieben, da sonst andere Bodenzonen angeschnitten werden, in denen eine Versickerung evtl. nicht oder nicht ausreichend möglich ist. Ist aber eine Veränderung, insbesondere auch bei der angegebenen Einlauftiefe, erforderlich, ist eine andere Dimensionierung der Sickeranlage erforderlich.

Werden im Bereich der Sondierungen So 1 - So 3 Sickergräben angelegt, ist eine Kontrolle beim Bau der Sickeranlagen erforderlich, da die Oberfläche des festen, nur gering wasserdurchlässigen Fels sehr unregelmäßig sein kann.

Bei dem hier anstehenden lehmigen Boden sind die Wandflächen der Sickeranlage vor dem Kieseinbau gut aufzurauhen.

Eine Beeinträchtigung der Nachbargrundstücke oder Nachbargebäude ist nicht gegeben. Ein oberflächiger Wasseraustritt ist nicht zu erwarten.

Von Kellern, die nicht abgedichtet sind bzw. keine rückstaufreie Dränage aufweisen und deren Sohlen tiefer liegen als die Zuläufe in die Sickeranlage, muß ein Abstand von mind. 6 m eingehalten werden, damit kein Sickerwasser in die Keller gelangt.

In tiefreichende Verbindungsgräben müssen Lehmsperren eingebaut werden, damit kein Durchfluß durch die Grabenverfüllungen erfolgt.

Vorgereinigtes Abwasser darf nicht in diese Anlage eingeleitet werden.

Die Bodenschicht zwischen der Sohle der Sickeranlage und dem Grundwasser (= **Sohlabstand**) ist mehr als 1,0 m mächtig (siehe RdErl. v. 18.05.1998).

Soll eine Dränage angeschlossen werden, darf deren Einlauf nicht tiefer als der Einlauf des Wassers von den befestigten Flächen liegen. Wird das Dränagewasser tiefer eingeleitet, besteht die Gefahr, daß Wasser aus dem Sickergraben in die Dränage läuft.

Eine genaue höhenmäßige Überprüfung ist erforderlich. Ggf. muß das Wasser aus der Dränage mit einer Pumpe angehoben und dann in die Sickeranlage eingeleitet werden.

Der Abstand zwischen der Dränage und der Sickeranlage sollte in diesem Fall mindestens 6, möglichst aber 8 - 10 m betragen.

Werden die Sickeranlagen vor oder während der Bauarbeiten erstellt, muß unbedingt dafür gesorgt werden, daß kein Zement, Schlamm, Trübstoffe o. ä. mit dem Wasser in die Anlage laufen, da diese sonst verstopft. Sinnvoll ist, jeglichen Abfluß in die Sickeranlage während der Bauzeit zu vermeiden.

Dachflächen dürfen erst dann angeschlossen werden, wenn sichergestellt ist, daß nur das Wasser hiervon in die Sickeranlage einläuft. Werden auch Wässer von Hofflächen eingeleitet, muß der Hof vollständig befestigt und gereinigt sein und es muß sichergestellt sein, daß kein Bodenmaterial von Böschungen, Pflanzbeeten o. ä. in die Hofeinläufe und damit in die Anlage gelangt. Hofeinläufe müssen Schlammfänge aufweisen, die ständig zu reinigen sind.

Ablagerungen im Schlammfang der Sickeranlage müssen, vor allem nach der Bauzeit, ständig beseitigt werden, da der Schlamm sonst durch die Dränleitung in den Kies gelangt und die Anlage verstopft.

Auch nach Fertigstellung des Bauwerks sind der Betonschacht und andere Auffangbehälter mind. jährlich, möglichst nach dem Laubabwurf, zu reinigen.

6. Altablagerungen/Altlasten

Im Bereich der Sondierungen So 1 - So 3 wurde nur natürlich gelagerter Boden angetroffen. Altablagerungen/Altlasten sind hier auch nicht zu erwarten.

FÜLLING Beratende Geologen GmbH
Büro für Umweltgeologie



Anlage 1: Lageplan mit Bodenprofilen

Anlage 3: Prinzipskizze Sickergraben (= Rigole) für Regenwasser

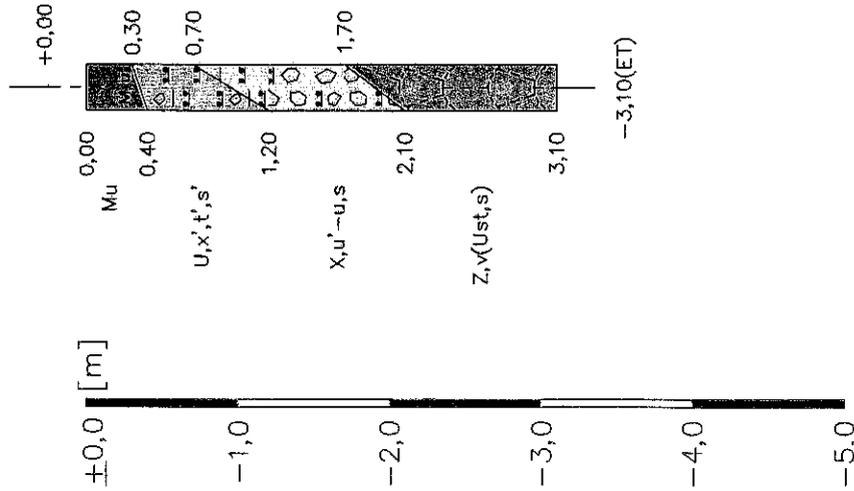
Anlage 4: Berechnung der Sickeranlage nach DWA A 138

Anlage 5: Auswertung des Sickerversuchs

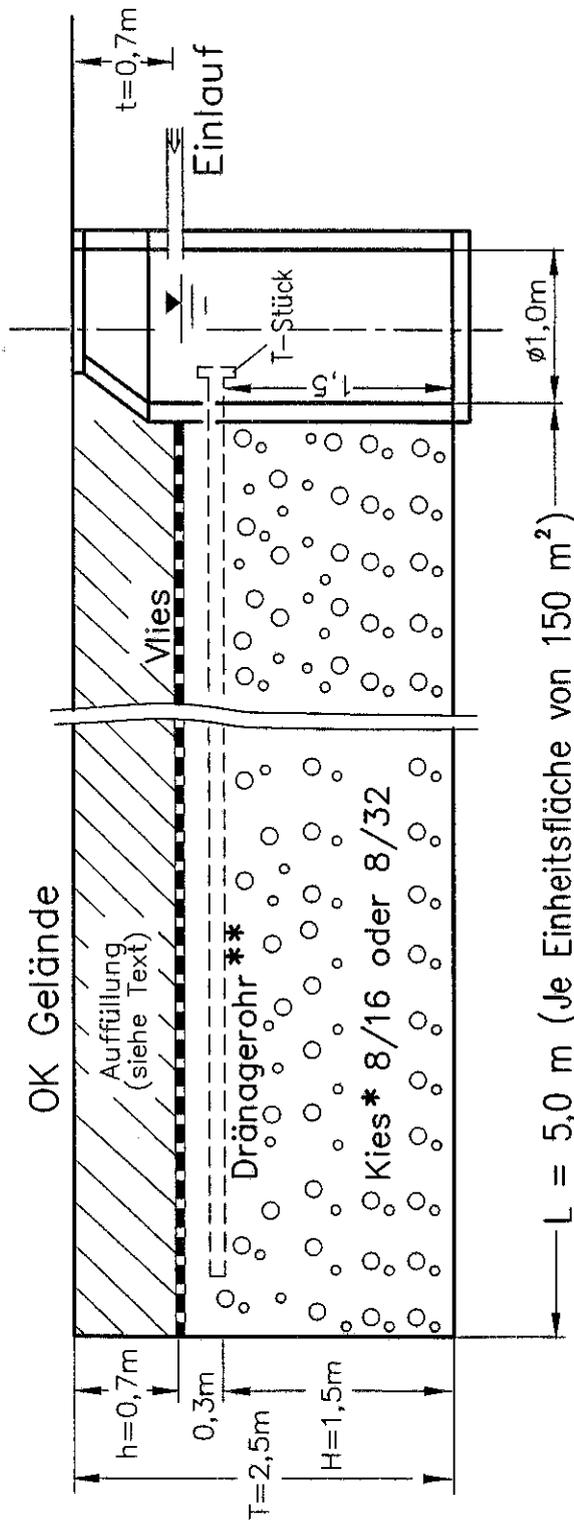
Regenwasser-Sickergraben/Rigole

Skizze

So1-So3



Schlammfang
(geschlossener Schacht)



BÜLLING

BÜRO FÜR
Umweltgeologie

Beratende Geologen GmbH In der Krim 42, 42369 Wuppertal

Projekt-Nr.: V08 022

Bearbeiter: fü/kd

Datum:
März 2007

Bebauungsgebiet

Parkstraße 34a/Nordring

Heiligenhaus

Maßstab:
-

Anlage: **3**

Prinzipskizze

Diese Zeichnung wurde mit Hilfe von AutoCAD erstellt.

Breite des Sickergrabens: 1,6 m

* Kies ohne Sand,
doppelt gewaschen

** Dränagerohr DN200 aus PVC hart oder PE-HD
Schlitzweite mind. 1,5 mm, T-Stücke im Schacht

Anlage 4

Grundstück Parkstraße 34a/ Nordring, Heiligenhaus

ROHR-RIGOLENVERSICKERUNG

Berechnung nach DWA A 138, Januar 2002

Eingangsdaten:

A _u	=		150	m ²
k _f	=	5 ·	10 ⁻⁵	m/s
b _r	=		1,6	m
h	=		1,5	m
d _i	=		0,2	m
d _a	=		0,21	m
S _R	=		0,35	
f _z	=		1,2	

Regenreihe

Heiligenhaus Walkmühle

D [min]	R _{D(0,2)} [l/(s·ha)]	L in m
5	416,8	2,6
10	293,4	3,5
15	228,9	4,0
20	189,2	4,3
30	142,8	4,7
45	106,7	4,9
60	85,9	5,0
90	62,8	4,9
120	50,0	4,7
180	34,6	4,2
240	26,7	3,7
360	18,6	3,0
540	13,0	2,4
720	10,1	2,0
1080	7,1	1,5
1440	5,5	1,2
2880	3,8	0,9
4320	2,9	0,7

Gesamtspeicherkoeffizient für die Rohrrigole

$$s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h} \cdot \left[b_R \cdot h + \frac{\pi \cdot d^2}{4} \left(\frac{1}{s_R} - 1 \right) \right]$$

$$s_{RR} = \underline{\underline{0,36}} \quad (\text{vereinfacht})$$

Länge

$$L = \frac{A_U \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

$$L = \frac{0,000015 \cdot r_{D(0,2)}}{\frac{0,0120}{D} + 0,00006}$$

$$L = \underline{\underline{5,0}}$$

U. de la Haye
Domhofstr. 26
53179 Bonn, den
10.03.2008

An die
Fa. Füllung Beratende Geologen GmbH
z.H. Herrn Pruggmayer-Blondrath
Birker Weg 5
42899 Remscheid

Auftrag: Vo8022; Versickerungsversuche vom 10.03.2008

Anschrift: RV
Parkstr. 34 a
Heiligenhaus

Gemarkung:
Flur:
Flurstück:

Höhe: s. Nivellement
Lage: s. Lageplan
Methode: USBR-Versuch

Ergebnisse:

Versuch 1: 9 x 10 exp. -7 m/s
Tiefe: 1,90- 2,20 m unter GOF
Bodenart: U, stark fs, x

Versuch 2: 9 x 10 exp. -5 m/s
Tiefe: 1,00 - 1,85 m unter GOF
Bodenart: X, u

Versuch 1:**Bodenaufbau:**

- 0,20 Mu
- 0,50 U. fs', t' - t, x
- 1,70 X, u' - u
- 2,30+ U, stark fs, x (naß)

Versuchsaufbau:

Bohrlochtiefe: 220 cm (unter GOF)
 Bohrlochdurchmesser: 7 cm
 Abdichtung: 190 cm (unter GOF)
 Wasserstand: 40 cm (über GOF)

Auswertung Versuch 1:

H= 260 cm r= 3,5 cm
 A= 30 cm
 V= 1500 ccm t= 480 Sek.
 Q= 3,13 ccm/s Cu ca. 38

nach Formel:

$$k = Q / C_u \times r \times H$$

$$k = 3,125 / 38 \times 3,5 \times 260 = 9,0 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s} = 9,0 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

Versuch 2:

Bodenaufbau:

- 0,20 Mu
- 0,90 U. fs', t' - t, x
- 1,85+ X, u'

Versuchsaufbau:

- Bohrlochtiefe: 185 cm (unter GOF)
- Bohrlochdurchmesser: 3,6 cm
- Abdichtung: 100 cm (unter GOF)
- Wasserstand: 50 cm (über GOF)

Auswertung Versuch 2:

- H= 235 cm r= 1,8 cm
- A= 85 cm
- V= 1500 ccm t= 4 Sek.
- Q= 375 ccm/s Cu ca. 100

nach Formel:

$$k = Q / C_u \times r \times H$$

$$k = 375 / 100 \times 1,8 \times 235 = 8,9 * 10 \text{ exp. } -3 \text{ cm/s} = 8,9 * 10 \text{ exp. } -5 \text{ m/s}$$