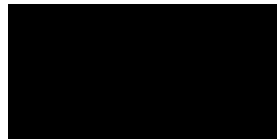


Gutachten über die Möglichkeit zur
Versickerung von Niederschlagsabflüssen
für das B-Plangebiet 631 in der Flurstraße
in Remscheid

Auftraggeber:



Bearbeiter:

Geologisches Büro Slach GmbH
Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268 / 901173
Fax: 02268 / 901174

Erstellt im:

September 2011

Auftrags-Nr.:

11-4048

Exemplar:

1 von 2

1. Auftrag und Aufgabenstellung

Die Geologisches Büro Slach GmbH wurde von [REDACTED] in 42859 Remscheid, mit hydrogeologischen Untersuchungen für das B-Plangebiet 631 in der Flurstraße in Remscheid beauftragt.

Die hydrogeologischen Untersuchungen sollen klären, ob die Untergrundbedingungen auf der nördlichen Hälfte der B-Planfläche bzw. auf der sich nördlich der B-Plangebietes anschließenden Grünfläche eine nachteilsfreie Versickerung von Niederschlagsabflüssen zulassen.

2. Untersuchungsobjekt und Planungen

Untersuchungsobjekt

Das ca. 1,5 ha große B-Plangebiet befindet sich im Stadtzentrum von Remscheid. Das B-Plangebiet grenzt im Süden, Westen und Osten an die Wohnbebauung der Flurstraße. Die Flurstraße endet an der westlichen und östlichen Grenze des B-Plangebietes jeweils als Wendehammer. In nördliche Richtung folgt Grünland.

Das B-Plangebiet liegt topographisch betrachtet an einem nach Norden einfallenden Hang. Der maximale Höhenunterschied im B-Plangebiet beträgt ca. 10 m. Unmittelbar nordwestlich des B-Plangebietes ist ein nach Nordwesten geöffneter Siefen ausgebildet, der weiter nördlich in den nach Südwesten strömenden Lohbach mündet.

Im südlichen Teil des B-Plangebietes befindet sich ein landwirtschaftliches Anwesen mit Wohnhaus und mehreren Stallungen. Im westlichen Bereich des B-Plangebietes existiert das Wohnhaus Flurstraße 49. Ansonsten wird das B-Plangebiet von Grünland eingenommen durch das ein Feldweg verläuft.

Das Grundstück liegt außerhalb einer festgesetzten Wasserschutzzone.

Planungen:

Die Planungen sehen den Rückbau des landwirtschaftlichen Anwesens vor.

Für die Erschließung des B-Plangebietes werden mehrere Varianten diskutiert. Allen Varianten gemein ist, dass für die Erschließung keine große Bodenbewegung geplant ist, wie z.B. eine Terrassierung des Geländes mit bergseitigem Bodenabtrag und talseitigem Bodenauftrag.

Die Befestigungsoberkante der zukünftigen Erschließung ist auf einer Kote von 293 m NN vorgesehen. Für die Wohnbebauung nördlich (also talseits) der Erschließungsstraße wird eine Versickerung angestrebt, die entweder auf den einzelnen Grundstücken selbst oder auf der Grünlandfläche nordwestlich (talseits) des B-Plangebietes erfolgt. Nach Möglichkeit soll das Niederschlagswasser der ersten nördlichen (talseits) Baureihe der Kanalisation zugeführt werden, ebenso die Niederschlagsabflüsse der übrigen Wohnbebauung südlich (bergseits), sowie der Erschließungsstraße.

Eine Übersicht des B-Plangebietes kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

3. Methodik

Für die Erkundung des Untergrundes wurden am 8.9.2011 folgende Arbeiten im Gelände durchgeführt:

- Abteufen von vier Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 4) bis maximal 1,5 m unter Geländeoberkante (GOK). Die Ansatzpunkte liegen in den Bereichen des B-Plangebietes, die für eine Versickerung der Niederschlagsabflüsse in Frage kommen.
- Durchführung je eines Versickerungsversuchs in den Bohrlöchern der Sondierungen KRB 1 bis KRB 4 zur Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit des Untergrundes.
- Durchführung je eines Versickerungsversuches in vier bauseits erstellen Baggerschurfen (Schurf 1 bis Schurf 4) zur genaueren Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit des Untergrundes. Die Baggerschurfe liegen auf der Grünfläche nördlich des Erschließungsgebietes.
- Einmaß der Bohrabsatzpunkte und der Schurfe nach Lage.

Die Lage der Bohrpunkte und der Schurfe finden sich im Lageplan in Anlage 1.

4. Ergebnisse der Geländearbeiten

Untergrundaufbau

Es wurde ein einheitlich dreischichtiger Untergrundaufbau bestehend aus Mutterboden/ Hangschutt/ Schluffstein angetroffen (siehe auch Bohrprofile in Anlage 2). Der Mutterboden ist 0,2 m mächtig. Der Hangschutt ist als schluffiger Kies ausgebildet. Er hält bis in Teufen zwischen 0,6 m und 1,4 m aus. Das unterste erbohrte Schichtglied ist das Grundgebirge in Form eines entfestigten Schluffsteins.

Untergrundwasser

Freies Untergrundwasser wurde bis zu den Bohrendteufen nicht erbohrt. Die angetroffenen Böden waren bergtrocken bis erdfeucht.

Hydraulische Leitfähigkeitsbestimmung

Die k_f -Werte repräsentieren die Durchlässigkeit der Bodenschichten unterhalb der Versuchsteufen. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt. Die Versuchsanordnungen sind in den Anlagen 3 und 4 aufgeführt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Durchlässigkeitsbestimmungen

Sondierung	Tiefe [m u. GOK]	Bodenschicht	K_f -Wert [m/s]
KRB 1	1,5	entfestigter Schluffstein	$2,9 \times 10^{-4}$
KRB 2	1,6	entfestigter Schluffstein	$1,2 \times 10^{-4}$
KRB 3	1,5	entfestigter Schluffstein	$2,2 \times 10^{-4}$
KRB 4	1,1	entfestigter Schluffstein	$1,8 \times 10^{-4}$
Schurf 1	1,7	entfestigter Schluffstein	$5,9 \times 10^{-4}$
Schurf 2	1,3	entfestigter Schluffstein	$3,4 \times 10^{-4}$
Schurf 3	1,2	entfestigter Schluffstein	$5,2 \times 10^{-4}$
Schurf 4	1,2	entfestigter Schluffstein	$5,7 \times 10^{-4}$

5. Bewertung der Ergebnisse und Empfehlungen

Für die Planung, den Bau und den Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind die Hinweise des Arbeitsblatts DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) zu beachten. In diesem Arbeitsblatt wird für dezentrale Versickerungsanlagen ein Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des Untergrundes im Bereich zwischen $5,0 \times 10^{-6}$ m/s und $5,0 \times 10^{-3}$ m/s gefordert. Für kombinierte Anlagen (Mulden-Rigolen-Anlage) gilt ein unterer Grenzwert von $1,0 \times 10^{-6}$ m/s.

Bedingt durch erhöhte Feinkornanteile ist für den **Hangschutt** von geringen hydraulischen Leitfähigkeiten auszugehen, die unterhalb der Durchlässigkeiten liegen, die von der DWA für Einzel- bzw. kombinierte Anlagen gefordert werden. Von einer Versickerung in diese Bodenschicht ist abzuraten.

Das flachgründig anstehende **entfestigte Grundgebirge** weist Durchlässigkeiten auf, die deutlich oberhalb des unteren Grenzwertes liegen, der von der DWA für Mulden-Rigolen-Anlagen bzw. für Rigolenanlagen angegeben wird. Der Grundwasserflurabstand kann mit deutlich > 5 m angenommen werden. Ein ausreichender Sickerraum von mindestens 1 m unterhalb einer Versickerungsanlage kann somit eingehalten werden. Eine Versickerung in diese Bodenschicht kann grundsätzlich befürwortet werden.

Auf Grundlage der vorangegangenen Beurteilung lässt sich folgende Empfehlung aussprechen:

- Im **B-Plangebiet** (gemeint ist die erste Baureihe südlich sowie die Bebauung nördlich der geplanten Erschließungsstraße) ist eine Versickerung der Niederschlagsabflüsse möglich. Die Versickerung kann mittels Rigolen-Anlage erfolgen. Voraussetzung für die Versickerung ist ein ausreichendes Platzangebot. So muss der Abstand von der Versickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen > 2 m betragen. Sofern die erdberührten Bauteile der künftigen Bebauung nicht wasserdruckhaltend ausgeführt werden, muss der Abstand zu Gebäuden mindestens dem 1,5 fachen der Einbindetiefe des Gebäudes in den Untergrund sein. Die Versickerungsanlagen sind grundsätzlich so zu positionieren, dass in Abstromrichtung (Richtung Tal) in einer Entfernung von 10 m kein Gebäude vorhanden ist. Für die Berechnung der Rigolen-Anlagen kann ein K_f -Wert von $1,0 \times 10^{-4}$ m/s zugrunde gelegt werden. Das auf den befestigten Zuwegungsflächen anfallende Niederschlagswasser kann über die belebte Bodenzone versickert werden. Dies sollte großflächig randlich der befestigten Flächen erfolgen. Die Verwendung von wasserdurchlässigem Ökopflaster wird empfohlen.
- Auf der **Grünlandfläche nördlich des B-Plangebietes** ist eine Versickerung der anfallenden Niederschlagsabflüsse (angeschlossene Fläche ca. 2600 m²) möglich. Die Versickerung der Niederschlagsabflüsse, die auf den Dachflächen anfallen können mittels Rigole versickert werden. Die Niederschlagsabflüsse der Privatstraße sollten über eine Mulden-Rigolen-Anlage versickert werden. Für die Berechnung der Rigolen-Anlage kann ein K_f -Wert von $2,0 \times 10^{-4}$ m/s zugrunde gelegt werden. Vor dem Hintergrund einer ausreichend langen Bodenpassage sollte bei Berechnung der Mulden-Rigolen-Anlage für die Muldensohle ein K_f -Wert von $1,0 \times 10^{-4}$ m/s gewählt werden.

6. Dimensionierung der Versickerungsanlage

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens stand noch nicht fest, welche Variante zur Erschließung des B-Plangebietes umgesetzt werden soll. Wie in Kapitel 2 beschrieben beträgt die gesamte angeschlossene Fläche ca. 2600 m². Der Anteil der Wohnbebauung an der angeschlossenen Fläche schwankt zwischen 1900 m² und 2500 m², der der Privatstraße zwischen 100 m² und 700 m².

Nachfolgend werden folgende Berechnungen durchgeführt:

- Berechnung einer Rigolen-Anlage (Rigole 1) für die Versickerung einer angeschlossenen Dachfläche von 100 m² auf dem B-Plangebiet.
- Berechnung einer Rigolen-Anlage (Rigole 2) für die Versickerung einer angeschlossenen Dachfläche von 1000 m² auf der Grünfläche nördlich des B-Plangebietes.
- Berechnung einer Mulden-Rigolen-Anlage für die Versickerung einer angeschlossenen Fläche für die Privatstraße von 350 m² auf der Grünfläche nördlich des B-Plangebietes. Die Rigolentiefe muss mindestens 0,5 m in das Grundgebirge einbinden.

Für die Bemaßung der Versickerungsanlagen zur Regenwasserversickerung wurde bei der Berechnung des Regenabflusses die KOSTRA-Tabelle für das Rasterfeld Spalte 12, Zeile 52 benutzt. Die Wiederkehrzeit T (in Jahren) wurde mit 5 angesetzt. Für Rigole 1 (Standort liegt im B-Plangebiet) sowie für die Mulden-Rigolen-Anlage (Standort liegt auf der Grünfläche nördlich des B-Plangebietes) wurde k_r-Wert von $1,0 \times 10^{-4}$ m/s angesetzt. Der k_r-Wert für die Rigole 2 (Standort liegt auf der Grünfläche nördlich des B-Plangebietes) beträgt $2,0 \times 10^{-4}$ m/s. Je nach tatsächlich angeschlossener Dachfläche können die entwässerungstechnischen Anlagen – bei Beibehaltung der Breite und Tiefe – linear verlängert bzw. verkürzt werden. Die mögliche Länge der jeweiligen Anlage wird dabei vom vorhandenen Platzangebot sowie von den topographischen Bedingungen bestimmt.

In der Tabelle 2 auf der nachfolgenden Seite ist die Bemaßung der Rohr-Rigole zusammengefasst.

Tabelle 2: Bemaßung der Rigolen-Anlagen

Standort	angeschlossene Fläche [m ²]	k _r -Wert [m/s]	Rigolentiefe (Kieskörper + Überdeckung) [m]	Länge x Sohlbreite [m]
Rigole 1 B-Plangebiet	100	$1,0 \times 10^{-4}$	2,0 (1,0 + 1,0)	3,6 x 1,5
Rigole 2 Grünfläche nördlich des B-Plangebietes	1000	$2,0 \times 10^{-4}$	2,3 (1,5 + 0,8)	21,1 x 1,5

Um die langfristige Funktionstüchtigkeit der Rigole zu gewährleisten, sollte der Kieskörper mit einem Geovlies abgedeckt werden. Auf diese Weise werden das Einschwemmen von Feinkornanteilen und eine damit verbundene Verminderung der Porosität vermieden. In den lang gestreckten Rigolenkörper ist zusätzlich ein perforiertes Rohr (DN 200 mm) zu verlegen, um einen gleichmäßigen Einstau zu ermöglichen. Um einen Eintrag von Schmutzfracht in die Rigole zu verhindern, ist ein Kontrollschacht mit Schlammfang vorzusehen.

In der Tabelle 3 ist die Bemaßung der Mulden-Rigole-Anlage zusammengefasst.

Tabelle 3: Bemessung der Mulden-Rigolen-Anlage

	angeschlossene Fläche A_u [m ²]	Boden-durchlässigkeit Muldensohle $k_{f,M}$ [m/s]	mittlere Versickerungsfläche $A_{s,M}$ [m ²]	erforderliches Speichevolumen V_M [m ³]	Einstauhöhe z_M [cm]
Mulde	350	$2,0 \times 10^{-4}$	13	3	23
		Boden-durchlässigkeit Untergrund k_f [m/s]	Rigolenhöhe h [m]	Rigolenbreite b [m]	Rigolenlänge l [m]
Rigole	350	$2,0 \times 10^{-4}$	1,0	2,0	6,5

Die Ergebnisse der vorangegangenen Berechnungen sind in der Anlage 4 dezidiert aufgeführt.

7. Resümee

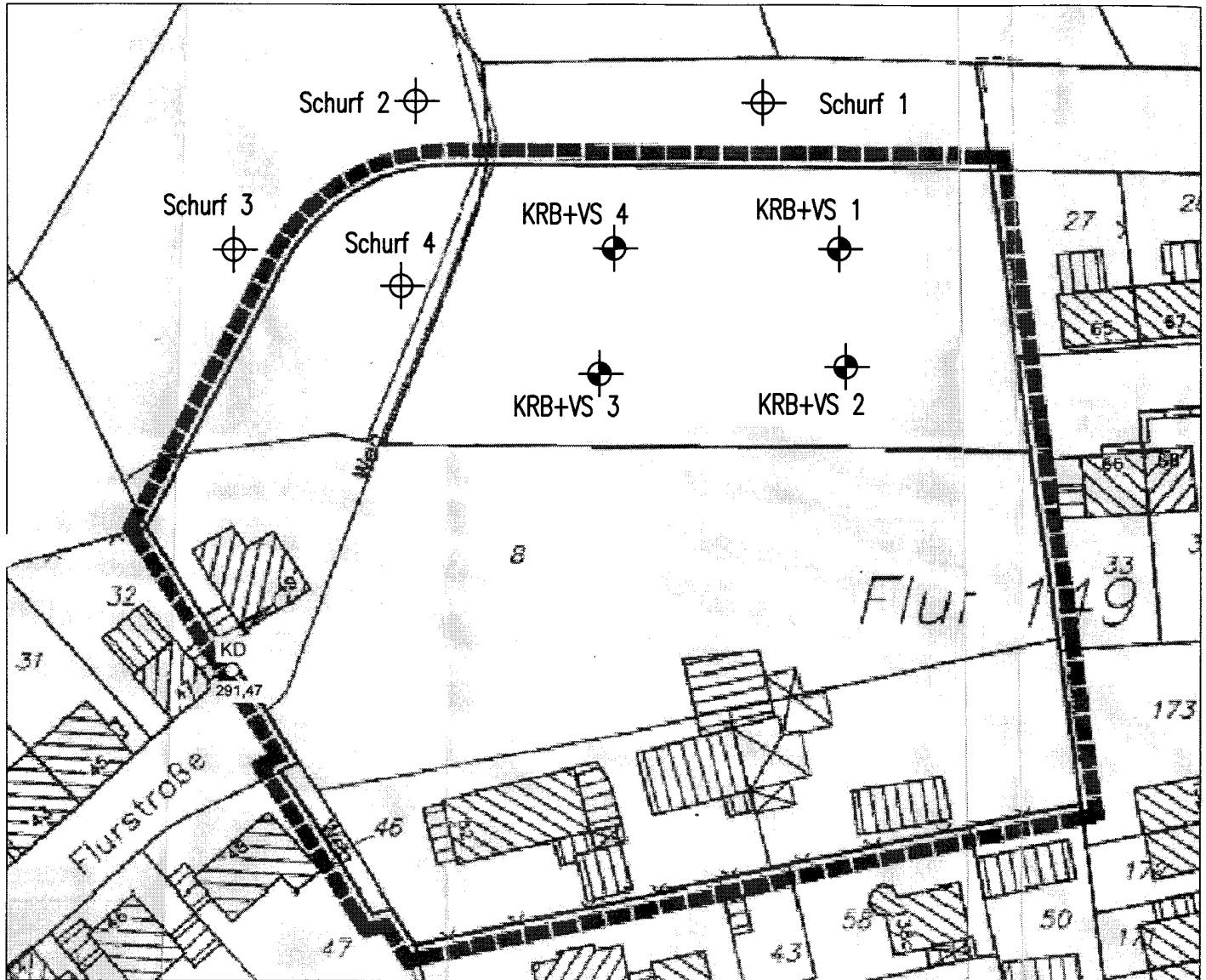
Die angetroffenen Bodenschichten und die hydrogeologischen Gegebenheiten lassen die Ableitung der anfallenden Niederschlagswässer im untersuchten Teil des B-Plangebietes sowie auf der Grünfläche nördlich des B-Plangebietes in der beschriebenen Form zu. Eine Gefährdung oder negative Beeinträchtigung von Grund- oder Oberflächenwasser ist bei einwandfreiem Betrieb der Anlage nicht zu besorgen.

Das Gutachten basiert auf den im Gelände ermittelten Befunden. Der in der Sondierung festgestellte Aufbau des Untergrundes wurde auf den gesamten Untersuchungsbereich extrapoliert. Dies muss nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen. Sollte während der Tiefbauarbeiten eine andere als in dem vorliegenden Gutachten aufgeführte Untergrundsituation angetroffen werden, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen, um weitere Empfehlungen einzuholen. Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Wipperfürth, den 21.09.2011
Geologisches Büro Slach GmbH

Dipl. Geologe Robert Slach

Anlage 1: Lageplan mit Eintrag der Bohr- und der Schurfansatzpunkte



Legende:



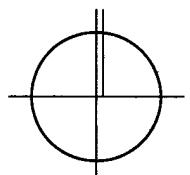
KRB+VS 1

Ansatzpunkt für Kleinrammbohrung
mit anschließendem Versickerungsversuch



Schurf 1

Ansatzpunkt für einen Schurf
mit anschließendem Versickerungsversuch



Auftraggeber:

Projekt: Hydrogeologische Untersuchungen für das "B-Plan Gebiet 631"
in der Flurstraße in Remscheid

Planinhalt: Lageplan mit Eintrag der Sondieransatzpunkte

bear./Dat.
mhc 08.09.2011

gepr./Datum

geändert/Datum

Maßstab:
ohne

Zeichnungsnr.
11-4048

Anlage Nummer
1

Geol. Büro Slach GmbH

Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268 / 901173
Fax: 02268 / 901174

Anlage 2: Bohrprofile

Anlage 3a und 3b: Dokumentation der Versickerungsversuche

Versickerungsversuche im Gelände (Open-End-Tests) zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Auftrag Nr.: 11-4048; [REDACTED]

Ort: BV B-Plangebiet 631; Flurstraße in Remscheid

Datum: 08.09.2011

Bohrung	T m	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m³/s	Kf m/s
KRB 1	1,5	25	0,50	1	1,20	2,0E-05	2,9E-04
KRB 2	1,6	25	0,90	2	1,80	1,5E-05	1,2E-04
KRB 3	1,5	25	1,00	2	3,60	3,0E-05	2,2E-04
KRB 4	1,1	25	0,60	3	2,67	1,5E-05	1,8E-04

T - Tiefe des Bohrloches

r - Brunnenradius, mm

h - Wasserstandshöhe, m

Q - Wasserzugabe in m³/s, zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Kf - Durchlässigkeitsbeiwert für die Bemessung der Versickerungsanlage, m/s

Versickerungsversuche im Gelände (Schurfversickerung) zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Auftrag Nr.: 11--4048; BV B-Plangebiet 631; Flurstraße Remscheid

Ort: Remscheid

Datum: 08.09.2011

Schurf	L x B m ²	S m	h m	Q m ³ /s	Kf,u m/s	Kf zur Bemessung m/s
Schurf 1	0,90	1	0,22	0,00065	1,2E-03	5,9E-04
Schurf 2	0,95	1	0,16	0,000375	6,8E-04	3,4E-04
Schurf 3	1,05	1	0,28	0,0007	1,0E-03	5,2E-04
Schurf 4	0,95	1	0,26	0,00068	1,1E-03	5,7E-04

L x B - Länge x Breite (Grundfläche) des Schurfs

S - Abstand zum Grundwasserspiegel, m (nicht genau bekannt mit > 1 m angenommen)

h - Wassersäule im Schurf, m

Q - Wasserzugabe in m³/s, zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Kf - Durchlässigkeitsbeiwert für die Bemessung der Versickerungsanlage, m/s

Anlage 4:

Dimensionierung der Versickerungsanlagen (Rigole 1 und Rigole 2) mit Prinzipskizze der Rohr-Rigolen-Versickerung

Berechnung einer Rohrrigole oder Rigole für das Rasterfeld: Spalte 12, Zeile 52

Angaben zur Rigole:

bR [m]	Rigolenbreite	1,5
h+ü [m]	gesamte Rigolenhöhe	2,0
h [m]	nutzbare Höhe der Rigole (Kieskörper)	1,0
ü [m]	Überdeckung	1,0
SR	Speicherkoefizient	0,35
d [m]	Rohrdurchmesser	0,2

Berechnung des Gesamtspeicherkoefizienten der Rigole:

SRR	Gesamtspeicherkoefizient der Rohrrigole	0,3636136
-----	---	-----------

Angaben zur Berechnung der Rigole:

Au [m²]	angeschlossene (undurchlässige) Fläche	100
kf [m/s]	Durchlässigkeitsbeiwert	0,0001
bR [m]	Rigolenbreite	1,5
h [m]	nutzbare Höhe der Rigole (Kieskörper)	1,0
SRR	Gesamtspeicherkoefizient der Rohrrigole	0,3636136
fZ	Zuschlagsfaktor	1,2

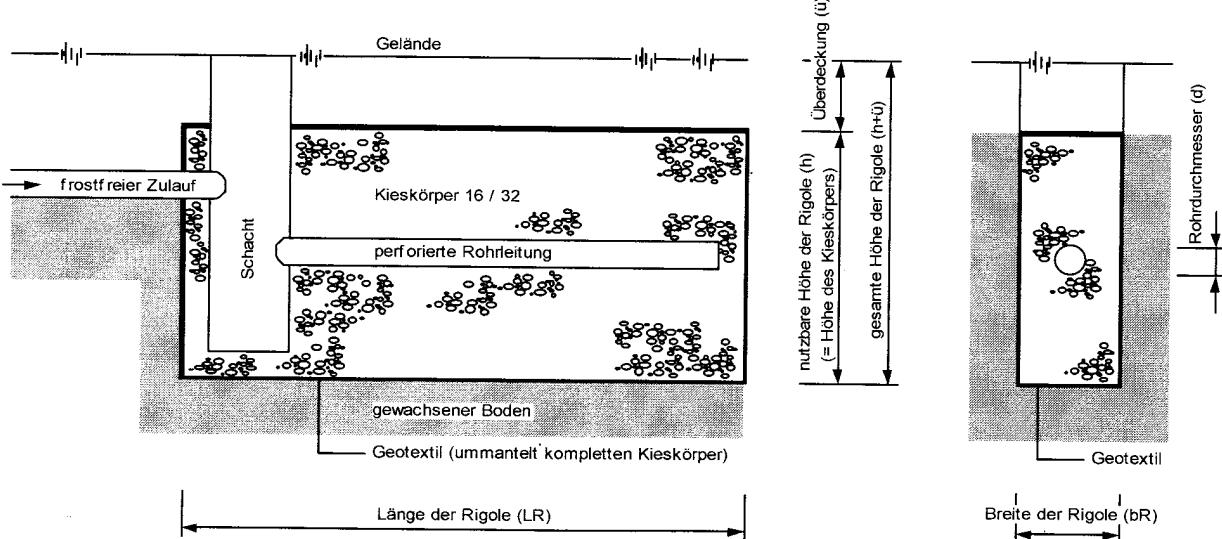
Berechnung der Rigole für das Rasterfeld:

Spalte 12, Zeile 52	
Niederschlagsdauer für das Rasterfeld:	Länge der Rohrrigole oder Rigole in Abhängigkeit der Niederschlagsspende
Spalte 12, Zeile 52	
10 min	3,11 m
20 min	3,47 m
30 min	3,57 m
45 min	3,56 m
60 min	3,47 m
90 min	3,08 m
120 min	2,78 m
180 min	2,32 m
240 min	2,01 m
360 min	1,60 m
540 min	1,25 m
720 min	1,04 m
1080 min	0,79 m
1440 min	0,67 m
2880 min	0,40 m
4320 min	0,30 m

Für die Rohrrigole oder Rigole ergeben sich somit folgende Abmessungen:

LR	Länge der Rigole	in m	3,6
bR	Breite der Rigole	in m	1,5
h	nutzbare Höhe der Rigole	in m	1,0
h+ü	gesamte Rigolenhöhe	in m	2,0
ü	Überdeckung	in m	1,0
d	Rohrdurchmesser	in m	0,2

Schemaskizze der Rohrrigole:



Berechnung einer Rohrrigole oder Rigole für das Rasterfeld: Spalte 12, Zeile 52

Angaben zur Rigole:

bR [m]	Rigolenbreite	2,3
h+ü [m]	gesamte Rigolenhöhe	2,3
h [m]	nutzbare Höhe der Rigole (Kieskörper)	1,5
ü [m]	Überdeckung	0,8
SR	Speicherkoefizient	0,33
d [m]	Rohrdurchmesser	0,2

Berechnung des Gesamtspeicherkoefizienten der Rigole:

SRR	Gesamtspeicherkoefizient der Rohrrigole	0,359075733
-----	---	-------------

Angaben zur Berechnung der Rigole:

Au [m ²]	angeschlossene (undurchlässige) Fläche	1000
kf [m/s]	Durchlässigkeitsbeiwert	0,0002
bR [m]	Rigolenbreite	1,5
h [m]	nutzbare Höhe der Rigole (Kieskörper)	1,5
SRR	Gesamtspeicherkoefizient der Rohrrigole	0,359075733
fZ	Zuschlagsfaktor	1,2

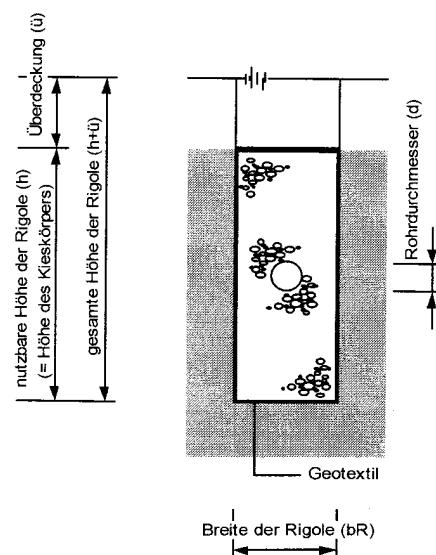
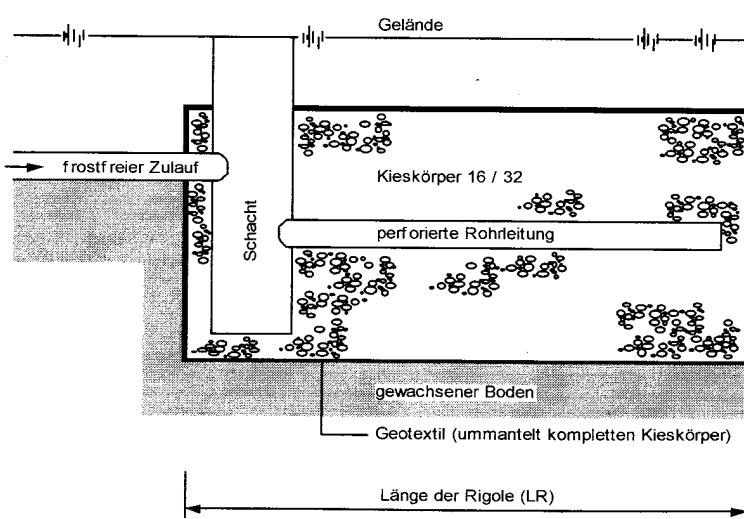
Berechnung der Rigole für das Rasterfeld:

Spalte 12, Zeile 52	
Niederschlagsdauer für das Rasterfeld:	Länge der Rohrrigole oder Rigole in Abhängigkeit der Niederschlagsspende
Spalte 12, Zeile 52	
10 min	19,81 m
20 min	21,14 m
30 min	21,03 m
45 min	20,13 m
60 min	19,05 m
90 min	16,24 m
120 min	14,22 m
180 min	11,48 m
240 min	9,71 m
360 min	7,57 m
540 min	5,82 m
720 min	4,78 m
1080 min	3,61 m
1440 min	3,01 m
2880 min	1,79 m
4320 min	1,36 m

Für die Rohrrigole oder Rigole ergeben sich somit folgende Abmessungen:

LR	Länge der Rigole	in m	21,1
bR	Breite der Rigole	in m	1,5
h	nutzbare Höhe der Rigole	in m	1,5
h+ü	gesamte Rigolenhöhe	in m	2,3
ü	Überdeckung	in m	0,8
d	Rohrdurchmesser	in m	0,2

Schemaskizze der Rohrrigole:



Anlage 4: Dimensionierung der Versickerungsanlage (Mulden-Rigole)

Arbeitsblatt DWA-A 138

Seite 1



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Geologisches Büro Slach GmbH

Felderweg 12
51688 Wipperfürth

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Lizenznr.: 400-0706-0040

Projekt

Bezeichnung:	B-Plangebiet 631 Flurstraße in Remscheid	Datum: 8.9.2011
Bearbeiter:		
Bemerkung:		

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	350,00	0,90	315,00	Privatstraße
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	350,00	0,90	315,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

**Projekt**

Bezeichnung: B-Plangebiet 631 Flurstraße in Remscheid Datum: 8.9.2011
Bearbeiter:
Bemerkung:

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	315 m ²
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Remscheid
	n_M	0,2 1/a
	n_R	0,2 1/a

Muldenparameter:

Tiefe der Mulde	t	0,20 m
Volumen der Mulde	V_M	3,0 m ³

Rigolenparameter:

Höhe der Rigole	h_R	1,0 m
Breite der Rigole	b_R	2,0 m
Speicherkoefizient des Füllmaterials	s_R	0,35
Innendurchmesser des Rohres	d_i	--- m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	--- m
mittlerer Drosselabfluss	Q_Dr	--- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,R	0,0001 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes**1. Bemessung Mulde**

Speichervolumen der Mulde (vorgegeben)

 $V_M = 3,0 \text{ m}^3$



Projekt

Bezeichnung:

B-Plangebiet 631 Flurstraße in Remscheid

Datum: 8.9.2011

Bearbeiter:

Bemerkung:

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	I_R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	428,0	2,80	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u>
10	266,0	4,20	$s_{RR} = 0,35$ $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
15	202,0	5,03	
20	166,0	5,55	
30	126,0	6,17	
45	95,0	6,48	
60	78,0	6,55	<u>erforderliche Rigolenlänge</u>
90	56,0	5,94	$I_R = 6,5 \text{ m}$ $I_R = \frac{(A_u + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_z}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_z} + (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot \frac{k_{f,R}}{2}}$
120	45,0	5,52	
180	33,0	4,79	
240	26,0	4,14	
360	19,0	3,36	
540	14,0	2,69	<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u>
720	11,5	2,32	$V_R = 4,6 \text{ m}^3$
1080	8,5	1,81	
1440	7,0	1,53	
2880	4,1	0,94	<u>rechnerische Entleerungszeit</u>
			$t_E = 1,56 \text{ h}$ $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot I_R + Q_{Dr}}$
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u>
			$V_{MR} = V_M + V_R = 7,6 \text{ m}^3$

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite Muldenlänge erforderliche Muldentiefe $b_M = 2,0 \text{ m}$ $I_M = 6,5 \text{ m}$ $z_M = 0,23 \text{ m}$ Überprüfung der Muldenfläche: vorh. $A_{S,M} = 13,1 \text{ m}^2 < \text{gew. } A_{S,M} = 15,0 \text{ m}^2$