Boden · Wasser · UVS · Abfall · Altlasten

agus Gesellschaft für angewandte Geowissenschaften in Umwelt- und Stadtforschung b.R.

Bochum	Malteserstraße 43	44787 Bochum	Tel 0234/58 38 38	Fax 0234/58 38 39
Dresden	Kieler Straße 31	01109 Dresden	Tel. 0351/89 02 603	Fax 0351/88 08 162
Höxter	Brunnenweg 3	37671 Höxter	Tel. 05275/14 00	Fax 05275/14 00
Osnabrück	Sofie-Hammer-Str. 75a	49090 Osnabrück	Tel. 0172/4355618	agus.bochum@t-online.de

BERICHT
ZUR
2. ERWEITERTEN
VERSICKERUNGSUNTERSUCHUNG
HANS-POTYKA-STRASSE
EHEMALIGE KLINIK REMSCHEID-LENNEP

Auftraggeber:
Weber Consulting, Pforzheim

Bearbeitung:
Dipl.-Geol. Dipl.-Geogr. Ekkehard Heitkemper
Dipl.-Geogr. Manfred Dorsch

Bochum, November 2014

1 Vorbemerkungen

1.1 Veranlassung, Aufgabenstellung und Untersuchungsprogramm

Auf dem ca. 56.000 m^2 großen Areal des ehemaligen Klinikums Remscheid-Lennep plant die Weber-Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim, den Bau von Einzel- und Reihenhäusern.

Die allgemeine Geländeneigung erfolgt in nördlich/nordöstlicher Richtung zum Kleebachtal hin, wobei die bebauten Flächen mit dem Klinikgebäude, dem Hubschrauberlandeplatz und dem nördlich gelegenen durch Geländemodellierung eben angelegt wurden.

Für 22.500 m^2 versiegelte Fläche im Plangebiet besteht ein Anschluss- und Benutzerzwang für die Mischkanalisation. Für darüberhinausgehende Flächenversiegelungen müssen den Vorgaben der Unteren Wasserbehörde der Stadt Remscheid entsprechend Versickerungsanlagen eine Entwässerung des Regenwassers, z.B. in Form von Rigolen oder Mulden-Rigolen-Systemen, gewährleisten.

Diese teilweise Versickerung von Regenablaufwasser wird erforderlich, um die Kapazität des nordöstlich gelegenen Regenrückhaltebeckens in dem vorhandenen Mischsystem nicht zu überschreiten.

Für den Bau von Versickerungsanlagen ist ein gesicherter Versickerungsnachweis erforderlich.

Eine erste Untersuchungskampagne im Frühjahr 2014 zur Erkundung der Versickerungseignung durch agus ergaben stark wechselnde Durchlässigkeiten und dadurch nur teilweise versickerungsfähige Standorte (Versickerungsversuche V1 bis V9).

Nach den Ergebnissen der Frühjahrskampagne war eine dezentrale Entwässerung somit nicht gesichert, d.h. eine generelle Versickerungseignung - Voraussetzung für eine Umsetzung des Bebauungsplanes - konnte nicht eindeutig attestiert werden.

Eine erste erweiterte Versickerungsuntersuchung im Sommer 2014 - schwerpunktmäßig im Süden und Südosten des Baufeldes 6 durchgeführt - ergab z.T. gute bis sehr gute Durchlässigkeiten innerhalb der verwitterten klüftigen Remscheider Schichten.

Für den Norden/Nordosten dieses Baufeldes mit den Bauplätzen 37 bis 39 lagen bislang keine Daten vor. V9 - in Bauplatz 40 in ca. 1 m Tiefe im Hanglehm durchgeführt - ergab nur eine sehr geringe Versickerungseignung.

Zum Nachweis einer hinreichenden Versickerung in geeigneter Tiefe für den Bau von Rigolen im Bereich der Bauplätze 38/39 beauftragte die Weber-Consulting Beratungs GmbH das Büro **agus**, Bochum, am 29.09.2014 mit den hierfür erforderlichen Geländearbeiten.

2 Geländeergebnisse

Die Bohrung für Versickerungsversuch V 17 wurde im Osten der Bauplätze 38/39 oberhalb der Böschung zu den Kleebachwiesen niedergebracht. Die Bohrung ergab zunächst ein ca. 0,7 m mächtige geogene Anschüttung. Ab 0,7 m unter GOK wurde gewachsener Boden angetroffen: grusiger sandig-toniger bis schluffig-toniger Hanglehm, darunter (ab ca. 1,5 m) verwittertes Anstehendes (Sand-/Siltstein in schluffig-lehmiger Matrix). Im Bohrloch wurde bis zur Endteufe bei 2 m kein Schichtwasser angetroffen, so dass der Versickerungsversuch V 17 in dieser Tiefe durchgeführt werden konnte.

3 Versickerungseignung

Voraussetzungen für die Versickerung von Niederschlagswasser sind eine ausreichende Durchlässigkeit (hydraulische Leitfähigkeit) der im Untergrund anstehenden Locker- und Festgesteine sowie eine ausreichende Mächtigkeit der ungesättigten Bodenzone, d.h. der Schichten oberhalb des Grundwasserspiegels ($\geq$1 m unter Sohle der Versickerungsanlage).

Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt überwiegend von ihrer Korngröße und -verteilung, der Art und Anzahl der Poren und der Lagerungsdichte ab und wird durch den k_f-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) ausgedrückt. Die k_f-Werte von Lockergesteinen variieren im allgemeinen zwischen $1 * 10^{-2}$ (Kies) und $1 * 10^{-10}$ m/s (Ton). Für Versickerungsanlagen kommen Lockergesteine in Frage, deren k_f-Werte im Bereich von $1 * 10^{-3}$ bis $1 * 10^{-6}$ m/s liegen (DWA A 138). Die Ermittlung der Wasserdurchlässigkeiten erfolgte in eigens erstellten Bohrungen mittels Bohrlochversickerungsmethode (OPEN-END-Test; vgl. Abb. 2 in Anhang 2).

3.1 Ergebnisse der Versickerungsversuche

Die Ergebnisse für Baufeld 6 sind in Tab. 1 aufgelistet.

Die Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte erfolgte nach Berechnungsgrundlage I (vgl. Abb. 2). Berechnungsgrundlagen und Versickerungsprotokolle sind in Anhang 2 aufgeführt.

Die abweichenden Versickerungsergebnisse sind im wesentlichen auf inhomogene Bodenverhältnisse im oberflächennahen Untergrund zurückzuführen.

Die Versickerungsversuche V 11 bis V 14 (Lage vgl. Abb. 1) wurden in ca. 1,5 m Tiefe in verwittertem klüftigem Fels durchgeführt, der hier einheitlich hohe und damit deutlich bessere Versickerungsleistungen gegenüber dem darüberliegenden Hanglehm bzw. -schutt aufweist.

Tab. 1: Ergebnisse der Versickerungsversuche und Bewertung der Versickerungsleistungen innerhalb des Baufeldes 6

Bezeichnung	Baufeld	Substrat / versickerungsrelevante Bodenzone	Bohrlochtiefe (m)	kf-Wert (m/s) gemessen	kf-Wert (m/s) korrigiert (n. DWA A138)	Versickerungseignung[1]
V 8	6	Hanglehm über Verwitterungszone Remscheider Schichten	0,8	$2,27 \cdot 10^{-6}$	$\mathbf{4,54 \cdot 10^{-6}}$	gering
V 9	6		0,8	$4,53 \cdot 10^{-7}$	$\mathbf{9,06 \cdot 10^{-7}}$	sehr gering
V 10	6	Verwitterungszone Remscheider Schichten	1,5	$5,43 \cdot 10^{-7}$	$\mathbf{1,09 \cdot 10^{-6}}$	sehr gering
V 11	6		1,5	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$\mathbf{2,28 \cdot 10^{-4}}$	extrem hoch
V 12	6		1,7	$3,78 \cdot 10^{-5}$	$\mathbf{7,56 \cdot 10^{-5}}$	hoch
V 13	6		1,5	$1,51 \cdot 10^{-5}$	$\mathbf{3,02 \cdot 10^{-5}}$	hoch
V 14	6		1,6	$8,11 \cdot 10^{-5}$	$\mathbf{1,62 \cdot 10^{-4}}$	extrem hoch
V 17	6		2,0	$1,57 \cdot 10^{-6}$	$\mathbf{3,14 \cdot 10^{-6}}$	gering

[1] Einstufung nach Leitfaden des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz (2000):

sehr gering	$<1,67*10^{-6}$
gering	$>1,67*10^{-6}$ - $>5,57*10^{-6}$
mittel	$>5,57*10^{-6}$ - $>1,67*10^{-5}$
hoch	$>1,67*10^{-5}$ - $>5,57*10^{-5}$
sehr hoch	$>5,57*10^{-5}$ - $>9,75*10^{-5}$
extrem hoch	$>9,75*10^{-5}$

Verwitterter, klüftiger Fels wurde vor allem im Südosten des Baufeldes 6 großflächig und einheitlich ab ca. 1 m unter GOK angetroffen, so dass in diesem Bereich mit homogenen Ausgangsbedingungen für den Bau von Versickerungseinrichtungen gerechnet werden kann.

Der am 13.10.2014 in 2 m Tiefe in verwittertem Sand-/Siltstein durchgeführte Versuch V 17 ergab mit einem kf-Wert von $3{,}14 \cdot 10^{-6}$ eine hinreichende Durchlässigkeit. Der Standort ist damit für den Bau einer Rigole geeignet.

3.3 Bewertung / Hinweise zur Bauausführung

Alle Ergebnisse wurden in gewachsenem Boden erzielt. Kein Versickerungsversuch wurde in Auffüllungsmaterial oder in anthropogen umgelagertem Boden durchgeführt.

Innerhalb Baufeld 6 kann den vorliegenden Ergebnissen zufolge zum großen Teil von guten bis sehr guten Versickerungsleistungen innerhalb der entfestigten anstehenden Remscheider Schichten ausgegangen werden.

Diese Standorte sind trotz der anthropogenen Überdeckung für Versickerungsanlagen zu nutzen (ggf. Auskofferung der fraglichen Bereiche); in jedem Fall ist eine gutachterliche Begleitung der Bauarbeiten erforderlich.

Nicht zulässig wäre eine Versickerung innerhalb von technogenen Substraten. Der Bau von Versickerungsanlagen muss daher in jedem Fall gutachterlich begleitet werden, um das am jeweiligen Standort vorliegende Material qualifiziert zu bewerten; lokal technogene Anschüttungsbereiche sind auszukoffern und durch nachweislich sauberes, unkontaminiertes Bodenmaterial zu ersetzen;

Aufgrund der Gefällesituation und der Bodenverhältnisse müssen geplante Wohngebäude gegen von außen drückendes und nicht drückendes Wasser sowie zeitweise aufstauendes Sickerwasser geschützt werden. Bei einer unterkellerten Bebauung sollten die Ausführung und Abdichtung in Form einer „Weißen Wanne“ erfolgen.

Ebenso muss in Hanglagen die Lage der Grundstücke zueinander, die jeweils zur Verfügung stehende Fläche für eine Niederschlagswasserversickerung sowie die Lage der geplanten Versickerungseinrichtungen zur jeweiligen benachbarten, insbesonders tiefergelegenen Bebauung Berücksichtigung finden.

Gutachterlich wird die Vorgabe einer Mindestgrundstücksgröße von 350 m^2 empfohlen.

In der folgenden Tabelle sind die Rigolengrößen, wie sie von den Weber-Ingenieuren für die einzelnen Grundstücke ermittelt wurden, dargestellt. Die zugehörigen Bemessungsblätter nach DWA-A138 inkl. eines Lageplanauszugs befinden sich im Anhang zu diesem Bericht.

Tab. 2: Zusammenstellung Rigolengröße

Bauplatz-nummer					Kiesrigole h=1,2 m b=2 m
	$A_{e,k}$		A_u	k_f-Wert	Länge
	m²		*m²*	*m/s*	*m*
46	406	0,4	162,4	2,28*10^-4	3,10
45	422	0,4	168,8	7,56*20^-5	4,60
44	392	0,4	156,8	7,56*20^-5	4,30
43	387	0,4	154,8	3,02*10^-5	5,30
42	398	0,4	159,2	3,02*10^-5	5,40
41	388	0,4	155,2	3,02*10^-5	5,30
40	387	0,4	154,8	1,62*10^-4	3,30
39	389	0,4	155,6	3,14*10^-6	9,40
38	404	0,4	161,6	3,14*10^-6	9,80

Art, Lage und Dimensionierung von Versickerungseinrichtungen sind letztendlich mit der Unteren Wasserbehörde der Stadt Remscheid abzustimmen.

Der Bau und die Gestaltung von Versickerungsanlagen sind in jedem Fall durch einen Geowissenschaftler gutachterlich zu begleiten.

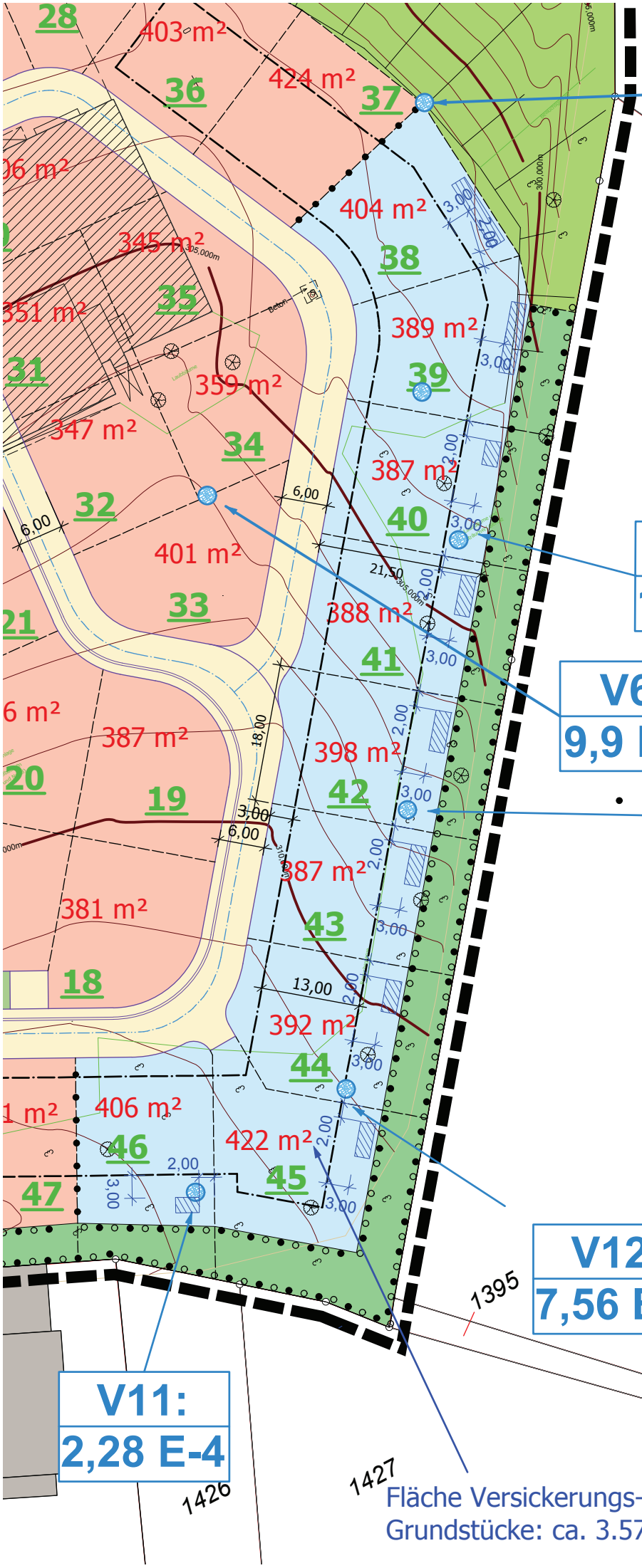
Bochum, 13. November 2014

Dipl.-Geol. Dipl.-Geogr. Ekkehard Heitkemper

Dipl.-Geogr. Manfred Dorsch

Anlage 1

Lageplan



N

V17: 3,14 E-6

V14: 1,62 E-4

V6: 9,9 E-6

V13: 3,02 E-5

V12: 7,56 E-5

V11: 2,28 E-4

Bauplatz-nummer	$A_{e,k}$		x	k_f-Wert	Kiesrigole h=1,2 m b=2 m Länge
	m²		m²	m/s	m
46	406	0,4	162,4	2,28*10^-4	3,10
45	422	0,4	168,8	7,56*20^-5	4,60
44	392	0,4	156,8	7,56*20^-5	4,30
43	387	0,4	154,8	3,02*10^-5	5,30
42	398	0,4	159,2	3,02*10^-5	5,40
41	388	0,4	155,2	3,02*10^-5	5,30
40	387	0,4	154,8	1,62*10^-4	3,30
39	389	0,4	155,6	3,14*10^-6	9,40
38	404	0,4	161,6	3,14*10^-6	9,80

Fläche Versickerungs-Grundstücke: ca. 3.574 m²

Stadt Remscheid

Klinikareal Lennep

Lageplan Rigolen

M 1:500

Weber Consulting
Weber-Consulting Beratungs GmbH
Bauschlotter Straße 62, 75177 Pforzheim
Tel. 07231/586-301 Fax. 07231/583-400
http://WWW.weber-consulting.de

Pforzheim, 12.11.2014

Anlage 2

Versickerungsprotokoll

Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten	
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep
Bearbeiter:	Dorsch (agus)
Bohrung:	**V 17**
Geologie:	Remscheider Schichten
Wetter:	trocken, bewölkt
Datum:	13.10.2014

Berechnungsgrundlagen	
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]
Bohrlochtiefe unter GOK (h_B):	2,0 [m]
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,45 [m]
Grundwasserflurabstand:	>5 [m]
Wasserverbrauch (q):	0,05 [l]
Intervallzeit (t):	60 [sec]
Formel:	I (s. Abb. 3)
Durchlässigkeitsbeiwert (k_f):	**$3{,}14 * 10^{-6}$** [m/sec]

Bodenprofil				
Versickerung:	-	-	-	V 17
Tiefe (cm):	20	70	150	200
Bodenart:	Ltu	Stl-Lts, gr	Ltu-Lts, gr	Gr, stu
Bodenfarbe:	grbn, dgrbn	bn, gr	gebn, bn, gr	gebn, bn, gr
Humusgehalt:	h 3	h 0	h 0	h 0
Horizont:	jAh	jjC	II Bv / II Cv	III Cv

Zeitermittlung			
Wasser-menge (ml)	**laufende Zeit**	**Intervall**	**Intervall in sec.**
50	0.43	0.43	43
50	1.28	0.45	45
50	2.20	0.52	52
50	3.14	0.54	54
50	4.09	0.55	55
50	5.03	0.54	54
50	5.59	0.56	56
50	6.55	0.56	56
50	7.53	0.58	58
50	8.51	0.58	58
50	9.50	0.59	59
50	10.47	0.57	57
50	11.42	0.55	55
50	12.39	0.57	57
50	13.37	0.58	58
50	14.37	1.00	60
50	15.35	0.58	58
50	16.36	1.01	61
50	17.34	0.58	58
50	18.34	1.00	60

Anlage 3

Bemessung Rigolengrößen

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 38

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	404,00	0,40	161,60	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**404,00**	**0,40**	**161,60**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	162	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,00000314	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,5
10	254,8	3,5
15	202,2	4,2
20	169,4	4,7
30	129,5	5,3
45	97,1	6,0
60	78,5	6,4
90	57,7	7,0
120	46,5	7,4
180	34,3	8,0
240	27,7	8,5
360	20,5	9,1
540	15,2	9,6
720	**12,3**	**9,8**
1080	8,8	9,6
1440	7,0	9,3
2880	4,5	8,9
4320	3,4	8,1

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 9,8 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 8,2 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 57,2 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 39

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	389,00	0,40	155,60	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**389,00**	**0,40**	**155,60**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	156	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,00000314	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,4
10	254,8	3,4
15	202,2	4,0
20	169,4	4,5
30	129,5	5,1
45	97,1	5,7
60	78,5	6,2
90	57,7	6,7
120	46,5	7,1
180	34,3	7,7
240	27,7	8,2
360	20,5	8,7
540	15,2	9,2
720	**12,3**	**9,4**
1080	8,8	9,2
1440	7,0	8,9
2880	4,5	8,6
4320	3,4	7,8

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 9,4 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 7,9 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 57,2 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 40

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	387,00	0,40	154,80	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**387,00**	**0,40**	**154,80**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	155	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,000162	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,2
10	254,8	2,9
15	202,2	3,2
20	169,4	3,3
30	**129,5**	**3,3**
45	97,1	3,2
60	78,5	3,0
90	57,7	2,6
120	46,5	2,3
180	34,3	1,9
240	27,7	1,7
360	20,5	1,3
540	15,2	1,0
720	12,3	0,8
1080	8,8	0,6
1440	7,0	0,5
2880	4,5	0,3
4320	3,4	0,2

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 3,3 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 2,8 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 1,1 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 41

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	388,00	0,40	155,20	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**388,00**	**0,40**	**155,20**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	155	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,0000302	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,4
10	254,8	3,3
15	202,2	3,8
20	169,4	4,2
30	129,5	4,7
45	97,1	5,0
60	78,5	5,2
90	**57,7**	**5,3**
120	46,5	5,3
180	34,3	5,1
240	27,7	4,9
360	20,5	4,4
540	15,2	3,9
720	12,3	3,4
1080	8,8	2,7
1440	7,0	2,3
2880	4,5	1,6
4320	3,4	1,3

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 5,3 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 4,5 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 5,9 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 42

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	398,00	0,40	159,20	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**398,00**	**0,40**	**159,20**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	159	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,0000302	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,4
10	254,8	3,4
15	202,2	3,9
20	169,4	4,3
30	129,5	4,8
45	97,1	5,2
60	78,5	5,3
90	**57,7**	**5,4**
120	46,5	5,4
180	34,3	5,2
240	27,7	5,0
360	20,5	4,6
540	15,2	4,0
720	12,3	3,5
1080	8,8	2,8
1440	7,0	2,4
2880	4,5	1,7
4320	3,4	1,3

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 5,4 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 4,6 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 5,9 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 43

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	387,00	0,40	154,80	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**387,00**	**0,40**	**154,80**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	155	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,0000302	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,4
10	254,8	3,3
15	202,2	3,8
20	169,4	4,2
30	129,5	4,7
45	97,1	5,0
60	78,5	5,2
90	**57,7**	**5,3**
120	46,5	5,3
180	34,3	5,1
240	27,7	4,9
360	20,5	4,4
540	15,2	3,9
720	12,3	3,4
1080	8,8	2,7
1440	7,0	2,3
2880	4,5	1,6
4320	3,4	1,3

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 5,3 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 4,4 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 5,9 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-*XP*

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 44

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	392,00	0,40	156,80	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**392,00**	**0,40**	**156,80**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	157	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,0000756	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,3
10	254,8	3,2
15	202,2	3,6
20	169,4	3,9
30	129,5	4,2
45	**97,1**	**4,3**
60	78,5	4,2
90	57,7	4,0
120	46,5	3,7
180	34,3	3,3
240	27,7	3,0
360	20,5	2,5
540	15,2	2,0
720	12,3	1,7
1080	8,8	1,3
1440	7,0	1,0
2880	4,5	0,7
4320	3,4	0,5

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 4,3 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 3,6 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 2,4 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 45

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	422,00	0,40	168,80	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**422,00**	**0,40**	**168,80**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	169	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,0000756	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,5
10	254,8	3,4
15	202,2	3,9
20	169,4	4,2
30	129,5	4,5
45	**97,1**	**4,6**
60	78,5	4,5
90	57,7	4,3
120	46,5	4,0
180	34,3	3,5
240	27,7	3,2
360	20,5	2,6
540	15,2	2,1
720	12,3	1,8
1080	8,8	1,4
1440	7,0	1,1
2880	4,5	0,7
4320	3,4	0,6

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 4,6 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 3,9 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 2,4 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$

Arbeitsblatt DWA-A 138

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

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim

Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung: Erschließung ehemalige Klinik Lennep — Datum: 14. 11. 2014

Bearbeiter:

Bemerkung: Art der Rigole: Kiesrigole Grundstück 46

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	406,00	0,40	162,40	Grundstueck
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	**406,00**	**0,40**	**162,40**	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2

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

A138-XP
Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Weber-Ingenieure GmbH
Bauschlotter Straße 62
75177 Pforzheim
Lizenznr.: 400-0706-0076

Projekt

Bezeichnung:	Erschließung ehemalige Klinik Lennep	Datum: 14. 11. 2014
Bearbeiter:		
Bemerkung:	Art der Rigole: Kiesrigole	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	162	m²
Höhe der Rigole	h	1,2	m
Breite der Rigole	b	2	m
Drosselabfluss	Q_Dr	0	l/s
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,000228	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station Kostra Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]
5	361,7	2,2
10	254,8	2,8
15	202,2	3,1
20	**169,4**	**3,1**
30	129,5	3,1
45	97,1	2,8
60	78,5	2,6
90	57,7	2,2
120	46,5	1,9
180	34,3	1,5
240	27,7	1,3
360	20,5	1,0
540	15,2	0,8
720	12,3	0,6
1080	8,8	0,5
1440	7,0	0,4
2880	4,5	0,2
4320	3,4	0,2

Erforderliche Größe der Anlage

Gesamtspeicherkoeffizient

s_RR = 0,35

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

erforderliche Rigolenlänge

l = 3,1 m

$$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

effektives Rigolenspeichervolumen

V = 2,6 m³

rechnerische Entleerungszeit

t_E = 0,8 h

$$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot l + Q_{Dr}}$$