

DEGES im Auftrag der Autobahn GmbH des Bundes
Straße: A 1 / Betr.km: 155+962 bis 157+657, inkl. Anpassungsbereich bis 158+267
Bundesautobahn A 1
8-streifige Erweiterung zwischen AD Süderelbe und AS HH-Harburg
VKE 7143: AS HH-Harburg - AD Süderelbe (o)
PROJIS-Nr.: 0200000530

FESTSTELLUNGSENTWURF

- Ergebnisse Wassertechnischer Berechnungen -

aufgestellt:	
DEGES	
Berlin, den 29.04.2022 gez. Martens (PL/E3.3.2)	

Inhaltsverzeichnis

Gesamtübersicht Entwässerungskonzept A 1 - VKE 714.3	Seite 2
Niederschlagshöhen gemäß KOSTRA-Atlas	Seite 3
Angesetzte Kennwerte	Seite 4
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (dränierter Filtergräben) im Entwässerungsabschnitt EA 1	Seite 5
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (Bankettmulden und dränierter Filtergräben) im Entwässerungsabschnitt EA 2	Seite 26
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (Kanalisation) im Entwässerungsabschnitt 3	Seite 65
Bemessung Retentionsbodenfilteranlage RBFA 1 im Entwässerungsabschnitt EA 3	Seite 69
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (Kanalisation) im Entwässerungsabschnitt 4	Seite 75
Bemessung Retentionsbodenfilteranlage RBFA 4 im Entwässerungsabschnitt EA 4	Seite 79
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch breitflächige Versickerung nach REwS im Entwässerungsabschnitt 1	Seite 82
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch breitflächige Versickerung nach REwS im Entwässerungsabschnitt 2	Seite 98
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch eine Retentionsbodenfilteranlage nach REwS im Entwässerungsabschnitt 3	Seite 120
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch eine Retentionsbodenfilteranlage nach REwS im Entwässerungsabschnitt 3	Seite 121

Gesamtübersicht Entwässerungskonzept A 1 - VKE 714.3													
Entwässerungs- abschnitt	Bau-km von - bis	anfallende Wassermenge [l/s]	undurchlässige Fläche A _U [ha]	befestigte Fläche A _{b,a} [ha]	Einzugsfläche A _E [ha]	Gradientenlage	EW-Leitungen	Drosselung über		Vorflut	Einleitstelle	Einleitmenge Q _{Dr} [l/s]	Bemerkung
1	30+000 - 30+940 30+000 - 30+735	303,12	2,93	3,10	4,94	Damm	Dränage unterhalb Grabensohle	bewachsene Bodenzone und Ablaufschacht		GW / Fünfhausener- Landweg-Wettern	E1 bis E3	49,9	Entwässerung über Bankett, Damm, dränierte Böschungsfußgräben
2	30+940 - 31+755 30+905 - 31+742	337,09	3,26	2,90	4,09	Damm	FB-Rand, Dränage unterhalb Grabensohle	Muldenversickerung, bewachsene Bodenzone und Ablaufschacht		GW / Neuländer Wettern	E4 bis E 7	8,8	Entwässerung über Bankett- mulden / dränierte Böschungsfußgräben / Mulden
3	31+755 - 32+167 31+742 - 32+142	165,32	1,60	1,78	1,78	Damm	FB-Rand	RBFA 1 in VKE 714.3	Bau-km 31+760	Süderelbe	E 8	14,2	-
4	32+167 - 32+560 32+142 - 32+560	192,58	1,63	1,81	1,81	Damm	Mittelstreifen und FB-Rand	RBFA 4 in VKE 714.2	Bau-km 32+860	Graben zur Stillhorner Wettern	E 9	16,2	Dimensionierung in RBFA 4 aus VKE 714.2
4 (aus VKE 714.3)	32+167 - 32+305 32+142 - 32+305	64,30	0,62	0,69	0,69	Damm	FB-Rand	RBFA 4 in VKE 714.3	Bau-km 32+860	Stillhorner Wettern	EL 4 (in Planung VKE 714.2)	16,2	Dimensionierung in RBFA 4 aus VKE 714.2

KOSTRA - Atlas Niederschlagshöhen und -spenden																			
für das Rasterfeld Spalte: 35 Zeile: 23 in der Zeitspanne Januar - Dezember																			
T		1		2		3		5		10		20		30		50		100	
		hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN		
D																			
5,0 min	5	4,7	156,7	6,2	206,7	7,0	233,3	8,1	270,0	9,6	320,0	11,1	370,0	12,0	400,0	13,1	436,7	14,6	486,7
10,0 min	10	7,5	125,0	9,5	158,3	10,7	178,3	12,2	203,3	14,3	238,3	16,3	271,7	17,5	291,7	19,0	316,7	21,1	351,7
15,0 min	15	9,3	103,3	11,8	131,1	13,2	146,7	15,0	166,7	17,5	194,4	20,0	222,2	21,4	237,8	23,2	257,8	25,7	285,6
20,0 min	20	10,6	88,3	13,4	111,7	15,1	125,8	17,1	142,5	20,0	166,7	22,8	190,0	24,4	203,3	26,5	220,8	29,3	244,2
30,0 min	30	12,4	68,9	15,7	87,2	17,7	98,3	20,2	112,2	23,6	131,1	27,0	150,0	29,0	161,1	31,5	175,0	34,8	193,3
45,0 min	45	13,9	51,5	18,0	66,7	20,3	75,2	23,3	86,3	27,4	101,5	31,5	116,7	33,8	125,2	36,8	136,3	40,9	151,5
60,0 min	60	14,8	41,1	19,4	53,9	22,1	61,4	25,6	71,1	30,2	83,9	34,8	96,7	37,5	104,2	41,0	113,9	45,6	126,7
90,0 min	90	16,4	30,4	21,3	39,4	24,2	44,8	27,8	51,5	32,7	60,6	37,6	69,6	40,5	75,0	44,1	81,7	49,0	90,7
2,0 h	120	17,6	24,4	22,7	31,5	25,7	35,7	29,5	41,0	34,6	48,1	39,7	55,1	42,7	59,3	46,5	64,6	51,6	71,7
3,0 h	180	19,5	18,1	24,9	23,1	28,1	26,0	32,1	29,7	37,5	34,7	42,9	39,7	46,1	42,7	50,1	46,4	55,5	51,4
4,0 h	240	21,0	14,6	26,6	18,5	29,9	20,8	34,1	23,7	39,7	27,6	45,4	31,5	48,7	33,8	52,8	36,7	58,4	40,6
6,0 h	360	23,2	10,7	29,2	13,5	32,7	15,1	37,1	17,2	43,1	20,0	49,0	22,7	52,5	24,3	56,9	26,3	62,9	29,1
9,0 h	540	25,7	7,9	32,0	9,9	35,7	11,0	40,4	12,5	46,7	14,4	53,1	16,4	56,8	17,5	61,4	19,0	67,7	20,9
12,0 h	720	27,6	6,4	34,2	7,9	38,1	8,8	42,9	9,9	49,5	11,5	56,1	13,0	60,0	13,9	64,8	15,0	71,4	16,5
18,0 h	1080	30,6	4,7	37,6	5,8	41,7	6,4	46,8	7,2	53,8	8,3	60,8	9,4	64,9	10,0	70,0	10,8	77,0	11,9
24,0 h	1440	32,9	3,8	40,2	4,7	44,4	5,1	49,8	5,8	57,0	6,6	64,3	7,4	68,6	7,9	73,9	8,6	81,2	9,4
48,0 h	2880	40,4	2,3	48,9	2,8	53,8	3,1	60,0	3,5	68,4	4,0	76,9	4,5	81,8	4,7	88,0	5,1	96,4	5,6
72,0 h	4320	45,6	1,8	54,7	2,1	60,0	2,3	66,7	2,6	75,9	2,9	85,0	3,3	90,3	3,5	97,0	3,7	106,1	4,1

T - Wiederkehrzeit (in a): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in min, h)

hN - Niederschlagshöhe (in mm)

rN - Niederschlagsspende (in l/(s*ha))

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw.

hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,

bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,

bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

Pauschalwerte für die betriebliche Rauheit k_b	
k_b [mm]	Anwendungsbereiche
1,50	Sammelkanäle und -leitungen mit Sonderschächten (tief liegende Berme), Mauerwerkskanäle, Ortbetonkanäle, Kanäle aus nicht genormten Rohren ohne besonderen Nachweis der Wandrauheit
0,75	Sammelkanäle und -leitungen (bis DN 1000) mit Regelschächten oder mit angeformten Schächten (für alle DN); Transportkanäle mit Sonderschächten (tief liegende Berme) (für alle DN)
0,50	Transportkanäle mit Regelschächten und angeformten Schächten
0,25	Drosselstrecken ¹⁾ , Druckrohrleitungen ¹⁾²⁾ , Düker ¹⁾ , Reliningstrecken ohne Schächte

¹⁾ Ohne Einlauf-, Auslauf-, und Krümmungsverluste ²⁾ Ohne Drucknetze

Eingangswerte:					Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:			Index ψ-Werte	
								RAS-Ew/REWs	
$r_{15;1}$ =	103,30	l/(s*ha)	für EW am FB-Rand		Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A	0,90		
$r_{15;0,33}$ =	146,70	l/s/ha	für EW im Mittelstr.		Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)	Fb-E	0,90		
r_{krit} =	15	l/s/ha	für 90 %ige EW - Reinigung		Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß	Fb-D	0,90		
r_{krit} =	8	l/s/ha	für 82 %ige EW - Reinigung		Fahrbahnen aus OPA, außer Bemessung v. Versickerung und Speicherung, dann 0,90	Fb-OPA	0,60		
D =	15	min			Bankette	Ba	0,90		
kb =	1,50	mm			Dammböschungen	Da	-0,94		
					Einschnittsböschungen	Ein	0,03		
T =	1	/	3	a	Mulden/Gräben (Versickerung)	Mu-V	1,00		
D =	15	/	15	min	Mulden/Gräben (Transport, bBZ)	Mu-T	-0,45		
kb =	1,50			mm	bewachsene Bodenzone von Dammböschungen (Annahme Sand als Baustoff)	bBZ	-0,94		
					unbefestigte, bis 10 % geneigte Nebenflächen	u-FI	0,03		
Entwässerung am FB-Rand gemäß RAS-Ew									
	Dammböschung	Bankett	Gräben/Mulden	flächen					
$q_{v;bBZ}$ =	200,00	10,00	150,00	100,00	$l/(s*ha)$				
$r_{15,1,bBZ}$ =	-96,70	93,30	-46,70	3,30	$l/(s*ha)$				
$Y_{S,äqui}$ =	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$					
$Y_{S,äqui}$ =	-0,94	0,90	-0,45	0,03					

Abminderungsfaktor f_A		Zuschlagsfaktor f_Z		Aufschlag Toleranzbereich KOSTRA-Daten f_{Tol}^1	
1,0		1,0 ... 1,1		+ 15 %	

¹gemäß Auflagen d. Bezirksamts Harburg/MR 511

Entwässerungsabschnitt 1: dräniertes Filtergraben (links 1)	
Bau-km:	30+000 bis 30+640
Abschnitt	1.1.1

Eingangswerte:						
r_{krit}	=	15,00	$l/(s \cdot ha)$	für Reinigungswirkung		
$r_{15,1}$	=	103,30	$l/(s \cdot ha)$	für Grabenversicker.		
D	=	15	min			
kb	=	1,50	mm			
T	=	1	/	100	a	
D	=	15	/	2880	min	
kb	=	1,50			mm	
		Damm	Bankett	Graben/ Mulde	Neben- flächen	
$q_{v,bBZ}$	=	200,00	10,00	150,00	150,00	$l/(s \cdot ha)$
$r_{15,1,bBZ}$	=	-96,70	93,30	-46,70	-46,70	$l/(s \cdot ha)$
$Y_{S,aqui}$	=	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	
$Y_{S,aqui}$	=	-0,94	0,90	-0,45	-0,45	

Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:	
Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)	Fb-E
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß	Fb-D
Bankette	Ba
Damböschungen	Da
Einschnittsböschungen	Ein
Mulden/Gräben (Versickerung)	Mu/Gr-V
Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)	Mu/Gr-T
unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen	u-FI
bewachsene Bodenzone	bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung																											
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. F	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis																
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqui}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	i [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{soll} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]														
Abschnitt 30+000.00 30+150.00	150,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	2092,5	21,62																												
		Fb-D	Fb-D	150,0	15,5	2325																															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																			
		Ba	Ba	150,0	1,5	225																															
	150,0																																				
Abschnitt 1:							2014,9	20,81	20,81																												
							2014,9		20,81																												
Abschnitt 30+150.00 30+300.00	150,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	2565,0	26,50																												
		Fb-D	Fb-D	150,0	19,0	2850																															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																			
		Ba	Ba	150,0	1,5	225																															
	150,0																																				
Abschnitt 2:							2487,4	25,69	25,69																												
							4502,3		46,51																												
Abschnitt 30+300.00 30+400.00	100,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	1710,0	17,66																												
		Fb-D	Fb-D	100,0	19,0	1900																															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																			
		Ba	Ba	100,0	1,5	150																															
	100,0																																				
Abschnitt 2:							1517,8	15,68	15,68																												
							6020,1		62,19																												

Einzugsfläche A_{e}:	17965,0	befestigte Fläche $A_{\text{b,e}}$:	11635,0
undurchlässige Fläche A_{u}:	11268,1		
Abgabe an Straßengraben:	116,40		

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für dränierten Versickerungsgraben -links-:					
Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	$A_U =$	11268,10	$m^2 =$	1,12681	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben Bezirksamt Harburg)
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a		
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min		
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	17	$l/(s*ha)$		für Fünfhausener-Landweg-Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge Mulde/Graben	$L_{Graben} =$	640,00	m		
Breite Mulde/Graben	$B_{Graben} =$	4,00	m		
Ermittlung des Drosselabflusses:					
angeschlossene Fläche:	$A_U =$	1,13	ha		
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U$	$= 17 * 1,12681$	ha	
	$Q_{Dr} =$	19,16	$l/s =$	0,019156	m^3/s
Ermittlung des Speichervolumens:					
für $A_S = konst.$ und $I_{hy} = 1 = konstant$ gilt:	$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	$V =$	$((A_U + A_{M(G)}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr}) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr.	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n)$ [$l/(s*ha)$]	Speichervolumen V [m^3]
5	400,0	163,78
10	291,7	234,94
15	237,8	283,26
20	203,3	318,67
30	161,1	369,72
45	125,2	416,42
60	104,2	447,47
90	75,0	446,44
120	59,3	434,12
180	42,7	395,64
240	33,8	344,84
360	24,3	224,76
maßgebendes Speichervolumen:		447,47

Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit. Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.

Grabenabschnitt 1											Grabenabschnitt 2											Grabenabschnitt 3											Grabenabschnitt 4											Grabenabschnitt 5										
Grabenlänge:	$l_M = 150,00 \text{ m}$					$l_M = 150,00 \text{ m}$					$l_M = 100,00 \text{ m}$					$l_M = 100,00 \text{ m}$					$l_M = 140,00 \text{ m}$																																	
Grabenbreite:	$b_M = 4,00 \text{ m}$					$b_M = 4,00 \text{ m}$					$b_M = 4,00 \text{ m}$					$b_M = 3,00 \text{ m}$					$b_M = 4,00 \text{ m}$																																	
Grabentiefe:	$t_M = 0,30 \text{ m}$					$t_M = 0,30 \text{ m}$					$t_M = 0,30 \text{ m}$					$t_M = 0,50 \text{ m}$					$t_M = 0,40 \text{ m}$																																	
Sohlbreite:	$b_{\text{Sohle}} = 2,80 \text{ m}$					$b_{\text{Sohle}} = 2,80 \text{ m}$					$b_{\text{Sohle}} = 2,80 \text{ m}$					$b_{\text{Sohle}} = 1,00 \text{ m}$					$b_{\text{Sohle}} = 2,40 \text{ m}$																																	
Böschungsneigung:	$m = 2,00$					$m = 2,00$					$m = 2,00$					$m = 2,00$					$m = 2,00$																																	
Sohlgefälle:	$i_{\text{Sohle}} = 0,00 \%$					$i_{\text{Sohle}} = 0,00 \%$					$i_{\text{Sohle}} = 0,00 \%$					$i_{\text{Sohle}} = 0,00 \%$					$i_{\text{Sohle}} = 0,00 \%$																																	
Schwellenhöhe:	0,20 m					0,20 m					0,20 m					0,40 m					0,30 m																																	
Schwellenabstand (J/N):	j Wert => 100,00					j Wert => 100,00					j Wert => 100,00					j Wert => 100,00					j Wert => 100,00																																	
Schwelle:	n					n					N					N					N																																	
Schwellenabstand:	100,00					100,00					100,00					100,00					100,00																																	
Eintauchtiefe:	0,20					0,20					0,20					0,40					0,30																																	
Grabenwinkel	$\alpha = 0,5956$					$\alpha = 0,5956$					$\alpha = 0,5956$					$\alpha = 1,2870$					$\alpha = 0,7896$																																	
Grabenradius	$r = 6,8167$					$r = 6,8167$					$r = 6,8167$					$r = 2,5000$					$r = 5,2000$																																	
Schwelle	<i>unten oben</i>					<i>unten oben</i>					<i>unten oben</i>					<i>unten oben</i>					<i>unten oben</i>																																	
A	0,6400 0,6400					0,6400 0,6400					0,6400 0,6400					0,7200 0,7200					0,9000 0,9000																																	
I_u	3,6944 3,6944					3,3107 3,6944					3,3107 3,6944					2,8676 2,7889					3,5499 3,7416																																	
b wsp	3,6000 3,6000					3,6000 3,6000					3,6000 3,6000					2,6000 2,6000					3,6000 3,6000																																	
alpha Wsp	0,4857 0,4857					0,4857 0,4857					0,4857 0,4857					1,1470 1,1470					0,6827 0,6827																																	
V ₁ (Methode 1; verwendet)	64,0000					64,0000					64,0000					72,0000					90,0000																																	
V ₂ (Methode 2)	64,0000					64,0000					64,0000					72,0000					90,0000																																	
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	1,50 x 96,0000					1,50 x 96,0000					1,00 x 64,0000					1,00 x 72,0000					1,40 x 126,0000																																	
SV _{vorh} =	454,00					> 447,47					= V _{erf.}										Nachweis erfüllt																																	

[illegible]

Einzugsfläche A_{e} :	3660,0	befestigte Fläche $A_{\text{b,e}}$:	1950,0
undurchlässige Fläche A_{u} :	1504,7	Drosselabfluss Q_{Dr} in Einleitstelle E1:	21,7
Abgabe an Versickerungsmulde:	15,5		

Versuch Nr.	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmuld.	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Gräben wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f , nach RAS EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	21,87
10	291,7	31,37
15	237,8	37,83
20	203,3	42,55
30	161,1	49,37
45	125,2	55,61
60	104,2	59,75
90	75,0	59,62
120	59,3	57,97
180	42,7	52,83
240	33,8	46,05
360	24,3	30,01
maßgebendes Speichervolumen:		59,75

Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt bei einer Regendauer von

60 min

59,75 m³.

Nachweis der Einstauhöhe:

$z_M = \frac{V}{A_{\text{Graben}}}$

$z_{M, \text{erf.}} = 0,15 \text{ m} < 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$

Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

Nachweis der Entleerungszeit:

$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_{f,u} =$

0,0 sec. =

0,0 Stunden

$< 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit.
Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.

Grabendaten (z.B.: Volumen)										
	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:	l _M = 115,00 m		l _M = 0,00 m		l _M = 0,00 m		l _M = 0,00 m		l _M = 0,00 m	
Grabenbreite:	b _M = 4,00 m		b _M = 2,00 m		b _M = 2,00 m		b _M = 2,00 m		b _M = 2,00 m	
Grabentiefe:	t _M = 0,30 m		t _M = 0,40 m		t _M = 0,40 m		t _M = 0,40 m		t _M = 0,40 m	
Sohlbreite:	b _{Sohle} = 2,80 m		b _{Sohle} = 0,50 m		b _{Sohle} = 0,50 m		b _{Sohle} = 0,50 m		b _{Sohle} = 0,50 m	
Böschungsneigung:	m = 2,00		m = 1,50		m = 1,50		m = 1,50		m = 1,50	
Sohlgefälle:	l _{Sohle} = 0,00 ‰		l _{Sohle} = 0,17 ‰		l _{Sohle} = 0,30 ‰		l _{Sohle} = 0,04 ‰		l _{Sohle} = 0,11 ‰	
Schwellenhöhe:	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m	
Schwellenabstand (J/N):	j Wert => 115,00		j Wert => 100,00		j Wert => 100,00		j Wert => 100,00		j Wert => 100,00	
Schwelle:	n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:	115,00		100,00		100,00		100,00		100,00	
Eintauchtiefe:	0,20		0,03		0,00		0,16		0,09	
Grabenwinkel	alpha= 0,5956		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220	
Grabenradius	r= 6,8167		r= 1,4500		r= 1,4500		r= 1,4500		r= 1,4500	
Schwelle	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A	0,6400	0,6400	0,1600	0,0118	0,1600	0,0000	0,1600	0,1429	0,1600	0,0607
I _u	3,6944	3,6944	1,5412	0,5909	1,5412	0,0000	1,5412	1,3752	1,5412	1,0271
b wsp	3,6000	3,6000	1,1000	0,5869	1,1000	0,0000	1,1000	1,3242	1,1000	1,0058
alpha Wsp	0,4857	0,4857	1,0629	0,4075	1,0629	0,0000	1,0629	0,9484	1,0629	0,7084
V ₁ (Methode 1; verwendet)	73,6000		8,5881		8,0000		15,1444		11,0366	
V ₂ (Methode 2)	73,6000		9,3313		5,3348		17,0376		12,5566	
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	1,00 x	73,6000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
SV _{vorh} =	73,60		> 59,75		= V _{erf.}		Nachweis erfüllt			

Entwässerungsabschnitt 1: dränkter Filtergraben (links 3)	
Bau-km:	30+787 bis 30+877
Abschnitt	1.1.3

Eingangswerte:				Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:			
r_{krit}	=	15,00	l/(s*ha)	für Reinigungswirkung			
$r_{15,1}$	=	103,30	l/(s*ha)	für Grabenversicker.			
D	=	15	min				
kb	=	1,50	mm				
T	=	1	/	100	a		
D	=	15	/	2880	min		
kb	=	1,50			mm		
		Damm	Bankett	Graben/ Mulde	Neben- flächen		
$q_{v,bBZ}$	=	200,00	10,00	150,00	150,00	l/(s*ha)	
$r_{15,1,bBZ}$	=	-96,70	93,30	-46,70	-46,70	l/(s*ha)	
$Y_{S,aqui}$	=	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$		
$Y_{S,aqui}$	=	-0,94	0,90	-0,45	-0,45		
				Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung		Fb-A	
				Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)		Fb-E	
				Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß		Fb-D	
				Bankette		Ba	
				Dammböschungen		Da	
				Einschnittsböschungen		Ein	
				Mulden/Gräben (Versickerung)		Mu/Gr-V	
				Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)		Mu/Gr-T	
				unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen		u-FI	
				bewachsene Bodenzone		bBZ	

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung												
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. F	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis	
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	$Y_S / Y_{S,aqui}$	A_U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V_{voll} [m/s]	V_{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorrh. [l/s]	mögl. [l/s]
Abschnitt 30+740.00 30+787.02 BW 487.2	47,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	825,2	8,52													
		Fb-D	Fb-D	47,0	19,5	917																
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																				
		Ba	Ba	47,0	2,3	106																
Abschnitt 30+787.02 30+876.98	90,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	1578,7	16,31													
		Fb-D	Fb-D	90,0	19,5	1754																
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																				
		Ba	Ba	90,0	2,5	225																
Graben 30+787.02 30+876.98	90,0	Entwässerung über bewachsene Bodenzone					-0,94	-757,9	-7,83													
		Da	bBZ	90,0	9,0	810																
		Abschnitt 2:																				
		Übertrag:																				
Graben 30+787.02 30+876.98	90,0	übriges Einzugsgebiet					1,00	404,8	4,18													
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	90,0	4,5	405																
		Abschnitt 3:																				
		Übertrag:																				

Einzugsfläche A_{Ez}:	4216,1
undurchlässige Fläche A_{Ud}:	2349,5
Abgabe an Straßengraben:	24,3

befestigte Fläche $A_{b,b}$:	2671,1
Drosselabfluss Q_{Dr} in Einleitstelle E3:	7,0

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-:					
Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	$A_U =$	2349,55	$m^2 =$	0,23495	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min		
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	17	l/(s*ha)		für Fünfhausener-Landweg-Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge Mulde/Graben	$L_{Graben} =$	89,96	m		
Breite Mulde/Graben	$B_{Graben} =$	4,50	m		
Ermittlung des Drosselabflusses:					
angeschlossene Fläche:	$A_U =$	0,23	ha		
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U$	$= 17 * 0,23495$	ha	
	$Q_{Dr} =$	3,99	l/s =	0,003994	m³/s
Ermittlung des Speichervolumens:					
für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:	$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	$V =$	$((A_U + A_{M(G)}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr}) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr.	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n)$ [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	34,15
10	291,7	48,99
15	237,8	59,06
20	203,3	66,45
30	161,1	77,09
45	125,2	86,83
60	104,2	93,30
90	75,0	93,09
120	59,3	90,52
180	42,7	82,50
240	33,8	71,90
360	24,3	46,87
maßgebendes Speichervolumen:		93,30

Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.

	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:	$l_M =$	32,98 m	$l_M =$	56,98 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
Grabenbreite:	$b_M =$	4,50 m	$b_M =$	5,00 m	$b_M =$	4,50 m	$b_M =$	3,50 m	$b_M =$	3,50 m
Grabentiefe:	$t_M =$	0,45 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,40 m	$t_M =$	0,70 m	$t_M =$	0,50 m
Sohlbreite:	$b_{Sohle} =$	2,70 m	$b_{Sohle} =$	3,00 m	$b_{Sohle} =$	2,90 m	$b_{Sohle} =$	0,70 m	$b_{Sohle} =$	1,50 m
Böschungsneigung:	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00
Sohlgefälle:	$l_{Sohle} =$	3,79 ‰	$l_{Sohle} =$	0,09 ‰	$l_{Sohle} =$	0,01 ‰	$l_{Sohle} =$	0,01 ‰	$l_{Sohle} =$	0,01 ‰
Schwellenhöhe:	0,35 m		0,40 m		0,30 m		0,60 m		0,40 m	
Schwellenabstand (J/N):	j	Wert => 15,00	j	Wert => 56,98	j	Wert => 100,00	j	Wert => 100,00	j	Wert => 75,00
Schwelle:	n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:	15,00		56,98		100,00		100,00		75,00	
Eintauchtiefe:	0,00		0,35		0,29		0,59		0,39	
Grabenwinkel	$\alpha =$	0,7896	$\alpha =$	0,7896	$\alpha =$	0,7038	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	1,1132
Grabenradius	$r =$	5,8500	$r =$	6,5000	$r =$	6,5281	$r =$	2,5375	$r =$	3,3125
Schwelle	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>
A	1,1900	0,0000	1,5200	1,2894	1,0500	0,9950	1,1400	1,0985	0,9200	0,8888
I_u	4,2652	2,7000	4,5844	4,5595	3,9735	4,1813	3,5627	3,3229	3,2895	3,2436
b_{wsp}	4,1000	2,7000	4,6000	4,3949	4,1000	4,0460	3,1000	3,0460	3,1000	3,0595
α_{Wsp}	0,6953	0,0001	0,7053	0,6581	0,6087	0,5947	1,4040	1,3875	0,9930	0,9801
V_1 (Methode 1; verwendet)	8,9250		80,0387		102,2507		111,9257		67,8307	
V_2 (Methode 2)	3,4659		62,2333		75,9950		132,3336		62,7293	
V_{Gesamt} (n Abschnitte)	2,20 x	19,6225	1,00 x	80,0345	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
SV_{vorh} =	99,66		93,30		= V _{erf.}		Nachweis erfüllt			

Entwässerungsabschnitt 1:	
dränkter Filtergraben (links 4)	
Schleifenrampe Rifa Bremen (Nr. 1.3)	
Bau-km:	0+000 bis 0+139
Abschnitt	1.1.4

Eingangswerte:				Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:			
r_{krit}	=	15,00	l/(s*ha)	für Reinigungswirkung			
$r_{15,1}$	=	103,30	l/(s*ha)	für Grabenversicker.			
D	=	15	min				
kb	=	1,50	mm				
T	=	1	/	100	a		
D	=	15	/	2880	min		
kb	=	1,50			mm		
		Damm	Bankett	Graben/ Mulde	Neben- flächen		
$q_{v,bBZ}$	=	200,00	10,00	150,00	150,00	l/(s*ha)	
$r_{15,1,bBZ}$	=	-96,70	93,30	-46,70	-46,70	l/(s*ha)	
$Y_{S,aqui}$	=	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$		
$Y_{S,aqui}$	=	-0,94	0,90	-0,45	-0,45		
				Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung		Fb-A	
				Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)		Fb-E	
				Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß		Fb-D	
				Bankette		Ba	
				Dammböschungen		Da	
				Einschnittsböschungen		Ein	
				Mulden/Gräben (Versickerung)		Mu/Gr-V	
				Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)		Mu/Gr-T	
				unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen		u-FI	
				bewachsene Bodenzone		bBZ	

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung														
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet					Abfl.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung		Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis			
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqui}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
Abschnitt 0+000.00 0+030.00	30,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	162,0	1,67															
		Fb-D	Fb-D	30,0	6,0	180																		
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
	30,0	Ba	Ba	30,0	1,5	45	Abschnitt 1:	202,6	2,09															2,09
					202,6	2,09	2,09																	
Abschnitt 0+030.00 0+095.00	65,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	202,6																2,09
		Fb-D	Fb-D	65,0	6,0	390	0,90	351,0	3,63															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
	65,0	Ba	Ba	65,0	1,5	98	0,90	88,1	0,91															
		Da	bBZ	65,0	4,0	260	-0,94	-243,4	-2,51															
							Abschnitt 2:	195,7	2,02															2,02
Abschnitt 0+095.00 0+138.83	43,8	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	398,3																4,11
		Fb-D	Fb-D	43,8	23,0	1008	0,90	907,2	9,37															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
	43,8	Ba	Ba	43,8	2,0	88	0,90	79,2	0,82															
Da		bBZ	43,8	4,0	175	-0,94	-164,1	-1,70																
					Abschnitt 2:	822,3	8,49	8,49																
Graben 0+000.00 0+138.83	138,8	übriges Einzugsgebiet					Übertrag:	1220,6		12,61														
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	138,8	4,0	555	1,00	555,3	5,74	5,74														
							Abschnitt 3:	555,3	5,74	5,74														
	138,8							1775,9		18,35														

Einzugsfläche A_{Ez} : 2798,8

befestigte Fläche $A_{b,b}$: 1578,0

undurchlässige Fläche A_{Uz} : 1775,9

Abgabe an Straßengraben: 18,35

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-:					
Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	$A_U =$	1775,91	$m^2 =$	0,17759	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min		
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	17	l/(s*ha)		für Fünfhausener-Landweg-Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge Mulde/Graben	$L_{Graben} =$	138,83	m		
Breite Mulde/Graben	$B_{Graben} =$	4,00	m		
Ermittlung des Drosselabflusses:					
angeschlossene Fläche:	$A_U =$	0,18	ha		
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U$	$= 17 * 0,17759$	ha	
	$Q_{Dr} =$	3,02	l/s =	0,003019	m³/s
Ermittlung des Speichervolumens:					
für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:	$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	$V =$	$((A_U + A_{M(G)}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr}) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr.	k_r -Siebl.	Korr.faktor	k_r -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_r nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n)$ [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	25,81
10	291,7	37,03
15	237,8	44,64
20	203,3	50,22
30	161,1	58,27
45	125,2	65,63
60	104,2	70,52
90	75,0	70,36
120	59,3	68,42
180	42,7	62,35
240	33,8	54,35
360	24,3	35,42
maßgebendes Speichervolumen:		70,52

Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit. Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.

Grabenabschnitt 1												Grabenabschnitt 2												Grabenabschnitt 3												Grabenabschnitt 4												Grabenabschnitt 5											
Grabenlänge:		l _M = 30,00 m										l _M = 65,00 m										l _M = 43,83 m										l _M = 0,00 m										l _M = 0,00 m																	
Grabenbreite:		b _M = 4,00 m										b _M = 4,00 m										b _M = 5,00 m										b _M = 3,50 m										b _M = 3,50 m																	
Grabentiefe:		t _M = 0,30 m										t _M = 0,30 m										t _M = 0,70 m										t _M = 0,70 m										t _M = 0,50 m																	
Sohlbreite:		b _{Sohle} = 2,80 m										b _{Sohle} = 2,80 m										b _{Sohle} = 2,20 m										b _{Sohle} = 0,70 m										b _{Sohle} = 1,50 m																	
Böschungsneigung:		m = 2,00										m = 2,00										m = 2,00										m = 2,00										m = 2,00																	
Sohlgefälle:		i _{Sohle} = 0,07 ‰										i _{Sohle} = 0,07 ‰										i _{Sohle} = 0,07 ‰										i _{Sohle} = 0,01 ‰										i _{Sohle} = 0,01 ‰																	
Schwellenhöhe:		0,20 m										0,20 m										0,20 m										0,60 m										0,40 m																	
Schwellenabstand (J/N):		j Wert => 70,00										j Wert => 70,00										j Wert => 70,00										j Wert => 100,00										j Wert => 75,00																	
Schwelle:		n										n										N										N										N																	
Schwellenabstand:		70,00										70,00										70,00										100,00										75,00																	
Eintauchtiefe:		0,15										0,15										0,15										0,59										0,39																	
Grabenwinkel		alpha= 0,5956										alpha= 0,5956										alpha= 1,0920										alpha= 1,5220										alpha= 1,1132																	
Grabenradius		r= 6,8167										r= 6,8167										r= 4,8143										r= 2,5375										r= 3,3125																	
Schwelle		unten oben										unten oben										unten oben										unten oben										unten oben																	
A		0,6400 0,4636										0,6400 0,4636										0,5200 0,3739										1,1400 1,0985										0,9200 0,8888																	
I _u		3,6944 3,4690										3,3107 3,4690										2,7851 2,8690										3,5627 3,3229										3,2895 3,2436																	
b wsp		3,6000 3,3984										3,6000 3,3984										3,0000 2,7984										3,1000 3,0460										3,1000 3,0595																	
alpha Wsp		0,4857 0,4198										0,4857 0,4198										0,5785 0,4999										1,4040 1,3875										0,9930 0,9801																	
V ₁ (Methode 1; verwendet)		38,6274										38,6274										31,2858										111,9257										67,8307																	
V ₂ (Methode 2)		25,1526										25,1526										21,1034										132,3336										62,7293																	
V _{Gesamt} (n Abschnitte)		0,43 x 16,5546										0,93 x 35,8683										0,63 x 19,5880										0,00 x 0,0000										0,00 x 0,0000																	
SV _{vorh} =		72,01										70,52										= V _{erf.}										Nachweis erfüllt																											

[illegible]

Einzugsfläche A_{E1} :	20730,0	S Einzugsfläche A_{E1} im EA 1:	49369,9	befestigte Fläche $A_{b,E1}$:	13207,5
undurchlässige Fläche A_{u1} :	12445,6	S undurchlässige Fläche A_{u1} im EA 1:	29343,8	S befestigte Fläche $A_{b,u1}$:	31041,6
Abgabe an Versickerungsgraben:	128,6	Abgabe an Versickerungsmulden/-gräben gesamt:	303,1	Drosselabfluss Q_{Dr} in Einleitstelle E2:	21,2
		S Drosselabfluss Q_{Dr} in Fünfhausener-Landweg-Wettern:	49,9		

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsgraben -rechts-: Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	$A_U =$	12445,55	$m^2 =$	1,24456	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min		
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	17	$l/(s \cdot ha)$		für Fünfhausener-Landweg-Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge Graben	$L_{Graben} =$	700,00	m		
Breite Graben	$B_{Graben} =$	4,00	m		
Ermittlung der Versickerungsleistung:					
angeschlossene Fläche:	$A_U =$	1,24	ha		
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} \cdot A_U$	$= 17 \cdot$	1,24456	ha
	$Q_{Dr} =$	21,16	$l/s =$	0,021157	m^3/s
Ermittlung des Speichervolumens:					
für $A_S = \text{konst.}$ und $l_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:	$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tol}$			
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	$V =$	$((A_U + A_{MGr}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tol}$			

Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Graben beträgt		494,22 m³.
bei einer Regendauer von		60 min
Nachweis der Einstauhöhe:		
$z_M =$	V / A_S	
$z_{M, \text{erf.}} =$	0,21 m	< 0,35 m = $z_{M, \text{vorh.}}$
Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.		
Nachweis der Entleerungszeit:		
vorh. $t_E = 2 \cdot z_M / k_{f,u} =$	0,0 sec. =	0,0 Stunden < 24 h = zul t_E
Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit. Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.		

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr.	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmuld	1,00E-05	1	1,00E-05
Mittelwert			1,00E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Graben wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f , nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n)$ [$l/(s \cdot ha)$]	Speichervolumen V [m^3]
5	400,0	180,89
10	291,7	259,49
15	237,8	312,86
20	203,3	351,96
30	161,1	408,36
45	125,2	459,93
60	104,2	494,22
90	75,0	493,09
120	59,3	479,49
180	42,7	436,98
240	33,8	380,87
360	24,3	248,25
maßgebendes Speichervolumen:		494,22

Grabendaten (z.B.: Volumen)										
	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:	l _M = 130,00 m		l _M = 150,00 m		l _M = 100,00 m		l _M = 215,00 m		l _M = 105,00 m	
Grabenbreite:	b _M = 4,00 m		b _M = 4,00 m		b _M = 4,00 m		b _M = 4,00 m		b _M = 4,80 m	
Grabentiefe:	t _M = 0,30 m		t _M = 0,30 m		t _M = 0,30 m		t _M = 0,30 m		t _M = 0,50 m	
Sohlbreite:	b _{Sohle} = 2,80 m		b _{Sohle} = 2,80 m		b _{Sohle} = 2,80 m		b _{Sohle} = 2,80 m		b _{Sohle} = 2,80 m	
Böschungsneigung:	m = 2,00		m = 2,00		m = 2,00		m = 2,00		m = 2,00	
Sohlgefälle:	l _{Sohle} = 0,00 ‰		l _{Sohle} = 0,00 ‰		l _{Sohle} = 0,00 ‰		l _{Sohle} = 0,00 ‰		l _{Sohle} = 0,00 ‰	
Schwellenhöhe:	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,40 m	
Schwellenabstand (J/N):	j Wert => 50,00		j Wert => 50,00		j Wert => 50,00		j Wert => 50,00		j Wert => 50,00	
Schwelle:	n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:	50,00		50,00		50,00		50,00		50,00	
Eintauchtiefe:	0,20		0,20		0,20		0,20		0,40	
Grabenwinkel	alpha= 0,5956		alpha= 0,5956		alpha= 0,5956		alpha= 0,5956		alpha= 0,8216	
Grabenradius	r= 6,8167		r= 6,8167		r= 6,8167		r= 6,8167		r= 6,0100	
Schwelle	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	1,4400	1,4400
I _u	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	4,5889	4,5889
b wsp	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	4,4000	4,4000
alpha Wsp	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,7338	0,7338
V ₁ (Methode 1; verwendet)	32,0000		32,0000		32,0000		32,0000		72,0000	
V ₂ (Methode 2)	32,0000		32,0000		32,0000		32,0000		72,0000	
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	2,60 x	83,2000	3,00 x	96,0000	2,00 x	64,0000	4,30 x	137,6000	2,10 x	151,2000
SV _{vorh} =	532,00		> 494,22		= V _{erf.}		Nachweis erfüllt			

[illegible]

Einzugsfläche A_n:	3255,7
undurchlässige Fläche A_{un}:	618,8
Abgabe an geplante Entwässerungsanlage der AdB:	6,39

--> 6,39 l/s werden an die geplante Regenwasserbehandlungsanlage der AdB im Ostohr der AS HH-Harburg abgegeben.

[illegible]

Einzugsfläche A_n:	3712,5
undurchlässige Fläche A_{un}:	518,8
Abgabe an geplante Entwässerungsanlage der AdB:	5,36

--> 5,36 l/s werden an die geplante Regenwasserbehandlungsanlage der AdB im Ostohr der AS HH-Harburg abgegeben.

[illegible]

[illegible]

Einzugsfläche A_g:	2603,0
-------------------------------------	---------------

undurchlässige Fläche A_{II}:	2115,8
---	---------------

Abgabe an Versickerungsmulde:	21,86
--------------------------------------	--------------

Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)

versiegelte Fläche:	$A_U =$	2115,81	$m^2 =$	0,21158	ha	(undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min			
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches			(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a			Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min			
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f =$	1,50E-05	m/s			
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10				hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15				gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge der Mulde	$L_{Mulde} =$	100,00	m			
Breite der Mulde	$B_{Mulde} =$	3,00	m			(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst
$A_{Berf}/A_{S,Mulde} =$	7		< 15 --> 20 cm bewachsene			bei Vollfüllung wirksam wird)
			Bodenzone für Reinigungswirkung ausreichend			

Versickerungsfläche: $A_S =$ $A_S =$	L_{Mulde} 100,00	$*$ $*$	B_{Mulde} 3,00	$=$	300 m ²
Versickerungsleistung: $Q_S =$ $Q_S =$	$k_f / 2 * A_S$ 2.25E-03	$m^3/s =$	2,25	l/s	

für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:

(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$$V = (Q_{zu} - Q_S) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tot}$$

$$V = ((A_{I1} + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot k_D/2) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tot}$$

Versuch Nr	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmuld	1,50E-05	1	1,50E-05

Mittelwert			1,50E-05

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_i nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende $r_D(n) [l/(s \cdot ha)]$	Speichervolumen $V [m^3]$
5	400,0	31,26
10	291,7	45,14
15	237,8	54,72
20	203,3	61,88
30	161,1	72,49
45	125,2	82,79
60	104,2	90,15
90	75,0	93,03
120	59,3	93,78
180	42,7	92,69
240	33,8	89,28
360	24,3	79,00
maßgebendes Speichervolumen:		93,78

Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt
bei einer Regendauer von

120 min

93,78 m³.

Nachweis der Einstauhöhe:

$z_M =$

V / A_S

$z_{M, \text{erf.}} =$

0,31 m

$<$

0,70 m

$= z_{M, \text{vorh.}}$

Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

Nachweis der Entleerungszeit:

$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_{f,u} =$

83.362,4 sec. =

23,2 Stunden

$<$

24 h = zul t_E

Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit.
Damit ist die flächenhafte Muldenversickerung gewährleistet.

Muldenabstand (z.B.: Volumen)										
	Muldenabschnitt 1		Muldenabschnitt 2		Muldenabschnitt 3		Muldenabschnitt 4		Muldenabschnitt 5	
Muldenlänge:	l _M = 20,00 m		l _M = 20,00 m		l _M = 20,00 m		l _M = 20,00 m		l _M = 20,00 m	
Muldenbreite:	b _M = 3,50 m		b _M = 3,50 m		b _M = 3,50 m		b _M = 3,50 m		b _M = 3,50 m	
Muldentiefe:	t _M = 0,70 m		t _M = 0,70 m		t _M = 0,70 m		t _M = 0,70 m		t _M = 0,70 m	
Sohlgefälle:	l _{Sohle} = 0,40 ‰		l _{Sohle} = 2,00 ‰		l _{Sohle} = 1,00 ‰		l _{Sohle} = 2,20 ‰		l _{Sohle} = 1,20 ‰	
Schwellenhöhe:	0,60 m		0,60 m		0,60 m		0,60 m		0,60 m	
Schwellenabstand (J/N):	j Wert => 20,00		j Wert => 20,00		j Wert => 20,00		j Wert => 20,00		j Wert => 20,00	
Schwelle:	n		n		n		n		n	
Schwellenabstand:	20,00		20,00		20,00		20,00		20,00	
Eintauchtiefe:	0,52		0,20		0,40		0,16		0,36	
Muldenwinkel	alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220	
Muldenradius	r= 2,5375		r= 2,5375		r= 2,5375		r= 2,5375		r= 2,5375	
Schwelle	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A	1,3454	1,0910	1,3454	0,2655	1,3454	0,7417	1,3454	0,1904	1,3454	0,6348
I _u	3,5627	3,3072	3,5627	2,0284	3,5627	2,8884	3,5627	1,8118	3,5627	2,7364
b wsp	3,2772	3,0781	3,2772	1,9748	3,2772	2,7350	3,2772	1,7736	3,2772	2,6057
alpha Wsp	1,4040	1,3033	1,4040	0,7994	1,4040	1,1383	1,4040	0,7140	1,4040	1,0784
V ₁ (Methode 1; n. verwendet)	24,3642		16,1084		20,8704		15,3579		19,8020	
V ₂ (Methode 2)	24,3377		15,2548		20,6901		14,2812		19,5344	
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	1,00 x	24,3377	1,00 x	15,2548	1,00 x	20,6901	1,00 x	14,2812	1,00 x	19,5344
SV _{vorh} =	94,10		> 93,78		= V _{erf.}		Nachweis erfüllt			

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung												
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet					Abfl.-beiw.	undurchfl. F	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis	
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqui}	A _U [m²]	einzelh [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzelh [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]
Abschnitt 0+000,00 0+040,00	40,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	702,0	7,25														
		Fb-D	Fb-D	40,0	19,5	780																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	40,0	2,5	100																	
	Da	bBZ	40,0	4,0	160																		
40,0						Abschnitt 1:	642,5	6,64	6,64														
						642,5		6,64															
						642,5		6,64															
Abschnitt 0+040,00 0+080,00	40,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	828,0	8,55														
		Fb-D	Fb-D	40,0	23,0	920																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	40,0	1,5	60																	
	Da	bBZ	40,0	3,5	140																		
40,0						Abschnitt 2:	751,1	7,76	7,76														
						1393,7		14,40															
						1393,7		14,40															
Abschnitt 0+080,00 0+130,00	50,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	270,0	2,79														
		Fb-D	Fb-D	50,0	6,0	300																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	50,0	1,5	75																	
	Da	bBZ	50,0	4,0	200																		
50,0						Abschnitt 2:	150,5	1,55	1,55														
						1544,2		15,95															
						1544,2		15,95															

[illegible]

Einzugsfläche A_e:	4480,0
--	---------------

befestigte Fläche $A_{b,a}$:	2660,0
-------------------------------	--------

undurchlässige Fläche A_{II} :	2355,3
----------------------------------	--------

Abgabe anStraßengraben:	24,33
-------------------------	-------

Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)

Berechnungsgrundlagen

versiegelte Fläche:	$A_U =$	2355,34	$m^2 =$	0,23553	ha	(undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min			
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches			(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a			Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min			
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	3	$l/(s \cdot ha)$			für Neuländer Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_Z =$	1,10				hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tot} =$	1,15				gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge des Grabens	$L_{Graben} =$	240,00	m			
Breite des Grabens	$B_{Graben} =$	2,00	m			

Ermittlung der Versickerungsleistung:

angeschlossene Fläche:	$A_U =$	0,24	ha
Drosselabflusssspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U = 3 *$	0,23553 ha
	$Q_{Dr} =$	0.71 l/s =	0.000707 m³/s

Ermittlung des Speichervolumens:

für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:

$$V = (Q_{zu} - Q_S) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tot}$$

(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$$V = ((A_U + A_{M(G)}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tot}$$

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeits-
beiwertes der ungesättigten Zone
(Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)

Versuch Nr.	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1.50E-05

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_i nach RAS-EW für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	35,49
10	291,7	51,61
15	237,8	62,96
20	203,3	71,62
30	161,1	84,79
45	125,2	98,31
60	104,2	108,55
90	75,0	115,84
120	59,3	120,78
180	42,7	127,75
240	33,8	132,15
360	24,3	137,08
maßgebendes Speichervolumen:		137,08

Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen des Grabens beträgt bei einer Regendauer von	137,08 m³.
Nachweis der Einstauhöhe:	
$z_M = V / A_S$	
$z_{M, \text{erf.}} = 0,38 \text{ m} < 0,50 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$	
Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.	
Nachweis der Entleerungszeit:	
vorh. $t_E = 2 \cdot z_M / k_{i,u} = 0,5 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$	
Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit. Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.	

Grabendaten (z.B.: Volumen)										
	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:	$l_M =$	40,00 m	$l_M =$	40,00 m	$l_M =$	50,00 m	$l_M =$	110,00 m	$l_M =$	0,00 m
Grabenbreite:	$b_M =$	2,50 m	$b_M =$	2,50 m	$b_M =$	2,50 m	$b_M =$	2,50 m	$b_M =$	2,00 m
Grabentiefe:	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,50 m
Sohlbreite:	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	1,30 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m
Böschungsneigung:	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	1,50
Sohlgefälle:	$i_{\text{Sohle}} =$	0,04 %	$i_{\text{Sohle}} =$	0,04 %	$i_{\text{Sohle}} =$	0,04 %	$i_{\text{Sohle}} =$	0,04 %	$i_{\text{Sohle}} =$	0,15 %
Schwellenhöhe:	0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m	
Schwellenabstand (J/N):	j	Wert => 80,00	j	Wert => 80,00	j	Wert => 80,00	j	Wert => 80,00	j	Wert => 140,00
Schwelle:	n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:	80,00		80,00		80,00		80,00		140,00	
Eintauchtiefe:	0,37		0,37		0,37		0,37		0,19	
Grabenwinkel	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	0,9422	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	1,8546
Grabenradius	$r =$	1,8125	$r =$	1,8125	$r =$	2,7542	$r =$	1,8125	$r =$	1,2500
Schwelle	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A	0,5200	0,5491	0,5200	0,5491	0,8400	0,6844	0,5200	0,5491	0,4400	0,1706
I_u	2,2889	2,3510	2,4550	2,3510	3,0059	2,8802	2,4550	2,3510	2,0576	1,3965
b wsp	2,1000	2,1896	2,1000	2,1896	2,9000	2,7507	2,1000	2,1896	1,7000	1,3250
alpha Wsp	1,3545	1,2971	1,3545	1,2971	1,0914	1,0458	1,3545	1,2971	1,6461	1,1172
V_1 (Methode 1; n. verwendet)	42,7652		42,7652		60,9766		42,7652		42,7393	
V_2 (Methode 2)	46,7685		46,7685		58,3208		46,7685		46,1920	
V_{Gesamt} (n Abschnitte)	0,50 x	23,3843	0,50 x	23,3843	0,63 x	36,4505	1,38 x	64,3067	0,00 x	0,0000
SV _{vorh} =	147,53		> 137,08		= V _{erf.}		Nachweis erfüllt			

Entwässerungsabschnitt 2: dränkter Filtergraben (links 3)	
Bau-km:	31+148 bis 31+240
Abschnitt	2.1.3

Eingangswerte:				Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:			
r_{krit}	=	15,00	l/(s*ha)	für Reinigungswirkung			
$r_{15,1}$	=	103,30	l/(s*ha)	für Grabenversicker.			
D	=	15	min				
kb	=	1,50	mm				
					Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung		Fb-A
					Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)		Fb-E
					Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß		Fb-D
					Bankette		Ba
					Dammböschungen		Da
					Einschnittsböschungen		Ein
					Mulden/Gräben (Versickerung)		Mu/Gr-V
					Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)		Mu/Gr-T
					unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen		u-Fl
					bewachsene Bodenzone		bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung														
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis			
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqui}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
Abschnitt 31+147.90 31+240.00	92,1	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				0,90	1616,4	16,70																
Fb-D Fb-D 92,1 19,5 1796																								
Entwässerung über bewachsene Bodenzone																								
Ba Ba 92,1 2,5 230																								
Da bBZ 92,1 1,9 175																								
Graben 31+147.90 31+240.00	92,1					Abschnitt 1:	1660,6	17,15	17,15															
							1660,6		17,15															
		übriges Einzugsgebiet				Übertrag:	1660,6		17,15															
		Mu/Gr-V Mu/Gr-V 92,1 4,0 368				1,00	368,4	3,81																
						Abschnitt 3:	368,4	3,81	3,81															
	92,1						2029,0		20,96															

Einzugsfläche A_e : 2569,7

befestigte Fläche $A_{b,a}$: 1796,0

undurchlässige Fläche $A_{U,}$: 2029,0

Abgabe an Versickerungsmulde: 20,96

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-: Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	A _U =	2028,99	m² =	0,20290	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	T =	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	a =	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	n =	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	D =	5	min		
Drosselabflussspende	q _{Dr} =	3	l/(s*ha)		für Neuländer Wetterm
Zuschlagsfaktor	f _z =	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	f _{Tol} =	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge des Grabens	L _{Graben} =	92,10	m		
Breite des Grabens	B _{Graben} =	4,00	m		
Ermittlung der Versickerungsleistung:					
angeschlossene Fläche:	A _U =	0,20	ha		
Drosselabflussspende:	Q _{Dr} =	q _{Dr} * A _U	= 3 * 0,20290	ha	
	Q _{Dr} =	0,61	l/s =	0,000609	m³/s
Ermittlung des Speichervolumens:					
für A _S = konst. und I _{hy} = 1 = konstant gilt:	V =	(Q _{zu} - Q _s) * D * 60 * f _z * f _{Tol}			
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	V =	((A _U + A _{M(G)}) * 10 ⁻⁷ * r _{D(n)} - Q _{Dr}) * D * 60 * f _z * f _{Tol}			

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeits- beiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr	k _r -Siebl.	Korr.faktor	k _r -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k _r nach RAS- EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	30,57
10	291,7	44,46
15	237,8	54,24
20	203,3	61,69
30	161,1	73,04
45	125,2	84,68
60	104,2	93,51
90	75,0	99,79
120	59,3	104,04
180	42,7	110,05
240	33,8	113,84
360	24,3	118,09
maßgebendes Speichervolumen:		118,09

Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.

$$SV_{\text{vorh}} = 124,10 > 118,09 = V_{\text{erf.}} \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Abschnitt 31+560.00 31+640.00 BW 486	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	5946,0		61,42											
		Fb-D Fb-D 80,0 19,0 1520					0,90	1368,0	14,13												
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	72,3	0,75												
		Ba Ba 80,0 1,0 80					Abschnitt 2:	1440,3	14,88	14,88	1,00	1,000	14,9	0,62	300		1,09		1,22	6,11	1,000
	80,0							7386,2		76,30											
Mulde 31+240.00 31+640.00	400,0	übriges Einzugsgebiet					Übertrag:	7386,2		76,30											
		Mu/Gr-V Mu/Gr-V 400,0 1,50 600					1,00	600,0	6,20												
	400,0						Abschnitt 3:	600,0	6,20	6,20											
								7986,2		82,50											

Einzugsfläche A_{Ez} : 8805,0

befestigte Fläche $A_{b,af}$: 7662,5

undurchlässige Fläche A_{Uz} : 7986,2

Drosselabfluss Q_{Dr} in Einleitstelle E5: 3,7

Abgabe an Versickerungsmulde: 82,50

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-: Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	$A_U =$	7986,23	$m^2 =$	0,79862	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min		
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f =$	1,50E-05	m/s		
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	3	l/(s*ha)		für Neuländer Wettern
Länge der Mulde	$L_{Mulde} =$	400,00	m		
Breite der Mulde	$B_{Mulde} =$	1,25	m		(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)
Ermittlung der Versickerungsleistung:					
Versickerungsfläche:	$A_S =$	L_{Mulde}	*	B_{Mulde}	
	$A_S =$	400,00	*	1,25	= 500 m^2
Versickerungsleistung:	$Q_S =$	$k_f / 2 * A_S$			
	$Q_S =$	3,75E-03	$m^3/s =$	3,75	l/s
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U$	= 3 *	0,79862 ha	für Neuländer Wettern gem.
	$Q_{Dr} =$	2,40	l/s =	0,002396 m^3/s	Vorgaben BA HH-Harburg
Ermittlung des Speichervolumens:					
für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{ny} = 1 = \text{konstant}$ gilt:					
		$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$		
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)		$V =$	$((A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f / 2) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$		

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr.	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n)$ [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m^3]
5	400,0	119,81
10	291,7	173,97
15	237,8	211,95
20	203,3	240,77
30	161,1	284,42
45	125,2	328,70
60	104,2	361,89
90	75,0	383,54
120	59,3	397,18
180	42,7	414,66
240	33,8	423,40
360	24,3	427,80
maßgebendes Speichervolumen:		427,80

Damit ist die flächenhafte Muldenversickerung gewährleistet.

Muldenabschnitt 1												Muldenabschnitt 2				Muldenabschnitt 3				Muldenabschnitt 4				Muldenabschnitt 5			
Muldenlänge:	l _M = 80,00 m				l _M = 80,00 m				l _M = 80,00 m				l _M = 80,00 m				l _M = 80,00 m				l _M = 80,00 m						
Muldenbreite:	b _M = 1,50 m				b _M = 1,50 m				b _M = 1,50 m				b _M = 1,50 m				b _M = 1,50 m				b _M = 1,50 m						
Muldentiefe:	t _M = 0,30 m				t _M = 0,30 m				t _M = 0,30 m				t _M = 0,30 m				t _M = 0,30 m				t _M = 0,30 m						
Sohlgefälle:	l _{Sohle} = 1,00 %				l _{Sohle} = 1,20 %				l _{Sohle} = 1,50 %				l _{Sohle} = 1,70 %				l _{Sohle} = 1,70 %				l _{Sohle} = 1,70 %						
Schwellenhöhe:	0,25 m				0,25 m				0,25 m				0,25 m				0,25 m				0,25 m						
Schwellenabstand (J/N):	j Wert => 80,00				j Wert => 80,00				j Wert => 80,00				j Wert => 80,00				j Wert => 80,00				j Wert => 40,00						
Schwelle:	n				n				n				N				N				N						
Schwellenabstand:	80,00				80,00				80,00				80,00				40,00				40,00						
Eintauchtiefe:	0,00				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00						
Muldenwinkel	alpha= 1,5220				alpha= 1,5220				alpha= 1,5220				alpha= 1,5220				alpha= 1,5220				alpha= 1,5220						
Muldenradius	r= 1,0875				r= 1,0875				r= 1,0875				r= 1,0875				r= 1,0875				r= 1,0875						
Schwelle	unten oben				unten oben				unten oben				unten oben				unten oben				unten oben						
A	0,2371 0,0000				0,2371 0,0000				0,2371 0,0000				0,2371 0,0000				0,2371 0,0000				0,2371 0,0000						
l _u	1,5046 0,0000				1,5046 0,0000				1,5046 0,0000				1,5046 0,0000				1,5046 0,0000				1,5046 0,0000						
b _{wsp}	1,3874 0,0000				1,3874 0,0000				1,3874 0,0000				1,3874 0,0000				1,3874 0,0000				1,3874 0,0000						
alpha _{Wsp}	1,3836 0,0000				1,3836 0,0000				1,3836 0,0000				1,3836 0,0000				1,3836 0,0000				1,3836 0,0000						
V ₁ (Methode 1; n. verwendet)	9,4856				9,4856				9,4856				9,4856				9,4856				4,7428						
V ₂ (Methode 2)	2,3964				1,9970				1,5976				1,4097				1,4097				1,4097						
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	1,00 x 2,3964				1,00 x 1,9970				1,00 x 1,5976				1,0 x 1,4097				2,0 x 2,8193										
SV _{vorh} = 10,22 < 427,80 = V _{erf.} NW nicht erfüllt																											
--> 417,58 m³ Wasser werden an den Graben am Dammfuß abgegeben																											

Grabenabstand (z.B.: Volumen)											
		Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:		$l_M =$	330,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
Grabenbreite:		$b_M =$	6,00 m	$b_M =$	6,00 m	$b_M =$	6,00 m	$b_M =$	6,00 m	$b_M =$	6,00 m
Grabentiefe:		$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	1,00 m	$t_M =$	1,00 m	$t_M =$	1,00 m	$t_M =$	1,00 m
Sohlbreite:		$b_{Sohle} =$	4,00 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m
Böschungsneigung:		$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
Sohlgefälle:		$i_{Sohle} =$	0,02 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,15 %
Schwellenhöhe:		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m	
Schwellenabstand (J/N):		j	Wert => 100,00	j	Wert => 40,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 140,00
Schwelle:		n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:		100,00		40,00		240,00		240,00		140,00	
Eintauchtiefe:		0,38		0,40		0,40		0,40		0,19	
Grabenwinkel		$\alpha =$	0,6606	$\alpha =$	1,2870	$\alpha =$	1,2870	$\alpha =$	1,2870	$\alpha =$	1,2870
Grabenradius		$r =$	9,2500	$r =$	5,0000	$r =$	5,0000	$r =$	5,0000	$r =$	5,0000
Schwelle		unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A		1,9200	1,3351	0,4400	1,0538	0,4400	1,0538	0,4400	1,0538	0,4400	0,3472
I_u		5,7889	5,3212	4,0272	4,0272	4,0272	4,0272	4,0272	4,0272	4,0272	2,7656
b wsp		5,6000	5,2481	1,7000	3,9192	1,7000	3,9192	1,7000	3,9192	1,7000	2,7305
alpha_Wsp		0,5903	0,5753	0,8054	0,8054	0,8054	0,8054	0,8054	0,8054	0,8054	0,5531
V_1 (Methode 1; n. verwendet)		162,7537		29,8755		179,2529		179,2529		55,1039	
V_2 (Methode 2)		138,8003		29,8755		179,2529		179,2529		95,1767	
V_{Gesamt} (n Abschnitte)		3,30 x	458,0410	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
$SV_{vorrh} =$		458,04		> 417,58		$= V_{erf.}$				Nachweis erfüllt	

[illegible]

Mulde 31+640,00 31+710,00	70,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V Mu/Gr-V	70,0	1,50	105	Übertrag: 1,00	1881,3 105,0	1,08	19,43														
	70,0					Abschnitt 3:	105,0 1986,3	1,08	1,08 20,52														

Einzugsfläche A_{Ez} : **2195,0**

befestigte Fläche $A_{b,ez}$: **1995,0**

undurchlässige Fläche A_{Uz} : **1986,3**

Drosselabfluss Q_{Dr} in Einleitstelle E7: **0,6**

Abgabe an Versickerungsmulde: **20,52**

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-:						
Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)						
<u>Berechnungsgrundlagen</u>						
versiegelte Fläche:	$A_U =$	1986,30	$m^2 =$	0,19863	ha	(undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min			
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches			(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a			Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min			
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f =$	1,50E-05	m/s			
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10				hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tot} =$	1,15				gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	3	l/(s*ha)			für Neuländer Wettern
Länge der Mulde	$L_{Mulde} =$	70,00	m			
Breite der Mulde	$B_{Mulde} =$	1,25	m			(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)
<u>Ermittlung der Versickerungsleistung:</u>						
Versickerungsfläche:		$A_S =$	L_{Mulde}	*	B_{Mulde}	
		$A_S =$	70,00	*	1,25	= 87,5 m ²
Versickerungsleistung:		$Q_S =$	$k_f / 2 * A_S$			
		$Q_S =$	6,56E-04	m ³ /s =	0,66	l/s
Drosselabflussspende:		$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U$	= 3 *	0,19863 ha	für Neuländer Wettern gem.
		$Q_{Dr} =$	0,60	l/s =	0,000596 m ³ /s	Vorgaben BA HH-Harburg
<u>Ermittlung des Speichervolumens:</u>						
für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:						
$V = (Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tot}$						
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)						
$V = ((A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f / 2) * D * 60 * f_z * f_{Tot}$						

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n)$ [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m^3]
5	400,0	29,90
10	291,7	43,48
15	237,8	53,03
20	203,3	60,30
30	161,1	71,37
45	125,2	82,70
60	104,2	91,27
90	75,0	97,28
120	59,3	101,30
180	42,7	106,91
240	33,8	110,34
360	24,3	113,95
maßgebendes Speichervolumen:		113,95

Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt
bei einer Regendauer von

113,95 m³.
360 min

Nachweis der Einstauhöhe:

$z_M =$

V / A_S

$z_{M, \text{erf.}} =$

1,30 m

$>$

0,30 m

$= z_{M, \text{vorh.}}$

Die vorhandene Stauhöhe ist kleiner als die erforderliche Stauhöhe. Das überschüssige Wasser wird an den Graben abgegeben.

Nachweis der Entleerungszeit:

$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_{f,u} =$

80.000,0 sec.

$=$

22,2 Stunden

$<$

24 h

$= \text{zul } t_E$

Die vorhandene Entleerungszeit ist größer als die zulässige Entleerungszeit.
Bei Starkniederschlägen wird das anfallende Niederschlagswasser über Ablaufschächte in Böschungsfußgräben eingeleitet.

Muldenabschnitt 1										
Muldenabschnitt 2										
Muldenabschnitt 3										
Muldenabschnitt 4										
Muldenabschnitt 5										
Muldenlänge:	l _M = 60,00 m		l _M = 10,00 m		l _M = 0,00 m		l _M = 0,00 m		l _M = 0,00 m	
Muldenbreite:	b _M = 1,50 m		b _M = 1,50 m		b _M = 1,50 m		b _M = 1,50 m		b _M = 1,50 m	
Muldentiefe:	t _M = 0,30 m		t _M = 0,30 m		t _M = 0,30 m		t _M = 0,30 m		t _M = 0,30 m	
Sohlgefälle:	l _{Sohle} = 1,70 ‰		l _{Sohle} = 1,70 ‰		l _{Sohle} = 1,50 ‰		l _{Sohle} = 1,70 ‰		l _{Sohle} = 1,70 ‰	
Schwellenhöhe:	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m	
Schwellenabstand (J/N):	j Wert => 20,00		j Wert => 20,00		j Wert => 80,00		j Wert => 80,00		j Wert => 40,00	
Schwelle:	n		n		n		N		N	
Schwellenabstand:	20,00		20,00		80,00		80,00		40,00	
Eintauchtiefe:	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Muldenwinkel	alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220	
Muldenradius	r= 1,0875		r= 1,0875		r= 1,0875		r= 1,0875		r= 1,0875	
Schwelle	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000
I _u	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000
b _{wsp}	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000
alpha _{Wsp}	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000
V ₁ (Methode 1; n. verwendet)	1,7094		1,7094		6,8378		6,8378		3,4189	
V ₂ (Methode 2)	0,8111		0,8111		0,9193		0,8111		0,8111	
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	3,00 x 2,4334		0,50 x 0,4056		0,00 x 0,0000		0,0 x 0,0000		0,0 x 0,0000	
SV _{vorh} =	2,84		< 113,95		= V _{erf.}		NW nicht erfüllt			
			--> 111,11		m³ Wasser werden an den Graben am Dammfuß abgegeben					

Grabendaten (z.B.: Volumen)										
	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:	$l_M =$	60,00 m	$l_M =$	60,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
Grabenbreite:	$b_M =$	5,20 m	$b_M =$	6,00 m	$b_M =$	5,20 m	$b_M =$	5,20 m	$b_M =$	5,20 m
Grabentiefe:	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	1,70 m	$t_M =$	1,70 m	$t_M =$	1,70 m
Sohlbreite:	$b_{Sohle} =$	4,00 m	$b_{Sohle} =$	4,00 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m
Böschungsneigung:	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
Sohlgefälle:	$i_{Sohle} =$	0,02 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,15 %
Schwellenhöhe:	0,20 m		0,40 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m	
Schwellenabstand (J/N):	j	Wert => 60,00	j	Wert => 60,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 140,00
Schwelle:	n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:	60,00		60,00		240,00		240,00		140,00	
Eintauchtiefe:	0,19		0,40		0,20		0,20		0,00	
Grabenwinkel	$\alpha =$	0,4595	$\alpha =$	0,6606	$\alpha =$	2,3163	$\alpha =$	2,3163	$\alpha =$	2,3163
Grabenradius	$r =$	11,4167	$r =$	9,2500	$r =$	2,8382	$r =$	2,8382	$r =$	2,8382
Schwelle	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A	0,8800	0,5181	1,9200	1,4414	0,1600	0,2811	0,1600	0,2811	0,1600	0,0000
I_u	4,8944	4,1495	5,4604	5,4604	2,1437	2,1437	2,1437	2,1437	2,1437	0,0000
b wsp	4,8000	4,1267	5,6000	5,3814	1,1000	2,0931	1,1000	2,0931	1,1000	0,0000
alpha Wsp	0,3749	0,3635	0,5903	0,5903	0,7553	0,7553	0,7553	0,7553	0,7553	0,0000
V_1 (Methode 1; n. verwendet)	41,9420		100,8413		52,9334		52,9334		11,2000	
V_2 (Methode 2)	32,5851		100,8413		52,9334		52,9334		15,0388	
V_{Gesamt} (n Abschnitte)	1,00 x	32,5851	1,00 x	100,8413	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
$SV_{vorh} =$	133,43		> 111,11		$= V_{erf.}$				Nachweis erfüllt	

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung																									
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet					Abfl.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis														
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqui}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	i [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]													
Abschnitt 30+905.00 30+920.00	15,0		FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				0,90	256,5	2,65																											
		Fb-D	Fb-D	15,0	19,0	285																														
			Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																	
		Ba	Ba	15,0	1,5	23	0,90	20,3	0,21																											
	Da	bBZ	15,0	0,6	9	-0,94	-8,4	-0,09																												
	15,0						Abschnitt 1:	268,4	2,77	2,77																										
							268,4		2,77																											
Abschnitt 30+920.00 30+940.00	20,0		FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				0,90	342,0	3,53																											
		Fb-D	Fb-D	20,0	19,0	380																														
			Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																	
		Ba	Ba	20,0	1,5	30	0,90	27,1	0,28																											
	Da	bBZ	20,0	0,8	15	-0,94	-14,0	-0,15																												
	20,0						Abschnitt 2:	355,1	3,67	3,67																										
							623,5		6,44																											
Abschnitt 30+940.00 30+960.00	20,0		FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				0,90	342,0	3,53																											
		Fb-D	Fb-D	20,0	19,0	380																														
			Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																	
		Ba	Ba	20,0	3,5	70	0,90	63,2	0,65																											
	Da	bBZ	20,0	1,0	20	-0,94	-18,7	-0,19																												
	20,0						Abschnitt 2:	386,5	3,99	3,99																										
							1010,0		10,43																											

Einzugsfläche A_{e}:	1404,0
undurchlässige Fläche A_{ul}:	1202,5
Abgabe an Versickerungsmulde:	12,42

Versuch Nr	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmuld	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	17,78
10	291,7	25,68
15	237,8	31,15
20	203,3	35,23
30	161,1	41,29
45	125,2	47,19
60	104,2	51,42
90	75,0	53,15
120	59,3	53,67
180	42,7	53,24
240	33,8	51,49
360	24,3	46,03
maßgebendes Speichervolumen:		53.67

Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt
bei einer Regendauer von

53,67 m³.
120 min

Nachweis der Einstauhöhe:

$z_M =$

V / A_S

$z_{M, \text{erf.}} =$

0,33 m

$<$

0,70 m

$= z_{M, \text{vorh.}}$

Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

Nachweis der Entleerungszeit:

$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_{f,u} =$

86.745,6 sec. =

24 Stunden

$<$

24 h = zul t_E

Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit.
Damit ist die flächenhafte Muldenversickerung gewährleistet.

Muldenabstand (J/N):										
Schwelle:										
Schwellenabstand:										
Eintauchtiefe:										
Muldenwinkel										
Muldenradius										
Schwelle										
A										
I _u										
b wsp										
alpha Wsp										
V ₁ (Methode 1; n. verwendet)										
V ₂ (Methode 2)										
V _{Gesamt} (n Abschnitte)										
SV _{vorh} =		54,86	>	53,67	=	V _{erf.}	Nachweis erfüllt			

[illegible]

Abschnitt 0+105,00 0+152,58	47,6	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone						Übertrag:	150,5		1,55										
		Fb-D	Fb-D	47,6	23,0	1094		0,90	984,8	10,17											
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																			
		Ba	Ba	47,6	2,0	95		0,90	85,9	0,89											
		Da	bBZ	47,6	6,0	285		-0,94	-267,2	-2,76											
Graben 0+000,00 0+152,58	47,6							Abschnitt 2:	803,5	8,30	8,30										
									954,1		9,86										
	152,6	übriges Einzugsgebiet						Übertrag:	954,1		9,86										
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-	152,6	4,0	610		1,00	610,3	6,30											
								Abschnitt 3:	610,3	6,30	6,30										
									1564,4		16,16										
	152,6																				

Einzugsfläche A _e :	3485,2	befestigte Fläche A _{b,e} :	1724,2
undurchlässige Fläche A _U :	1564,4		
Abgabe an Versickerungsmulde in Neuländer Straße:	16,16		

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsgraben Rampe 1.4 -rechts-: Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)						
<u>Berechnungsgrundlagen</u>						
versiegelte Fläche:	$A_U =$	1564,37	$m^2 =$	0,15644	ha	(undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min			
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches			(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a			Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min			
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	3	l/(s*ha)			für Neuländer Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10				hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15				gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge des Grabens	$L_{Graben} =$	152,58	m			
Breite des Grabens	$B_{Graben} =$	4,00	m			
<u>Ermittlung der Versickerungsleistung:</u>						
angeschlossene Fläche:	$A_U =$	0,16	ha			
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U$	$= 3 * 0,15644$	ha		
	$Q_{Dr} =$	0,47	l/s =	0,000469	m³/s	
<u>Ermittlung des Speichervolumens:</u>						
für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:	$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$				
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	$V =$	$((A_U + A_{M(G)}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr}) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$				

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr.	k _r -Siebl.	Korr.faktor	k _r -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k _r nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	23,57
10	291,7	34,28
15	237,8	41,82
20	203,3	47,57
30	161,1	56,32
45	125,2	65,29
60	104,2	72,10
90	75,0	76,94
120	59,3	80,22
180	42,7	84,85
240	33,8	87,77
360	24,3	91,05
maßgebendes Speichervolumen:		91,05

Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.

Grabendaten (z.B.: Volumen)										
	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:	$l_M =$	40,00 m	$l_M =$	50,00 m	$l_M =$	50,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
Grabenbreite:	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,20 m	$b_M =$	4,60 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m
Grabentiefe:	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,35 m	$t_M =$	0,45 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,30 m
Sohlbreite:	$b_{Sohle} =$	2,80 m	$b_{Sohle} =$	2,80 m	$b_{Sohle} =$	2,80 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m
Böschungsneigung:	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50
Sohlgefälle:	$l_{Sohle} =$	0,02 ‰	$l_{Sohle} =$	0,02 ‰	$l_{Sohle} =$	0,02 ‰	$l_{Sohle} =$	0,00 ‰	$l_{Sohle} =$	0,15 ‰
Schwellenhöhe:	0,20 m		0,25 m		0,35 m		0,20 m		0,20 m	
Schwellenabstand (J/N):	j	Wert => 40,00	j	Wert => 50,00	j	Wert => 50,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 140,00
Schwelle:	n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:	40,00		50,00		50,00		240,00		140,00	
Eintauchtiefe:	0,19		0,24		0,34		0,20		0,00	
Grabenwinkel	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,6606	$\alpha =$	0,7728	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,5956
Grabenradius	$r =$	6,8167	$r =$	6,4750	$r =$	6,1028	$r =$	6,8167	$r =$	6,8167
Schwelle	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>
A	0,6400	0,4124	0,8250	0,5610	1,2250	0,9157	0,1600	0,4384	0,1600	0,0000
I_u	3,6944	3,2434	3,9180	3,5369	4,3652	4,0934	1,2211	3,3107	1,2211	0,0000
b wsp	3,6000	3,2129	3,8000	3,4931	4,2000	4,0171	1,1000	3,2782	1,1000	0,0000
alpha Wsp	0,4857	0,4758	0,5576	0,5462	0,6806	0,6707	0,4857	0,4857	0,4857	0,0000
V ₁ (Methode 1; n. verwendet)	21,0486		34,6499		53,5185		71,8072		11,2000	
V ₂ (Methode 2)	17,0147		28,9291		46,7961		71,8072		23,4106	
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	1,00 x	17,0147	1,00 x	28,9291	1,00 x	46,7961	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
SV _{vorh} =	92,74	>	91,05	=	V _{erf.}	Nachweis erfüllt				

Entwässerungsabschnitt 2: drärierter Filtergraben (rechts 3)	
Bau-km:	31+039 bis 31+100
Abschnitt	2.2.3

Eingangswerte:				Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:			
r_{krit}	=	15,00	l/(s*ha)	für Reinigungswirkung			
$r_{15,1}$	=	103,30	l/(s*ha)	für Grabenversicker.			
D	=	15	min				
kb	=	1,50	mm				
					Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung		Fb-A
					Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)		Fb-E
					Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß		Fb-D
					Bankette		Ba
					Dammböschungen		Da
					Einschnittsböschungen		Ein
					Mulden/Gräben (Versickerung)		Mu/Gr-V
					Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)		Mu/Gr-T
					unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen		u-Fl
					bewachsene Bodenzone		bBZ
T	=	1	/	100	a		
D	=	15	/	2880	min		
kb	=	1,50			mm		
		Damm	Bankett	Graben/ Mulde	Neben- flächen		
$q_{v,bBZ}$	=	200,00	10,00	150,00	150,00	l/(s*ha)	
$r_{15,1,bBZ}$	=	-96,70	93,30	-46,70	-46,70	l/(s*ha)	
$Y_{s,aqui}$	=	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)} \quad (r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)} \quad (r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)} \quad (r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$					
$Y_{s,aqui}$	=	-0,94	0,90	-0,45	-0,45		

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung														
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis				
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqui}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
Abschnitt 31+039.45 31+100.00	60,6	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				0,90	1062,7	10,98																
		Fb-D	Fb-D	60,6	19,5																			1181
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
		Ba	Ba	60,6	2,5																			151
		Da	bBZ	60,6	4,5																			272
	60,6	Abschnitt 1:				944,4	9,76	9,76																
Graben 31+039.45 31+100.00	60,6	Übertrag:				944,4		9,76																
		1,00				242,2	2,50	2,50																
		Abschnitt 3:				242,2	2,50	2,50																
	60,6					1186,6		12,26																

Einzugsfläche A_e : 1846,9

befestigte Fläche $A_{b,a}$: 1180,8

undurchlässige Fläche $A_{U,}$: 1186,6

Abgabe an Versickerungsmulde: 12,26

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-: Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	A _U =	1186,57	m² =	0,11866	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	T =	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	a =	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	n =	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	D =	5	min		
Drosselabflussspende	q _{Dr} =	3	l/(s*ha)		für Neuländer Wettern
Zuschlagsfaktor	f _z =	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	f _{Tol} =	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge des Grabens	L _{Graben} =	60,55	m		
Breite des Grabens	B _{Graben} =	4,00	m		
Ermittlung der Versickerungsleistung:					
angeschlossene Fläche:	A _U =	0,12	ha		
Drosselabflussspende:	Q _{Dr} =	q _{Dr} * A _U	= 3 *	0,11866 ha	für Neuländer Wettern gem.
	Q _{Dr} =	0,36 l/s =		0,000356 m³/s	Vorgaben BA HH-Harburg
Ermittlung des Speichervolumens:					
für A _S = konst. und I _{hy} = 1 = konstant gilt:	V =	(Q _{zu} - Q _s) * D * 60 * f _z * f _{Tol}			
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	V =	((A _U + A _{M(G)}) * 10 ⁻⁷ * r _{D(n)} - Q _{Dr}) * D * 60 * f _z * f _{Tol}			

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeits- beiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr	k _r -Siebl.	Korr.faktor	k _r -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k _r nach RAS- EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	17,88
10	291,7	26,00
15	237,8	31,72
20	203,3	36,08
30	161,1	42,72
45	125,2	49,52
60	104,2	54,68
90	75,0	58,36
120	59,3	60,84
180	42,7	64,36
240	33,8	66,57
360	24,3	69,06
maßgebendes Speichervolumen:		69,06

Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen des Grabens beträgt bei einer Regendauer von		69,06 m³.
360 min		
Nachweis der Einstauhöhe:		
$z_M = V / A_S$		
$z_{M, \text{erf.}} = 0,29 \text{ m} < 0,50 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$		
Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.		
Nachweis der Entleerungszeit:		
vorh. $t_E = 2 \cdot z_M / k_{f,u} = 0,4 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$		
Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit.		
Damit ist die flächenhafte Grabenversickerung gewährleistet.		

Grabendaten (z.B.: Volumen)										
	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:	$l_M =$	60,55 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
Grabenbreite:	$b_M =$	5,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m
Grabentiefe:	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,39 m	$t_M =$	0,39 m	$t_M =$	0,39 m	$t_M =$	0,39 m
Sohlbreite:	$b_{Sohle} =$	3,00 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m
Böschungsneigung:	$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
Sohlgefälle:	$l_{Sohle} =$	0,02 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,15 %
Schwellenhöhe:	0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m	
Schwellenabstand (J/N):	j	Wert => 60,55	j	Wert => 40,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 140,00
Schwelle:	n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:	60,55		40,00		240,00		240,00		140,00	
Eintauchtiefe:	0,39		0,40		0,40		0,40		0,19	
Grabenwinkel	$\alpha =$	0,7896	$\alpha =$	0,7663	$\alpha =$	0,7663	$\alpha =$	0,7663	$\alpha =$	0,7663
Grabenradius	$r =$	6,5000	$r =$	5,3500	$r =$	5,3500	$r =$	5,3500	$r =$	5,3500
Schwelle	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben
A	1,5200	1,1509	0,4400	1,0909	0,4400	1,0909	0,4400	1,0909	0,4400	0,3593
I_u	4,7889	4,5138	4,1639	4,1639	4,1639	4,1639	4,1639	4,1639	4,1639	2,8602
b wsp	4,6000	4,4236	1,7000	4,0596	1,7000	4,0596	1,7000	4,0596	1,7000	2,8262
alpha Wsp	0,7053	0,6944	0,7783	0,7783	0,7783	0,7783	0,7783	0,7783	0,7783	0,5346
V_1 (Methode 1; n. verwendet)	80,8623		30,6183		183,7098		183,7098		55,9498	
V_2 (Methode 2)	71,3185		30,6183		183,7098		183,7098		98,5138	
V_{Gesamt} (n Abschnitte)	1,00 x	71,3220	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
SV _{vorh} =	71,32		> 69,06		= V _{erf.}		Nachweis erfüllt			

[illegible]

[illegible]

Einzugsfläche A_e:	3220,0
--	---------------

befestigte Fläche A_{ba} :	2730,0
------------------------------	--------

undurchlässige Fläche A_{II}:	2919,9
---	---------------

Abgabe an Versickerungsmulde:	30,16
--------------------------------------	--------------

Berechnungsgrundlagen

versiegelte Fläche:	$A_U =$	2919,89	$m^2 =$	0,29199	ha	(undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min			
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches			(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a			Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min			
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f =$	1,50E-05	m/s			
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10				hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15				gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	3	l/(s*ha)			für Neuländer Wettern
Länge der Mulde	$L_{Mulde} =$	140,00	m			
Breite der Mulde	$B_{Mulde} =$	1,25	m			(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

Ermittlung der Versickerungsleistung:

Versickerungsfläche:	$A_S = \frac{L_{\text{Mulde}}}{140,00} \cdot B_{\text{Mulde}}$	$A_S = \frac{140,00}{1,25} = 175 \text{ m}^2$
Versickerungsleistung:	$Q_S = k_f / 2 \cdot A_S$ $Q_S = 1,31 \text{E-}03 \text{ m}^3/\text{s} = 1,31 \text{ l/s}$	
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} = q_{Dr} \cdot A_U = 3 \cdot 0,29199 \text{ ha}$ $Q_{Dr} = 0,88 \text{ l/s} = 0,000876 \text{ m}^3/\text{s}$	für Neuländer Wetteren gem. Vorgaben BA HH-Harburg

Ermittlung des Speichervolumens:

für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:

$$V = (Q_{zu} - Q_S) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tot}$$

(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$$V = ((A_U + A_{M(G)}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{(Dr)} - Q_{Dr}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_{Tot}$$

Versuch Nr.	k_r -Siebl.	Korr.faktor	k_r -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n) [l/(s \cdot ha)]$	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	43,83
10	291,7	63,65
15	237,8	77,56
20	203,3	88,12
30	161,1	104,12
45	125,2	120,38
60	104,2	132,58
90	75,0	140,63
120	59,3	145,75
180	42,7	152,41
240	33,8	155,87
360	24,3	158,01
maßgebendes Speichervolumen:		158,01

Die vorhandene Entleerungszeit ist geringer als die zulässige Entleerungszeit. Damit ist die flächenhafte Muldenversickerung gewährleistet.

Muldenabschnitt 1												Muldenabschnitt 2												Muldenabschnitt 3												Muldenabschnitt 4												Muldenabschnitt 5											
Muldenlänge:		$l_M = 70,00 \text{ m}$				$l_M = 70,00 \text{ m}$				$l_M = 0,00 \text{ m}$				$l_M = 0,00 \text{ m}$				$l_M = 0,00 \text{ m}$																																									
Muldenbreite:		$b_M = 1,50 \text{ m}$				$b_M = 1,50 \text{ m}$				$b_M = 2,00 \text{ m}$				$b_M = 2,00 \text{ m}$				$b_M = 2,00 \text{ m}$																																									
Muldentiefe:		$t_M = 0,30 \text{ m}$				$t_M = 0,30 \text{ m}$				$t_M = 0,40 \text{ m}$				$t_M = 0,40 \text{ m}$				$t_M = 0,40 \text{ m}$																																									
Sohlgefälle:		$i_{\text{Sohle}} = 1,05 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 0,36 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 2,02 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 0,96 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 2,56 \%$																																									
Schwellenhöhe:		0,25 m				0,25 m				0,20 m				0,20 m				0,20 m																																									
Schwellenabstand (J/N):		$j \text{ Wert} \Rightarrow 70,00$				$j \text{ Wert} \Rightarrow 70,00$				$j \text{ Wert} \Rightarrow 10,00$				$j \text{ Wert} \Rightarrow 165,00$				$j \text{ Wert} \Rightarrow 165,00$																																									
Schwelle:		n				n				n				N				N																																									
Schwellenabstand:		70,00				70,00				10,00				165,00				165,00																																									
Eintauchtiefe:		0,00				0,00				0,00				0,00				0,00																																									
Muldenwinkel		$\alpha = 1,5220$				$\alpha = 1,5220$				$\alpha = 1,5220$				$\alpha = 1,5220$				$\alpha = 1,5220$																																									
Muldenradius		$r = 1,0875$				$r = 1,0875$				$r = 1,4500$				$r = 1,4500$				$r = 1,4500$																																									
Schwelle		<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>																																									
A		0,2371 0,0000				0,2371 0,0000				0,1988 0,0000				0,1988 0,0000				0,1988 0,0000																																									
I_u		1,5046 0,0000				1,5046 0,0000				1,5412 0,0000				1,5412 0,0000				1,5412 0,0000																																									
b_{wsp}		1,3874 0,0000				1,3874 0,0000				1,4697 0,0000				1,4697 0,0000				1,4697 0,0000																																									
$\alpha_{\text{M Wsp}}$		1,3836 0,0000				1,3836 0,0000				1,0629 0,0000				1,0629 0,0000				1,0629 0,0000																																									
V_1 (Methode 1; n. verwendet)		8,2999				8,2999				0,9942				16,4037				16,4037																																									
V_2 (Methode 2)		2,2823				6,6568				0,7939				1,6671				0,6252																																									
V_{Gesamt} (n Abschnitte)		1,00 x 2,2823				1,00 x 6,6568				0,00 x 0,0000				0,0 x 0,0000				0,0 x 0,0000																																									
SV_{vorh} =		8,94				158,01				= V _{erf.}				NW nicht erfüllt				NW nicht erfüllt																																									
		--> 149,07				m³ Wasser werden an den Graben am Dammfuß abgegeben																																																					

Grabendaten (z.B.: Volumen)											
		Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:		$l_M =$	140,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
Grabenbreite:		$b_M =$	5,00 m	$b_M =$	19,50 m	$b_M =$	19,50 m	$b_M =$	19,50 m	$b_M =$	19,50 m
Grabentiefe:		$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	1,05 m	$t_M =$	1,05 m	$t_M =$	1,05 m	$t_M =$	1,05 m
Sohlbreite:		$b_{Sohle} =$	3,00 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m
Böschungsneigung:		$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
Sohlgefälle:		$i_{Sohle} =$	0,02 ‰	$i_{Sohle} =$	0,00 ‰	$i_{Sohle} =$	0,00 ‰	$i_{Sohle} =$	0,00 ‰	$i_{Sohle} =$	0,15 ‰
Schwellenhöhe:		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m	
Schwellenabstand (J/N):		j	Wert => 140,00	j	Wert => 40,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 240,00	j	Wert => 140,00
Schwelle:		n		n		N		N		N	
Schwellenabstand:		140,00		40,00		240,00		240,00		140,00	
Eintauchtiefe:		0,37		0,40		0,40		0,40		0,19	
Grabenwinkel		$\alpha =$	0,7896	$\alpha =$	0,4291	$\alpha =$	0,4291	$\alpha =$	0,4291	$\alpha =$	0,4291
Grabenradius		$r =$	6,5000	$r =$	45,7929	$r =$	45,7929	$r =$	45,7929	$r =$	45,7929
Schwelle		<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>
A		1,5200	1,0692	0,4400	3,2238	0,4400	3,2238	0,4400	3,2238	0,4400	1,0561
l_u		4,7889	4,4026	12,1141	12,1141	12,1141	12,1141	12,1141	12,1141	12,1141	8,3459
b_{wsp}		4,6000	4,3189	1,7000	12,0788	1,7000	12,0788	1,7000	12,0788	1,7000	8,3343
α_{Wsp}		0,7053	0,6773	0,2645	0,2645	0,2645	0,2645	0,2645	0,2645	0,2645	0,1823
V_1 (Methode 1; n. verwendet)		181,2455		73,2767		439,6601		439,6601		104,7283	
V_2 (Methode 2)		159,1269		73,2767		439,6601		439,6601		290,4852	
V_{Gesamt} (n Abschnitte)		1,00 x	159,1269	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
SV_{vorh} =		159,13		> 149,07		= V _{erf.}				Nachweis erfüllt	

[illegible]

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-: Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
<u>Berechnungsgrundlagen</u>					
versiegelte Fläche:	A _U =	7381,92	m ² =	0,73819	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	T =	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	a =	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	n =	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	D =	5	min		
Durchlässigkeitsbeiwert	k _r =	1,50E-05	m/s		
Zuschlagsfaktor	f _z =	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	f _{Tol} =	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Drosselabflusssspende	q _{Dr} =	3	l/(s*ha)		für Neuländer Wettern
Länge der Mulde	L _{Mulde} =	320,00	m		
Breite der Mulde	B _{Mulde} =	1,25	m		(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)
<u>Ermittlung der Versickerungsleistung:</u>					
Versickerungsfläche:	A _S =	L _{Mulde}	*	B _{Mulde}	
	A _S =	320,00	*	1,25	= 400 m ²
Versickerungsleistung:	Q _S =	k _r /2 * A _S			
	Q _S =	3,00E-03	m ³ /s =	3,00	l/s
Drosselabflusssspende:	Q _{Dr} =	q _{Dr} * A _U	= 3 *	0,73819 ha	für Neuländer Wettern gem.
	Q _{Dr} =	2,21	l/s =	0,002215 m ³ /s	Vorgaben BA HH-Harburg
<u>Ermittlung des Speichervolumens:</u>					
für A _S = konst. und I _{hy} = 1 = konstant gilt: (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	V =	(Q _{zu} - Q _S) * D * 60 * f _z * f _{Tol}			
	V =	((A _U + A _S) * 10 ⁻⁷ * r _{D(n)} - A _S * k _r /2) * D * 60 * f _z * f _{Tol}			

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr	k _r -Siebl.	Korr.faktor	k _r -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k _r nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m³]
5	400,0	110,92
10	291,7	161,16
15	237,8	196,44
20	203,3	223,26
30	161,1	263,96
45	125,2	305,42
60	104,2	336,63
90	75,0	357,70
120	59,3	371,38
180	42,7	389,65
240	33,8	399,86
360	24,3	408,17
maßgebendes Speichervolumen:		408,17

Bei Starkniederschlägen wird das anfallende Niederschlagswasser über Ablaufschächte in Böschungsfußgräben eingeleitet.

Muldenabschnitt 1												Muldenabschnitt 2												Muldenabschnitt 3												Muldenabschnitt 4												Muldenabschnitt 5											
Muldenlänge:		$l_M = 60,00 \text{ m}$				$l_M = 20,00 \text{ m}$				$l_M = 80,00 \text{ m}$				$l_M = 80,00 \text{ m}$				$l_M = 80,00 \text{ m}$				$l_M = 80,00 \text{ m}$																																					
Muldenbreite:		$b_M = 0,30 \text{ m}$				$b_M = 0,30 \text{ m}$				$b_M = 0,30 \text{ m}$				$b_M = 0,30 \text{ m}$				$b_M = 0,30 \text{ m}$				$b_M = 0,30 \text{ m}$																																					
Muldentiefe:		$t_M = 0,30 \text{ m}$				$t_M = 0,30 \text{ m}$				$t_M = 0,30 \text{ m}$				$t_M = 0,30 \text{ m}$				$t_M = 0,30 \text{ m}$				$t_M = 0,30 \text{ m}$																																					
Sohlgefälle:		$i_{\text{Sohle}} = 0,62 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 0,70 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 1,20 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$				$i_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$																																					
Schwellenhöhe:		0,25 m				0,25 m				0,25 m				0,25 m				0,25 m				0,25 m																																					
Schwellenabstand (J/N):		$j \quad \text{Wert} \Rightarrow 60,00$				$j \quad \text{Wert} \Rightarrow 20,00$				$j \quad \text{Wert} \Rightarrow 80,00$				$j \quad \text{Wert} \Rightarrow 80,00$				$j \quad \text{Wert} \Rightarrow 80,00$				$j \quad \text{Wert} \Rightarrow 80,00$																																					
Schwelle:		n				n				n				n				n				n																																					
Schwellenabstand:		60,00				20,00				80,00				80,00				80,00				80,00																																					
Eintauchtiefe:		0,00				0,11				0,00				0,00				0,00				0,00																																					
Muldenwinkel		$\alpha = 4,4286$				$\alpha = 4,4286$				$\alpha = 4,4286$				$\alpha = 4,4286$				$\alpha = 4,4286$				$\alpha = 4,4286$																																					
Muldenradius		$r = 0,1875$				$r = 0,1875$				$r = 0,1875$				$r = 0,1875$				$r = 0,1875$				$r = 0,1875$																																					
Schwelle		<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>				<i>unten oben</i>																																					
A		0,0782 0,0000				0,0782 0,0270				0,0782 0,0000				0,0782 0,0000				0,0782 0,0000				0,0782 0,0000																																					
I_u		0,7165 0,0000				0,7165 0,4293				0,7165 0,0000				0,7165 0,0000				0,7165 0,0000				0,7165 0,0000																																					
b wsp		0,3536 0,0000				0,3536 0,3415				0,3536 0,0000				0,3536 0,0000				0,3536 0,0000				0,3536 0,0000																																					
alpha_Wsp		3,8213 0,0000				3,8213 2,2894				3,8213 0,0000				3,8213 0,0000				3,8213 0,0000				3,8213 0,0000																																					
V_1 (Methode 1; n. verwendet)		2,3466				1,0523				3,1288				3,1288				3,1288				3,1288																																					
V_2 (Methode 2)		1,3825				1,0496				0,7143				0,5042				0,5042				0,5042																																					
V_{gesamt} (n Abschnitte)		1,00 x 1,3825				1,00 x 1,0496				1,00 x 0,7143				1,0 x 0,5042				1,0 x 0,5042				1,0 x 0,5042																																					
SV_{vorh} =		4,15				< 408,17				= V _{erf.}												NW nicht erfüllt																																					
		--> 404,01				m³ Wasser werden an den Graben am Dammfuß abgegeben																																																					

Grabendaten (z.B.: Volumen)															
	Grabenabschnitt 1			Grabenabschnitt 2			Grabenabschnitt 3			Grabenabschnitt 4			Grabenabschnitt 5		
Grabenlänge:	l _M = 320,00 m			l _M = 0,00 m			l _M = 0,00 m			l _M = 0,00 m			l _M = 0,00 m		
Grabenbreite:	b _M = 6,00 m			b _M = 19,00 m			b _M = 19,00 m			b _M = 19,00 m			b _M = 19,00 m		
Grabentiefe:	t _M = 0,50 m			t _M = 0,62 m			t _M = 0,62 m			t _M = 0,62 m			t _M = 0,62 m		
Sohlbreite:	b _{Sohle} = 4,00 m			b _{Sohle} = 0,50 m			b _{Sohle} = 0,50 m			b _{Sohle} = 0,50 m			b _{Sohle} = 0,50 m		
Böschungsneigung:	m = 2,00			m = 1,50			m = 1,50			m = 1,50			m = 1,50		
Sohlgefälle:	l _{Sohle} = 0,02 ‰			l _{Sohle} = 0,00 ‰			l _{Sohle} = 0,00 ‰			l _{Sohle} = 0,00 ‰			l _{Sohle} = 0,15 ‰		
Schwellenhöhe:	0,40 m			0,40 m			0,40 m			0,40 m			0,40 m		
Schwellenabstand (J/N):	j	Wert => 80,00		j	Wert => 40,00		j	Wert => 240,00		j	Wert => 240,00		j	Wert => 140,00	
Schwelle:	n	80,00		n	40,00		N	240,00		N	240,00		N	140,00	
Schwellenabstand:	80,00			40,00			240,00			240,00			140,00		
Eintauchtiefe:	0,38			0,40			0,40			0,40			0,19		
Grabenwinkel	alpha= 0,6606			alpha= 0,2607			alpha= 0,2607			alpha= 0,2607			alpha= 0,2607		
Grabenradius	r= 9,2500			r= 73,0923			r= 73,0923			r= 73,0923			r= 73,0923		
Schwelle	unten	oben		unten	oben		unten	oben		unten	oben		unten	oben	
A	1,9200	1,3561		0,4400	4,0750		0,4400	4,0750		0,4400	4,0750		0,4400	1,3346	
I _u	5,7889	5,3493		15,3006	15,3006		15,3006	15,3006		15,3006	15,3006		15,3006	10,5427	
b wsp	5,6000	5,2751		1,7000	15,2727		1,7000	15,2727		1,7000	15,2727		1,7000	10,5336	
alpha Wsp	0,5903	0,5783		0,2093	0,2093		0,2093	0,2093		0,2093	0,2093		0,2093	0,1442	
V ₁ (Methode 1; n. verwendet)	131,0448			90,2991			541,7943			541,7943			124,2218		
V ₂ (Methode 2)	111,8885			90,2991			541,7943			541,7943			367,1366		
V _{Gesamt} (n Abschnitte)	4,00 x	447,5541		0,00 x	0,0000		0,00 x	0,0000		0,00 x	0,0000		0,00 x	0,0000	
SV _{vorh} =	447,55			>	404,01			=	V _{erf.}			Nachweis erfüllt			

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung													
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis			
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqu}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	i [%]	DN [mm]		v _{voll} [m/s]	v _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
Abschnitt 31+600.00 31+680.00	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone Fb-D Fb-D 30,0 19,00 570 Entwässerung über bewachsene Bodenzone Ba Ba 30,0 1,0 30				0,90	513,0	5,30																
						0,90	27,1	0,28																
						Abschnitt 1:	540,1	5,58	5,58															
	80,0						540,1	5,58	5,58															
Abschnitt 31+680.00 31+742.00 Kappe außen Kappe mitte	62,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone Fb-D Fb-D 62,0 19,0 1178 Fb-D Fb-D 40,0 2,2 89 Fb-D Fb-D 20,0 3,1 62 Entwässerung über bewachsene Bodenzone Ba Ba 20,0 1,0 20				Übertrag:	540,1	5,58																
						0,90	1060,2	10,95																
						0,90	80,1	0,83																
						0,90	55,8	0,58																
						0,90	18,1	0,19																
						Abschnitt 2:	1214,2	12,54	12,54															
	62,0						1754,3	18,12			1,00	1,000	18,1	0,62	300		1,09		2,17	2,17	1,000	18,1	77,0	

Mulde 31+600,00 31+700,00							Übertrag:	1754,3		18,12											
	100,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V	Mu/Gr-I	100,0	1,50	150	1,00	150,0	1,55												
	100,0						Abschnitt 3:	150,0	1,55	1,55											
								1904,3		19,67											

Einzugsfläche A_{Ez} :	2099,0	S Einzugsfläche A_{Ez} im EA 2:	40855,2	befestigte Fläche $A_{b,ez}$:	1899,0
undurchlässige Fläche A_{Uz} :	1904,3	S undurchlässige Fläche A_{Uz} im EA 2:	32632,1	S befestigte Fläche $A_{b,ez}$:	28950,1
Abgabe an Versickerungsmulde:	19,67	Abgabe an Versickerungsmulden/-gräben gesamt:	337,1	Drosselabfluss Q_{Dr} in Einleitstelle E6:	0,6
		S Drosselabfluss Q_{Dr} in Neuländer Wettern:	8,79		

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links: Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
Berechnungsgrundlagen					
versiegelte Fläche:	$A_U =$	1904,26	$m^2 =$	0,19043	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	$a =$	30	jährliches		(30-jährliches Ereignis nach Vorgaben
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	0,03	1/a		Bezirksamt Harburg)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min		
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f =$	1,50E-05	m/s		
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10			hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15			gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Drosselabflussspende	$q_{Dr} =$	3	l/(s*ha)		für Neuländer Wettern
Länge der Mulde	$L_{Mulde} =$	100,00	m		
Breite der Mulde	$B_{Mulde} =$	1,25	m		(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)
Ermittlung der Versickerungsleistung:					
Versickerungsfläche:	$A_S =$	L_{Mulde}	*	B_{Mulde}	
	$A_S =$	100,00	*	1,25	= 125 m^2
Versickerungsleistung:	$Q_S =$	$k_f/2 * A_S$			
	$Q_S =$	9,38E-04	$m^3/s =$	0,94	l/s
Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U = 3 *$		0,19043 ha	für Neuländer Wettern gem.
	$Q_{Dr} =$	0,57 l/s =		0,000571 m^3/s	Vorgaben BA HH-Harburg
Ermittlung des Speichervolumens:					
für $A_S =$ konst. und $I_{hy} = 1 =$ konstant gilt:	$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	$V =$	$((A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f/2) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$			

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeitsbeiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr	k_f -Siebl.	Korr.faktor	k_f -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05
Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.			

Dauerstufe D [min]	Regenspende $rD(n)$ [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m^3]
5	400,0	28,55
10	291,7	41,45
15	237,8	50,49
20	203,3	57,34
30	161,1	67,72
45	125,2	78,23
60	104,2	86,09
90	75,0	91,16
120	59,3	94,31
180	42,7	98,28
240	33,8	100,17
360	24,3	100,82
maßgebendes Speichervolumen:		100,82

Damit ist die flächenhafte Muldenversickerung gewährleistet.

SV _{vorh} =	2,87	<	100,82	= V _{erf.}	NW nicht erfüllt
		-->	97,96	m³ Wasser werden an den Graben am Dammfuß abgegeben	

Grabenabstand (z.B.: Volumen)											
		Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
Grabenlänge:		$l_M =$	40,00 m	$l_M =$	20,00 m	$l_M =$	20,00 m	$l_M =$	20,00 m	$l_M =$	20,00 m
Grabenbreite:		$b_M =$	5,00 m	$b_M =$	5,00 m	$b_M =$	5,00 m	$b_M =$	2,60 m	$b_M =$	2,95 m
Grabentiefe:		$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,40 m	$t_M =$	0,90 m
Sohlbreite:		$b_{Sohle} =$	3,00 m	$b_{Sohle} =$	3,00 m	$b_{Sohle} =$	3,00 m	$b_{Sohle} =$	1,00 m	$b_{Sohle} =$	0,25 m
Böschungsneigung:		$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	1,50
Sohlgefälle:		$i_{Sohle} =$	0,02 ‰	$i_{Sohle} =$	0,02 ‰	$i_{Sohle} =$	0,02 ‰	$i_{Sohle} =$	8,00 ‰	$i_{Sohle} =$	8,00 ‰
Schwellenhöhe:		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,30 m		0,80 m	
Schwellenabstand (J/N):		j	Wert => 40,00	j	Wert => 20,00	j	Wert => 20,00	j	Wert => 20,00	j	Wert => 20,00
Schwelle:		n	Wert	n	Wert	N	Wert	N	Wert	N	Wert
Schwellenabstand:		40,00		20,00		20,00		20,00		20,00	
Eintauchtiefe:		0,39		0,40		0,40		0,00		0,00	
Grabenwinkel		$\alpha = 0,7896$		$\alpha = 0,7896$		$\alpha = 0,7896$		$\alpha = 1,1940$		$\alpha = 2,1915$	
Grabenradius		$r = 6,5000$		$r = 6,5000$		$r = 6,5000$		$r = 2,3125$		$r = 1,6587$	
Schwelle		<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>
A		1,5200	1,1692	1,5200	1,1870	1,5200	1,1870	0,4800	0,0000	1,1600	0,0000
l_u		4,7889	4,5379	4,5844	4,5612	4,5844	4,5612	2,3821	0,0000	3,4058	0,0000
b wsp		4,6000	4,4463	4,6000	4,4682	4,6000	4,4682	2,2000	0,0000	2,6500	0,0000
α Wsp		0,7053	0,6981	0,7053	0,7017	0,7053	0,7017	1,0301	0,0000	2,0533	0,0000
V_1 (Methode 1; n. verwendet)		53,7831		27,0698		27,0698		4,8000		11,6000	
V_2 (Methode 2)		47,4799		23,9187		23,9187		0,6968		6,5785	
V_{Gesamt} (n Abschnitte)		1,00 x	47,4799	1,00 x	23,9187	1,00 x	23,9187	1,00 x	0,6968	1,00 x	6,5785
$SV_{\text{vorh}} =$		102,59		> 97,96		$= V_{\text{erf.}}$		Nachweis erfüllt			

Entwässerungsabschnitt 3:	
Kanal:	L (links 1)
Bau-km:	32+167 bis 31+752
Einleitung in:	Schacht R03
Abschnitt	3.1

Eingangswerte:			
$r_{15,0,33}$	= 146,70	l/(s*ha)	für Mittelstreifen
$r_{15,1}$	= 103,30	l/(s*ha)	für FB-Rand
D	= 15	min	
kb	= 0,75	mm	
T	= 1	/	3 a
D	= 15	/	15 min
kb	= 1,50		mm
	Damm/ allgem. Flächen	Einschnitt/ Bankett	Mulden (Transp.)
$q_{v,bZ}$	= 200,00	10,00	150,00 l/(s*ha)
$r_{15,1,bZ}$	= -96,70	93,30	-46,70 l/(s*ha)
$Y_{S,aqui}$	= $(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$r_{D(T)}-q_v/r_{D(T)}$
$Y_{S,aqui}$	= -0,94	0,90	-0,45

Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:	
Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A
Fahrbahnen mit offenporig Asphalt über Abläufe in Sammelleitung	Fb-OPA
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)	Fb-E
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß	Fb-D
Bankette	Ba
Dambböschungen	Da
Einschnittsböschungen	Ein
Mulden (Versickerung)	Mu-V
Mulden (Transport, bBZ)	Mu-T
unbefestigte, bis 10% geneigte Flächen	u-Fl
bewachsene Bodenzone	bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)												Rohrleitungsdimensionierung											
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet					Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung		Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis		
von bis	Länge [m]	Nr.		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	v _{voll} [m/s]	v _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]
BW 484 32167.08 31880.00 31800.00	287,1 80,0	L01 L02		Fb-A	287,1	19,0	5454	0,90	4909,0	50,71													
				Fb-A	287,1	4,0	1134	0,90	1020,6	10,54													
				Fb-A	80,0	19,0	1520	0,90	1368,0	14,13													
				Fb-A	80,0	0,7	56	0,90	50,4	0,52													
												75,90											
										Übertrag	75,90	1,00	1,000	75,9	1,56	300	1,91		0,70	0,70	1,000	75,9	134,8
31800.00 31754.50	45,5	L02 L03		Fb-A	45,5	19,7	896	0,90	806,7	8,33													
											8,33												
											Übertrag	84,24	1,00	1,000	84,2	1,90	300	2,11		0,36	1,06	1,000	84,2
31754.50 31748.46	22,0	L03 M01																					
												0,00											
											Übertrag	84,24	1,00	1,000	84,2	0,70	400	1,53		0,24	1,30	1,000	84,2

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung												
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung		Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis			
von bis	Länge [m]	Nr.		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]
31748.46 31742.08	25,5	M01 R03																					
											0,00												
			Auslauf in R03							Übertrag	84,24	1,00	1,000	84,2	0,35	400	1,08		0,39	1,69	1,000	84,2	135,4

Einzugsfläche A_E: 9060,8

befestigte Fläche A_{E,bef}: 9060,8

undurchlässige Fläche A_U: 8154,7

Abgabe an Schacht R03: 84,24

Entwässerungsabschnitt 3:	
Kanal:	R (rechts 1)
Bau-km:	32+142 bis 31+740
Einleitung in:	RBFA 1
Abschnitt	3.2

Eingangswerte:			
$r_{15,0,33}$	146,70	l/(s*ha)	für Mittelstreifen
$r_{15,1}$	103,30	l/(s*ha)	für FB-Rand
D	15	min	
kb	0,75	mm	
T	1	/	3 a
D	15	/	15 min
kb	1,50		mm
	Damm/ allgem. Flächen	Einschnitt/ Bankett	Mulden (Transp.)
$q_{v,bZ}$	200,00	10,00	150,00 l/(s*ha)
$r_{15,1,bZ}$	-96,70	93,30	-46,70 l/(s*ha)
$Y_{S,aqui}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$ $(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$ $(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$		
$Y_{S,aqui}$	-0,94	0,90	-0,45

Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:	
Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A
Fahrbahnen mit offenporig Asphalt über Abläufe in Sammelleitung	Fb-OPA
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)	Fb-E
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß	Fb-D
Bankette	Ba
Dambböschungen	Da
Einschnittsböschungen	Ein
Mulden (Versickerung)	Mu-V
Mulden (Transport, bBZ)	Mu-T
unbefestigte, bis 10% geneigte Flächen	u-Fl
bewachsene Bodenzone	bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung													
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet					Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung		Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis			
von bis	Länge [m]	Nr.		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	v _{voll} [m/s]	v _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
BW 484 32141,58 31880,00 31800,00	261,6 80,0	R01 R02		Fb-A	261,6	19,0	4970	0,90	4473,0	46,21		1,00	1,000	70,5	1,52	300	1,88			0,71	0,71	1,000	70,5	133,0
				Fb-A	261,6	4,0	1033	0,90	929,9	9,61														
				Fb-A	80,0	19,0	1520	0,90	1368,0	14,13														
				Fb-A	80,0	0,7	56	0,90	50,4	0,52														
										70,46														
									Übertrag	70,46														
31800,00 31742,00	58,0	R02 R03		Fb-A	58,0	19,7	1143	0,90	1028,3	10,62		1,00	1,000	81,1	1,89	300	2,10			0,46	1,17	1,000	81,1	148,6
									10,62															
									Übertrag	81,09														
31742,00 31742,25	9,1	R03 R03.1										1,00	1,000	165,3	2,00	500	2,99			0,05	1,22	1,000	165,3	587,4
			Zulauf aus Schacht M01 (mitte)																					
								84,24																
								84,24																
									Übertrag	165,32														
31742,25 31742,67	22,9	R03.1 R03.2										1,00	1,000	165,3	0,31	500	1,16			0,33	1,55	1,000	165,3	228,0
								0,00																
								Übertrag	165,32															

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung											
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung		Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis		
von bis	Länge [m]	Nr.	Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]
31742.67 31745.34	1,9	R03.2 Geschiebeschacht																				
										0,00												
			Auslauf in Schacht Geschiebeschacht						Übertrag	165,32	1,00	1,000	165,3	0,53	500	1,53		0,02	1,57	1,000	165,3	300,2

Einzugsfläche A_E: 8721,9

befestigte Fläche A_{E,ba}: 8721,9

undurchlässige Fläche A_U: 7849,7

S Einzugsfläche A_{E,s} im EA 3: 17782,6

S undurchlässige Fläche A_{E,ba} im EA 3: 17782,6

S undurchlässige Fläche A_U im EA 3: 16004,4

Abgabe an RBFA 1: 165,32

Retentionsbodenfilteranlage Nr. 1 (RBFA 1) bei Station 31+450					
Entwässerungsabschnitt 3					
Eingangswerte:					
Ausführung: Retentionsbodenfilterbecken gemäß DWA-A 178 mit vorgeschaltetem Geschiebeschacht					
vereinfachtes Verfahren nach DWA-A 117					
Bemessungszufluss gesamt:	$Q_{(n=1)} =$	165,32	l/s		
Überschreitungshäufigkeit RBFA:	$n =$	0,20	1/a	(Abstimmung mit DEGES)	5-jähriges Ereignis
Einzugsgebietsfläche:	$A_{E,gesamt} =$	17782,6	m² =	1,78 ha	
undurchlässige Fläche:	$A_{u,gesamt} =$	16004,4	m² =	1,60 ha	(aus Entwässerungsabschnitt 3)
befestigte Fläche:	$A_{E,b,a} =$	17782,6	m² =	1,78 ha	
Drosselleistung:	$q_{Dr,RBF} =$	0,05	l/(s*m²)	(gemäß DWA-A178)	
Drosselleistung:	$Q_{Dr,RBF} =$	14,2	l/s = $q_{Dr} * A_F$	Einleitmenge in Süderelbe in Einleitstelle E8	
Zuschlagsfaktor:	$f_z =$	1,00		(bei außerörtlichen Straßen gemäß REwS)	
Aufschlag des Toleranzbetrages (15 %):	$f_{Tol} =$	1,15		(gemäß KOSTRA-DWD-2010)	

Ermittlung der Drosselabflussspende:

Drosselabflussspende:

$$q_{dr,r,u} = \frac{Q_{Dr}}{A_U} = \frac{14,22}{1,60} = 8,88 \text{ l/(s*ha)}$$

Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

aus Bild 3 (DWA A 117):

$$f_A = 1,00$$

Ermittlung des Speichervolumens

(nach DWA A 117, Gleichung 2)

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * f_{Tol} * 0,06$$

Dauerstufe D [min]	Regenspende 5-jähriges Ereignis $rD(n)$ [l/(s*ha)]	Drosselabflussspende $q_{dr,r,u}$ [l/(s*ha)]	Differenz $r_{D,n} - q_{dr,r,u}$	spezif. Volumen $V_{S,U}$ [m³/ha]
5	270,0	8,88	261,12	90,08
10	203,3	8,88	194,42	134,15
15	166,7	8,88	157,82	163,34
20	142,5	8,88	133,62	184,39
30	112,2	8,88	103,32	213,86
45	86,3	8,88	77,42	240,38
60	71,1	8,88	62,22	257,57
90	51,5	8,88	42,62	264,64
120	41,0	8,88	32,12	265,92
180	29,7	8,88	20,82	258,53
240	23,7	8,88	14,82	245,35
360	17,2	8,88	8,32	206,56
540	12,5	8,88	3,62	134,72
720	9,9	8,88	1,02	50,46
1080	7,2	8,88	-1,68	-125,51
1440	5,8	8,88	-3,08	-306,45
2880	3,5	8,88	-5,38	-1069,96
4320	2,6	8,88	-6,28	-1873,21
maximales spezifisches Volumen:				265,92

Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens:									
$A_{F,erf.} =$	100 m ²	*	$A_{E,b,a}$ [ha]			(gemäß DWA-A 178 Pkt. 6.2.2.2)			
$A_{F,erf.} =$	100	*	1,78	=				178 m²	
$V_{erf.} =$	$V_{S,U}$	*	A_U						
$V_{erf.} =$	265,92	*	1,60	=				426 m³	
Nachweis des Speichervolumens:									
$A_{Sohle,RBF,erf.} =$			178 m²						
$V_{erf.} =$			426 m³						
$A_{F,vorh.} =$			284 m²						
$A_{Sohle,vorh.} =$			419,40 m²			(Ermittelt aus der Geometrie des Retentionsbodenfilterbeckens!)			
$A_{WSP,vorh.} =$			693,72 m²			(Ermittelt aus der Geometrie des Retentionsbodenfilterbeckens!)			
Einstauhöhe h =			0,95 m						
$V_{vorh.} =$			435,52 m³			(Ermittelt aus der Geometrie des Retentionsbodenfilterbeckens!)			
$A_{Sohle,RBF,vorh.} =$	284	m ²	>	$A_{Sohle,RBF,erf.} =$	178	m ²			Nachweis erfüllt!
$V_{vorh.} =$	436	m ³	>	$V_{erf.} =$	426	m ³			Nachweis erfüllt!
Nachweis der Größe der Vorstufe (Geschiebeschacht): (gemäß REwS 21)									
Durchmesser Zulauf			500 mm						
Durchmesser Auslauf			500 mm						
Höhe Sohle Vorstufe bis OK Dauerstau			≥ 1,20 m, gewählt:		2,00 m				
Tiefe Schlammraum			≥ 0,50 m, gewählt:		0,50 m				
Höhe Rückhalteraum Leichtflüssigkeiten			≥ 0,30 m, gewählt:		0,60 m				
Sicherheitszuschlag auf Rückhalteraum			≥ 0,10 m, gewählt:		0,10 m				
Durchflusshöhe unter Tauchwand			≥ 0,30 m, gewählt:		2,60 m				
Breite der Tauchwand			0,20 m						
Breite hinter der Tauchwand			1,00 m						
Breite Überlaufschwelle			1,00 m						
Breiten-Längenverhältnis (soll)			1: 3						
Bemessungszufluss						=	165,32	l/s	
Mindestbreite der Vorstufe						≥	1,70	m	
Breite gewählt:							1,70	m	
Länge des Beckens (Bereich Auffangraum f. Leichtflüssigkeiten)					1,7	*	3	≥	5,10 m
$A_{Leichtfl.,erf.} =$	$b * l =$	1,70 m *	5,10 m =		8,7 m ²	(gemäß REwS 21)			
$A_{Leichtfl.,vorh.} =$	$b * l =$	1,70 m *	5,10 m =		8,7 m ²	(b =	1,70 m; l =	5,10 m)	
$A_{Leichtfl.,vorh.} =$	8,7	m ²	=	$A_{Leichtfl.,erf.} =$	8,7	m ²			Nachweis erfüllt!

Nachweis Geschiebesammelraum Vorstufe:									
$V_{\text{Geschiebe,erf.}}$	=	2,5	m ³	*	$A_{\text{U, Gesamt}}$	[ha]	für	$T_{\text{räum}}$	= 5 a
$V_{\text{Geschiebe,erf.}}$	=	2,5	m ³	*	1,60	ha	=	<u>4,0 m³</u>	
gew. h	=	0,50	m						
$V_{\text{Geschiebe,vorh.}}$	=		$I_{\text{Geschiebe}}$	*	b	*	h		
$V_{\text{Geschiebe,vorh.}}$	=		6,30	*	1,70	*	0,50	=	<u>5,4 m³</u>
$V_{\text{Schl,vorh.}}$	=	5,4 m³		>	$V_{\text{Schl,erf.}}$	=	4,0 m³		Nachweis erfüllt!
Nachweis Auffangraum f. Leichtflüssigkeiten (Tauchwand):									
$V_{\text{Leichtfl.,erf.}}$	=	benötigter Auffangraum						5 m ³ (gemäß REWS 21)	
		$H_{\text{Dauerwsp.}}$	=	4,20 m NHN		$H_{\text{Sicherheit}}$	=	0,10 m (gemäß REWS 21)	
		$UK_{\text{Tauchwand}}$	=	3,50 m NHN		(b_{Auffang})	=	1,70 m I_{Auffang}	= 5,10 m
$h_{\text{min,Dauerstau}}$	=	Mindesteintauchtiefe bei Dauerstau = $V_{\text{Leichtfl.,erf.}}/A_{\text{Auffang}}$						0,58 m	
$h_{\text{vorh,Dauerstau}}$	=	$H_{\text{Dauerwsp.}} - UK_{\text{Tauchwand}} - H_{\text{Sicherheit}}$						0,60 m	
$h_{\text{vorh,Dauerstau}}$	=	0,60 m		>	$h_{\text{min,Dauerstau}}$	=	0,58 m		Nachweis erfüllt!
$V_{\text{Leichtfl.,vorh.}}$	=	5,2 m³		>	$V_{\text{Leichtfl.,erf.}}$	=	5 m³		Nachweis erfüllt!
$h_{\text{min,trocken}}$	=	10 cm		$h_{\text{vorh,trocken}}$	=	$H_{\text{Rohrschle}} - UK_{\text{Tauchwand}}$			
$h_{\text{vorh,trocken}}$	=	10 cm		=	$h_{\text{min,trocken}}$	=	10 cm		Nachweis erfüllt!

Nachweis der Auftriebssicherheit (Geschiebeschacht/RBF/Tosbecken):					
Geschiebeschacht RBFA 1					
Baugrund:	Aue-/Schwemmelehm/Filtersand/-kies		Wasser:		Beton:
$g_{\text{Boden}} =$	19 kN/m³		$g_{\text{Wasser}} =$	10 kN/m³	$g_{\text{Beton}} =$
					C 25/30
					25 kN/m³
Beckenmaße außen					
$b_{\text{außen}} =$	2,3 m	OK Geschiebesch.	5,80 m NHN		
$l_{\text{außen}} =$	7,9 m	UK Geschiebesch.	1,80 m NHN	Sohle =	2,2 m NHN
$l_{\text{Sporn}} =$	0,25 m	HHGW =	4,50 m NHN	--> $h_w =$	2,70 m
		GOK =	5,50 m NHN	--> $h_{\text{Boden}} =$	3,30 m
Teilsicherheitsbeiwerte					
$g_{\text{G,dst}} =$	1,05	$g_{\text{G,stb}} =$	0,95		
Sohlwasserdruck					
$w =$	$g_w \cdot h_w =$	27 kN/m²			
ständige destabilisierende vertikale Einwirkung G_{dst} (Hydrostatische Auftriebskraft)					
$G_{\text{dst,k}} =$	$w \cdot (b_{\text{außen}} + 2 \cdot l_{\text{Sporn}}) \cdot (l_{\text{außen}} + 2 \cdot l_{\text{Sporn}})$				
$G_{\text{dst,k}} =$	635,04 kN				
$G_{\text{dst,d}} =$	$G_{\text{dst,k}} \cdot g_{\text{G,dst}} =$ 666,79 kN				
Ermittlung der ständigen stabilisierenden vertikalen Einwirkung $G_{\text{stb,1}}$ aus Betonlast					
$G_{\text{stb,k,1}} =$	$g_{\text{B}} \cdot V_{\text{Beton,Becken}}$				
$V_{\text{B,Becken}} =$	28,29 m³				
$G_{\text{stb,k,1}} =$	707,15 kN				
$G_{\text{stb,d,1}} =$	$G_{\text{stb,k,1}} \cdot g_{\text{G,stb}} =$ 671,80 kN				
Ermittlung der ständigen stabilisierenden vertikalen Einwirkung $G_{\text{stb,2}}$ aus Bodeneigenlast					
$G_{\text{stb,k,2}} =$	$[g_{\text{Boden}} \cdot (\text{GOK} - \text{HHGW}) + (g_{\text{Boden}} - g_{\text{Wasser}}) \cdot (\text{HHGW} - \text{UK Geschiebesch.} - \text{Dicke Bodenplatte})] \cdot ((2 \cdot l_{\text{Sporn}} + b_{\text{außen}}) \cdot l_{\text{Sporn}} + l_{\text{Sporn}} \cdot l_{\text{außen}}) \cdot 2$				
$G_{\text{stb,k,2}} =$	217,21 kN				
$G_{\text{stb,d,2}} =$	$G_{\text{stb,k,2}} \cdot g_{\text{G,stb}} =$ 206,35 kN				
Nachweis Geschiebeschacht					
$G_{\text{stb,d}} \geq$	$G_{\text{dst,d}}$				
$G_{\text{stb,d}} =$	$G_{\text{stb,d,1}} + G_{\text{stb,d,2}} =$ 878,15 kN				
Gesamt					
$G_{\text{stb,d}} =$	878,1	kN	>	$G_{\text{dst,d}} =$	666,8 kN
NW erfüllt!					

RBF 1/ Erdbecken 1 / Tosbecken 1					
Baugrund:	Filtersand/-kies/Dränagekies/Auflast-, Schutzschicht	Wasser:		Beton:	C 20/25
$g_{\text{Boden}} =$	19 kN/m ³	$g_{\text{Wasser}} =$	10 kN/m ³	$g_{\text{Beton}} =$	25 kN/m ³
$g_{\text{Mubo}} =$	15 kN/m ³				
RBF-Aufbau					
$d_{\text{Deckschicht}} =$	0,05 m	Beckensohle =	4 m	HHGW =	4,50 m
$d_{\text{Filter}} =$	0,50 m	UK Becken =	3,25 m	--> $h_w =$	1,25 m
$d_{\text{Dränschicht}} =$	0,20 m				
Erdbecken-Aufbau					
$d_{\text{Mutterbodenschicht}} =$	0,10 m	Beckensohle =	4 m	HHGW =	4,50 m
$d_{\text{Auflastschicht}} =$	0,35 m	UK Becken =	3,25 m	--> $h_w =$	1,25 m
$d_{\text{Schutzschicht}} =$	0,30 m				
Tosbecken-Aufbau					
$d_{\text{Pflaster}} =$	0,10 m	Beckensohle =	4 m	HHGW =	4,50 m
$d_{\text{Beton}} =$	0,40 m	UK Beton	3,40 m	--> $h_w =$	1,10 m
Teilsicherheitsbeiwerte					
$g_{\text{G, dst}} =$	1,05	$g_{\text{G, stb}} =$	0,95		
Nachweis RBF 1					
Sohlwasserdruck					
$w =$	$g_w \cdot h_w =$	12,5 kN/m ²			
ständige destabilisierende vertikale Einwirkung G_{dst} (Hydrostatische Auftriebskraft)					
$G_{\text{dst, k}} =$	w				
$G_{\text{dst, k}} =$	12,50 kN				
$G_{\text{dst, d}} =$	$G_{\text{dst, k}} \cdot g_{\text{G, dst}} =$	13,13 kN			
Ermittlung der ständigen stabilisierenden vertikalen Einwirkung $G_{\text{stb, 1}}$ aus Bodeneigenlast					
$G_{\text{stb, k, 1}} =$	$g_{\text{Boden}} \cdot (d_{\text{Deckschicht}} + d_{\text{Filter}} + d_{\text{Dränschicht}})$				
$G_{\text{stb, k, 1}} =$	14,25 kN				
$G_{\text{stb, d, 1}} =$	$G_{\text{stb, k, 1}} \cdot g_{\text{G, stb}} =$	13,54 kN			
$G_{\text{stb, d}} =$	13,5 kN	>	$G_{\text{dst, d}} =$	13,1 kN	NW erfüllt!

Nachweis Erdbecken 1						
Sohlwasserdruck						
W =	$g_w \cdot h_w =$	12,5 kN/m²				
ständige destabilisierende vertikale Einwirkung G_{dst} (Hydrostatische Auftriebskraft)						
$G_{dst,k} =$	w					
$G_{dst,k} =$		12,50 kN				
$G_{dst,d} =$	$G_{dst,k} \cdot g_{G,dst} =$	13,13 kN				
Ermittlung der ständigen stabilisierenden vertikalen Einwirkung $G_{stb,1}$ aus Bodeneigenlast						
$G_{stb,k,1} =$	$g_{Boden} \cdot (d_{Deckschicht} + d_{Filter} + d_{Dränschicht})$					
$G_{stb,k,1} =$		13,85 kN				
$G_{stb,d,1} =$	$G_{stb,k,1} \cdot g_{G,stb} =$	13,16 kN				
$G_{stb,d} =$	13,2 kN	>	$G_{dst,d} =$	13,1 kN	NW erfüllt!	

Nachweis Tosbecken 1						
Sohlwasserdruck						
W =	$g_w \cdot h_w =$	11 kN/m²				
ständige destabilisierende vertikale Einwirkung G_{dst} (Hydrostatische Auftriebskraft)						
$G_{dst,k} =$	w					
$G_{dst,k} =$		11,00 kN				
$G_{dst,d} =$	$G_{dst,k} \cdot g_{G,dst} =$	11,55 kN				
Ermittlung der ständigen stabilisierenden vertikalen Einwirkung $G_{stb,2}$ aus Pflaster und Beton im Bereich des Tosbeckens						
$G_{stb,k,1} =$	$g_{Beton} \cdot (d_{Pflaster} + d_{Beton})$					
$G_{stb,k,1} =$		12,50 kN				
$G_{stb,d,1} =$	$G_{stb,k,1} \cdot g_{G,stb} =$	11,88 kN				
$G_{stb,d} =$	11,88 kN	>	$G_{dst,d} =$	11,55 kN	NW erfüllt!	

Entwässerungsabschnitt 4:	
Kanal:	M (mitte 1)
Bau-km:	32+167 bis 32+560
Abgabe an:	4.1-0013 aus VKE 714.2
Abschnitt	4.1

Eingangswerte:			
r _{15,0,33} =	146,70	l/(s*ha)	für Mittelstreifen
r _{15,1} =	103,30	l/(s*ha)	für FB-Rand
D =	15	min	
kb =	0,75	mm	
T =	1	/	3 a
D =	15	/	15 min
kb =	1,50		mm
	Damm/	Einschnitt/	
	allgem. Flächen	Bankett	Mulden (Transp.)
Q _{vbBZ} =	200,00	10,00	150,00 l/(s*ha)
r _{15,1,bBZ} =	-96,70	93,30	-46,70 l/(s*ha)
Y _{S,äqu} =	(r _{D(T)} *Q _h)/r _{D(T)}	(r _{D(T)} *Q _h)/r _{D(T)}	(r _{D(T)} *Q _h)/r _{D(T)}
Y _{S,äqu} =	-0,94	0,90	-0,45

Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:	
Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A
Fahrbahnen mit offenporig Asphalt über Abläufe in Sammelleitung	Fb-OPA
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)	Fb-E
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß	Fb-D
Bankette	Ba
Dammböschungen	Da
Einschnittsböschungen	Ein
Mulden (Versickerung)	Mu-V
Mulden (Transport, bBZ)	Mu-T
unbefestigte, bis 10% geneigte Flächen	u-Fl
bewachsene Bodenzone	bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)												Rohrleitungsdimensionierung																	
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflusssnachweis								
von bis	Länge [m]	Nr.		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]						
BW 484 32167.08 32305.00 32327.00	137,9 22,0	4.4-004 3.2-003	Fb-A	Fb-A	137,9	23,0	3165	0,90	2848,8	29,43	aus VKE 714.3						300	0,90		2,57	2,57	1.000	36,1	63,2					
Fb-A			Fb-A	22,0	23,0	505	0,90	454,4	6,67																				
										36,09																			
										Übertrag															36,09	1,00	1.000	36,1	0,35
32327.00 32385.00	58,0	3.2-003 4.2-004	Fb-A	Fb-A	58,0	24,0	1392	0,90	1252,8	18,38							300	0,96		1,01	3,58	1.000	54,5	67,6					
										18,38																			
										Übertrag															54,47	1,00	1.000	54,5	0,40
32385.00 32435.00	50,0	4.2-004 5.2-005	Fb-A	Fb-A	50,0	25,5	1275	0,90	1147,5	16,83								1,21		0,69	4,27	1.000	71,3	152,3					
										16,83																			
										Übertrag															71,31	1,00	1.000	71,3	0,44
32435.00 32485.00	50,0	5.2-005 6.2-006	Fb-A	Fb-A	50,0	24,6	1230	0,90	1107,0	16,24								1,24		0,67	4,94	1.000	87,5	155,8					
										16,24																			
										Übertrag															87,55	1,00	1.000	87,5	0,46
32485.00 32540.00	55,0	6.2-006 4.2-0010	Fb-A	Fb-A	55,0	24,0	1320	0,90	1188,0	17,43								1,23		0,74	5,68	1.000	105,0	154,8					
										17,43																			
										Übertrag															104,97	1,00	1.000	105,0	0,45
32540.00 32560.00	20,0	4.2-0010 4.2-0011	Fb-A	Fb-A	20,0	20,2	404	0,90	363,6	5,33								1,46		0,23	5,91	1.000	110,3	184,0					
										5,33																			
										Übertrag															110,31	1,00	1.000	110,3	0,64

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung																
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis						
von bis	Länge [m]	Nr.		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]				
32560.00 32560.00	22,6	4.2-0011 4.1-0013																									
										0,00																	
Auslauf in 4.1-013									Übertrag	110,31	1,00	1,000	110,3	1,02	400	1,85			0,20	6,11	1,000	110,3	232,4				

Einzugsfläche A_E: 9291,2

befestigte Fläche A_{E,b,a}: 9291,2

undurchlässige Fläche A_U: 8362,1

Abgabe an Schacht R03: 110,31

Entwässerungsabschnitt 4:	
Kanal:	R (rechts 1)
Bau-km:	32+142 bis 32+560
Abgabe an:	VKE 714.2
Abschnitt	4.2

Eingangswerte:			
r _{15,0,33} =	146,70	l/(s*ha)	für Mittelstreifen
r _{15,1} =	103,30	l/(s*ha)	für FB-Rand
D =	15	mm	
kb =	0,75	mm	
T=	1	/	3 a
D =	15	/	15 min
kb =	1,50		mm
	Damm/	Einschnitt/	
	allgem. Flächen	Bankett	Mulden (Transp.)
Q _{vbBZ} =	200,00	10,00	150,00 l/(s*ha)
r _{15,1,BBZ} =	-96,70	93,30	-46,70 l/(s*ha)
Y _{S,aqu} =	(r _{D(T)} ·q _u)/r _{D(T)}	(r _{D(T)} ·q _u)/r _{D(T)}	(r _{D(T)} ·q _u)/r _{D(T)}
Y _{S,aqu} =	-0,94	0,90	-0,45

Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:	
Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A
Fahrbahnen mit offenporig Asphalt über Abläufe in Sammelleitung	Fb-OPA
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)	Fb-E
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß	Fb-D
Bankette	Ba
Dammböschungen	Da
Einschnittsböschungen	Ein
Mulden (Versickerung)	Mu-V
Mulden (Transport, bBZ)	Mu-T
unbefestigte, bis 10% geneigte Flächen	u-Fl
bewachsene Bodenzone	bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)												Rohrleitungsdimensionierung												
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet					Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis		
von bis	Länge [m]	Nr.		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
BW 484 32141.58 32305.00 32327.00 32406.00	163,4 22,0 79,0	4.1-005 4.1-006	Fb-A	Fb-A	163,4	23,0	3750	0,90	3375,4	34,87		aus VKE 714.3								0,27	0,27	1,000	54,3	97,1
	Fb-A		Fb-A	22,0	23,0	505	0,90	454,4	4,69															
	Fb-A		Fb-A	79,0	20,0	1580	0,90	1422,0	14,69															
										54,25														
										Übertrag	54,25	1,00	1,000	54,3	0,81	300	1,37							
32406.00 32457.00	51,0	4.1-006 4.1-007	Fb-A	Fb-A	51,0	19,7	1005	0,90	904,2	9,34										0,68	0,94	1,000	63,6	88,8
									9,34															
									Übertrag	63,59	1,00													
32457.00 32508.00	51,0	4.1-007 4.1-0010	Fb-A	Fb-A	51,0	19,7	1005	0,90	904,2	9,34														
									9,34															
									Übertrag	72,93	1,00													
32508.00 32528.50	20,5	4.1-0010 4.1-0011	Fb-A	Fb-A	20,5	19,7	404	0,90	363,5	3,75														
									3,75															
									Übertrag	76,69	1,00													
32528.50 32538.50	10,0	4.1-0011 4.1-0012	Fb-A	Fb-A	10,0	19,7	197	0,90	177,3	1,83														
									1,83															
									Übertrag	78,52	1,00													
32538.50 32559.00	20,5	4.1-0012 4.1-0013	Fb-A	Fb-A	20,5	19,7	404	0,90	363,5	3,75														
									3,75															
									Übertrag	82,27	1,00													

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung											
Station	Haltung	Schacht	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis	
von bis	Länge [m]	Nr.	Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]
32559.00		4.1-0013 bauz. Ltq.																				
		Zulauf aus Schacht 4.2-0011 (mitte)							110,31													
		Auslauf in provisorische Zuleitung zum RBFA 4 der VKE 714.2								110,31												
									Übertrag	192,58												

Einzugsfläche A_E: 8849,5

befestigte Fläche A_{F,b,a}: 8849,5

undurchlässige Fläche A_U: 7964,5

S Einzugsfläche A_{F,s} im EA 4: 18140,7

S undurchlässige Fläche A_{F,b,a} im EA 4: 18140,7

S undurchlässige Fläche A_U im EA 4: 16326,6

Abgabe an RBFA 4: 192,58

davon aus VKE 714.3:

S Einzugsfläche A_{F,s} im EA 4: 6915,8

S undurchlässige Fläche A_{F,b,a} im EA 4: 6915,8

S undurchlässige Fläche A_U im EA 4: 6224,2

Abgabe an RBFA 4: 64,30

Retentionsbodenfilteranlage Nr. 4 aus VKE 714.2 (RBFA 4) bei Station 32+860					
Entwässerungsabschnitt 4					
Eingangswerte:					
Ausführung: Retentionsbodenfilterbecken gemäß DWA-A 178 mit vorgeschaltetem Geschiebeschacht					
vereinfachtes Verfahren nach DWA-A 117					
Bemessungszufluss gesamt:	$Q_{(n=1)} =$	192,58	l/s		
Überschreitungshäufigkeit RBFA:	$n =$	0,20	1/a	(Abstimmung mit DEGES)	5-jähriges Ereignis
Einzugsgebietsfläche:	$A_{E,gesamt} =$	18140,7	m² =	1,81 ha	
undurchlässige Fläche:	$A_{u,gesamt} =$	16326,6	m² =	1,63 ha	(aus Entwässerungsabschnitt 4)
befestigte Fläche:	$A_{E,b,a} =$	18140,7	m² =	1,81 ha	
Drosselleistung:	$q_{Dr,RBF} =$	0,05	l/(s*m²)	(gemäß DWA-A178)	
Drosselleistung:	$Q_{Dr,RBF} =$	16,2	l/s = $q_{Dr} \cdot A_F$	Einleitmenge in Graben zur Stillhorner Wettern in Einleitstelle E9	
Zuschlagsfaktor:	$f_z =$	1,00	(bei außerörtlichen Straßen gemäß REwS)		
Aufschlag des Toleranzbetrages (15 %):	$f_{Tol} =$	1,15	(gemäß KOSTRA-DWD-2010)		

Ermittlung der Drosselabflussspende:

Drosselabflussspende:

$$q_{dr,r,u} = \frac{Q_{Dr}}{A_U} = \frac{16,15}{1,63} = 9,89 \text{ l/(s*ha)}$$

Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

aus Bild 3 (DWA A 117):

$$f_A = 1,00$$

Ermittlung des Speichervolumens

(nach DWA A 117, Gleichung 2)

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot f_{Tol} \cdot 0,06$$

Dauerstufe D [min]	Regenspende 5-jähriges Ereignis rD(n) [l/(s*ha)]	Drosselabflussspende qdr,r,u [l/(s*ha)]	Differenz r _{D,n} - q _{dr,r,u}	spezif. Volumen V _{S,U} [m³/ha]
5	270,0	9,89	260,11	89,74
10	203,3	9,89	193,41	133,45
15	166,7	9,89	156,81	162,30
20	142,5	9,89	132,61	183,00
30	112,2	9,89	102,31	211,78
45	86,3	9,89	76,41	237,25
60	71,1	9,89	61,21	253,40
90	51,5	9,89	41,61	258,39
120	41,0	9,89	31,11	257,58
180	29,7	9,89	19,81	246,02
240	23,7	9,89	13,81	228,66
360	17,2	9,89	7,31	181,54
540	12,5	9,89	2,61	97,18
720	9,9	9,89	0,01	0,41
1080	7,2	9,89	-2,69	-200,59
1440	5,8	9,89	-4,09	-406,56
2880	3,5	9,89	-6,39	-1270,18
4320	2,6	9,89	-7,29	-2173,54
maximales spezifisches Volumen:				258,39

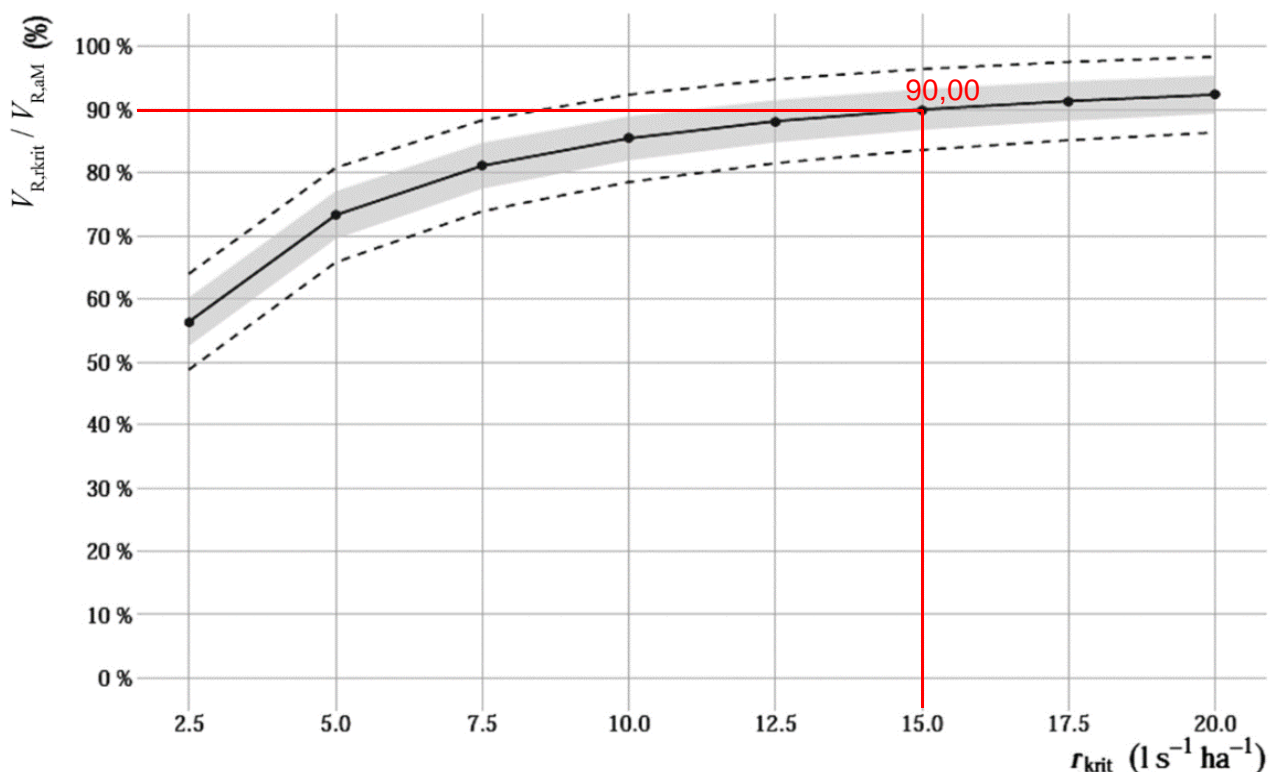
Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens:									
$A_{F,erf.}$	=	100 m ²	*	$A_{E,b,a}$ [ha]			(gemäß DWA-A 178 Pkt. 6.2.2.2)		
$A_{F,erf.}$	=	100	*	1,81	=			181 m²	
$V_{erf.}$	=	$V_{S,U}$	*	A_U					
$V_{erf.}$	=	258,39	*	1,63	=			422 m³	
Nachweis des Speichervolumens:									
$A_{Sohle,RBF,erf.}$	=	<u>181 m²</u>							
$V_{erf.}$	=	<u>422 m³</u>							
$A_{F,vorh.}$	=	<u>323 m²</u>							
Einstauhöhe h	=	<u>0,60 m</u>							
$V_{vorh.}$	=	<u>782,00 m³</u>				(aus Planung der VKE 714.2)			
$A_{Sohle,RBF,vorh.}$	=	323 m ²	>	$A_{Sohle,RBF,erf.}$	=	181 m ²		Nachweis erfüllt!	
$V_{vorh.}$	=	782 m ³	>	$V_{erf.}$	=	422 m ³		Nachweis erfüllt!	
Nachweis der Größe der Vorstufe (Geschiebeschacht):									
(gemäß REwS 21)									
Durchmesser Zulauf				500 mm					
Durchmesser Auslauf				500 mm					
Höhe Sohle Vorstufe bis OK Dauerstau	≥			1,20 m, gewählt:		2,00 m			
Tiefe Schlammraum	≥			0,50 m, gewählt:		0,50 m			
Höhe Rückhalteraum Leichtflüssigkeiten	≥			0,30 m, gewählt:		0,60 m			
Sicherheitszuschlag auf Rückhalteraum	≥			0,10 m, gewählt:		0,10 m			
Durchflusshöhe unter Tauchwand	≥			0,30 m, gewählt:		2,60 m			
Breite der Tauchwand				0,20 m					
Breite hinter der Tauchwand				1,00 m					
Breite Überlaufschwelle				1,00 m					
Breiten-Längenverhältnis (soll)				1: 3					
Bemessungszufluss							=	192,58 l/s	
Mindestbreite der Vorstufe							≥	1,70 m	
Breite gewählt:								1,70 m	
Länge des Beckens (Bereich Auffangraum f. Leichtflüssigkeiten)						1,7	*	3	≥ 5,10 m
$A_{Leichtfl.,erf.}$	=	$b * l$	=	1,70 m *	5,10 m =	8,7 m ²	(gemäß REwS 21)		
$A_{Leichtfl.,vorh.}$	=	$b * l$	=	1,70 m *	5,10 m =	8,7 m ²	(b = 1,70 m; l = 5,10 m)		
$A_{Leichtfl.,vorh.}$	=	8,7 m ²	=	$A_{Leichtfl.,erf.}$	=	8,7 m ²		Nachweis erfüllt!	

Nachweis Geschiebesammelraum Vorstufe:									
$V_{\text{Geschiebe,erf.}}$	=	2,5	m ³	*	$A_{\text{U, Gesamt}}$	[ha]	für	$T_{\text{räum}}$	= 5 a
$V_{\text{Geschiebe,erf.}}$	=	2,5	m ³	*	1,63	ha	=	<u>4,1 m³</u>	
gew. h	=	0,50	m						
$V_{\text{Geschiebe,vorh.}}$	=		$I_{\text{Geschiebe}}$	*	b	*	h		
$V_{\text{Geschiebe,vorh.}}$	=		6,30	*	1,70	*	0,50	=	<u>5,4 m³</u>
$V_{\text{Schl,vorh.}}$	=	5,4 m³		>	$V_{\text{Schl,erf.}}$	=	4,1 m³		Nachweis erfüllt!
Nachweis Auffangraum f. Leichtflüssigkeiten (Tauchwand):									
$V_{\text{Leichtfl.,erf.}}$	=	benötigter Auffangraum						5 m ³ (gemäß REWS 21)	
		$H_{\text{Dauersp.}}$	=	4,20 m NHN		$H_{\text{Sicherheit}}$	=	0,10 m (gemäß REWS 21)	
		$UK_{\text{Tauchwand}}$	=	3,50 m NHN		(b_{Auffang})	=	1,70 m I_{Auffang}	= 5,10 m
$h_{\text{min,Dauerstau}}$	=	Mindesteintauchtiefe bei Dauerstau = $V_{\text{Leichtfl.,erf.}}/A_{\text{Auffang}}$						0,58 m	
$h_{\text{vorh,Dauerstau}}$	=	$H_{\text{Dauersp.}} - UK_{\text{Tauchwand}} - H_{\text{Sicherheit}}$						0,60 m	
$h_{\text{vorh,Dauerstau}}$	=	0,60 m		>	$h_{\text{min,Dauerstau}}$	=	0,58 m		Nachweis erfüllt!
$V_{\text{Leichtfl.,vorh.}}$	=	5,2 m³		>	$V_{\text{Leichtfl.,erf.}}$	=	5 m³		Nachweis erfüllt!
$h_{\text{min,trocken}}$	=	10 cm		$h_{\text{vorh,trocken}}$	=	$H_{\text{Rohrschle}} - UK_{\text{Tauchwand}}$			
$h_{\text{vorh,trocken}}$	=	10 cm		=	$h_{\text{min,trocken}}$	=	10 cm		Nachweis erfüllt!

Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch breitflächige Versickerung nach REwS im Entwässerungsabschnitt 1

		AFS63-Fracht [kg/(ha x a)]	
		REwS	DWA-A 102-2
Außerortsstraße der Kategorie I	à	280	280
	Kategorie II	à	360
	Kategorie III	à	550
Erforderlicher Wirkungsgrad für Kategorie III:		0,49	0,63
Erf. Wirkungsgrad für Kategorie III nach REwS:		0,50	

Anteil des Regenwasserabflusses unterhalb der kritischen Regenspende ($V_{R,krit}$) bezogen auf das Jahresregenwasserabflussvolumen $V_{R,aM}$ (Bild B.1 aus DWA-A 102-2)



Fahrbahnbreite: **19 m**
Versickerungs- bzw. Infiltrationsrate nach REwS: **200 l/(s x ha)**
Schadstofffracht: **550 kg/(ha x a)**

Regenspende in l/(s x ha):	2,50	5,00	10,00	15,00	20,00
Anteil Regenabfluss in %:	56,50	73,50	85,50	90,00	92,50
Abfluss in l/(s x m):	0,00475	0,00950	0,01900	0,02850	0,03800
erford.Böschungsbreite* in m:	0,24	0,49	1,00	1,54	2,11
Restfracht AFS63 in kg/(ha x a):	239,3	145,8	79,8	55,0	41,3
Rückhalt AFS63 in %:	56,50	73,50	85,50	90,00	92,50
Frachtaustrag** in kg/(ha x a):	95,7	58,3	31,9	22	16,5

* zur Versickerung des Abflusses; Bankett bleibt unberücksichtigt

** Wirkungsgrad für Sedimentation auf der bewachsenen Fläche = 0,60
und Annahme Mulde oder Gewässer grenzt unmittelbar an die Böschung an.

Böschungsbreite im Dammbereich ≥ 3 m

--> Reinigungswirkung ist bei Versickerung über Böschung erreicht!

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung													
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet					Abm.-beiw.	undurchl. F.	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis	
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	f _D	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]		V _{roll} [m/s]	V _{stl} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]
Abschnitt 30+000.00 30+150.00	150,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					1,00	2325,0	3,49														
		Fb-D	Fb-D	150,0	15,5	2325																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	150,0	1,5	225																	
	Da	bBZ	150,0	2,0	300																		
150,0						Abschnitt 1:	-1375,0	-2,06	0,00														
							0,0		0,00														
Abschnitt 30+150.00 30+300.00	150,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					1,00	2850,0	4,28														
		Fb-D	Fb-D	150,0	19,0	2850																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	150,0	1,5	225																	
	Da	bBZ	150,0	2,0	300																		
150,0						Abschnitt 2:	-850,0	-1,28	0,00														
							0,0		0,00														
Abschnitt 30+300.00 30+400.00	100,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					1,00	1900,0	2,85														
		Fb-D	Fb-D	100,0	19,0	1900																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	100,0	1,5	150																	
	Da	bBZ	100,0	3,5	350																		
100,0						Abschnitt 2:	-2416,7	-3,63	0,00														
							0,0		0,00														
Abschnitt 30+400.00 30+500.00	100,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					1,00	1900,0	2,85														
		Fb-D	Fb-D	100,0	19,0	1900																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	100,0	1,5	150																	
	Da	bBZ	100,0	6,0	600																		
100,0						Abschnitt 2:	-5500,0	-8,25	0,00														
							0,0		0,00														

[illegible]

<u>Einzugsfläche A_n:</u>	17965.0
--	----------------

<u>undurchlässige Fläche A_{II}:</u>	<u>0,0</u>
---	------------

Abgabe an Versickerungsmulde:	0,00
--------------------------------------	-------------

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

[illegible]

Einzugsfläche A_e:	3600,0
undurchlässige Fläche A_{un}:	0,0
Abgabe an Versickerungsmulde:	0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

[illegible]

Einzugsfläche A_n:	3743,4
undurchlässige Fläche A_u:	1022,7
Abgabe an dränierten Filtergraben am Dammfuß:	1,53

Dieser Abfluss wird über die 30 cm dicke bewachsene Bodenzone des Entwässerungsgrabens gereinigt (siehe separater Nachweis).

[illegible]

Einzugsfläche A_n:	2303,5
undurchlässige Fläche A_u:	0,0
Abgabe an dränierten Filtergraben am Dammfuß:	0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

[illegible]

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

[illegible]

Einzugsfläche A_z:	3255,7
undurchlässige Fläche A_u:	0,0
Abgabe an Versickerungsmulde in Neuländer Straße:	0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

[illegible]

Einzugsfläche A_n:	3712,5
undurchlässige Fläche A_{un}:	0,0
Abgabe an Versickerungsmulde in Neuländer Straße:	0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach REwS

Projektname Bundesautobahn A 1 - VKE 714.3
Teilobjekt 8-streifige Erweiterung zwischen AD Süderelbe und AS HH-Harburg

1. Allgemeines Entwässerungsabschnitt 1
Versickerung über Bankette, Böschungen, Mulden und dränierte Gräben
mit Einleitung in die Fünfhausener-Landweg-Wettern
2. Behandlungserfordernis und -ziel

Mittlere AFS63 Abtragsfracht von Außerortsstraßen gemäß REwS

Kategorie	$b_{R,a,AFS63}$ in kg/(ha·a)
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	550

$$\begin{aligned} A_{b,a} &= 3,10 \text{ ha} \\ b_{R,e,zul,AFS63} &= 280 \text{ kg/(ha·a)} \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= A_{b,a} \cdot AFS63 \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= 1707 \text{ kg/a} \end{aligned}$$

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad η [%]
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	50

3. Nachweis der Reinigungswirkung

Versickerung über:

für Straßenabflüsse werden die folgenden Wirkungsgrade für
90 % der Jahresabflüsse gemäß REwS erzielt
30 cm bewachsene Bodenzone ($\geq 2,00$ m breite Böschung)
 $\eta_{bew. Bodenz.} > 0,95$
10 % der Jahresabflüsse gemäß REwS erzielt
30 cm bewachsene Bodenzone (dräniertes Filtergraben)
 $\eta_{Filtergraben} = 0,95$

$$\begin{aligned} b_{R,in,Damm} &= b_{R,a,AFS63} \cdot 0,90 \\ b_{R,in,Damm} &= 495 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,aus,Damm} &= (1 - \eta_{bew. Bodenz.}) \cdot b_{R,a,AFS63,RBF,ein} \\ b_{R,aus,Damm} &= 24,75 \text{ kg/(ha·a)} \end{aligned}$$

Für den Anteil des jährlichen Niederschlagswassers, der nicht versickert, wird eine Sedimentation während des Abflusses über die Böschung wirksam. Konservativ kann in Anlehnung an das DWA-A 178 ein Stoffrückhalt von 60 % angesetzt werden.

$$\begin{aligned} b_{R,RRL} &= (1 - 0,90) \cdot b_{R,a,AFS63} \cdot (1 - \eta_{RRL}) \\ b_{R,RRL} &= 2,75 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,e,ges} &= 27,5 \text{ kg/(ha·a)} < 280 \text{ kg/(ha·a)} = b_{R,e,zul,AFS63} \\ B_{R,e,ges} &= 85 \text{ kg/a} < 869 \text{ kg/a} = B_{R,e,zul} \\ \eta_{ges} &= 95 \% < \eta_{erf} = 50 \% \end{aligned}$$

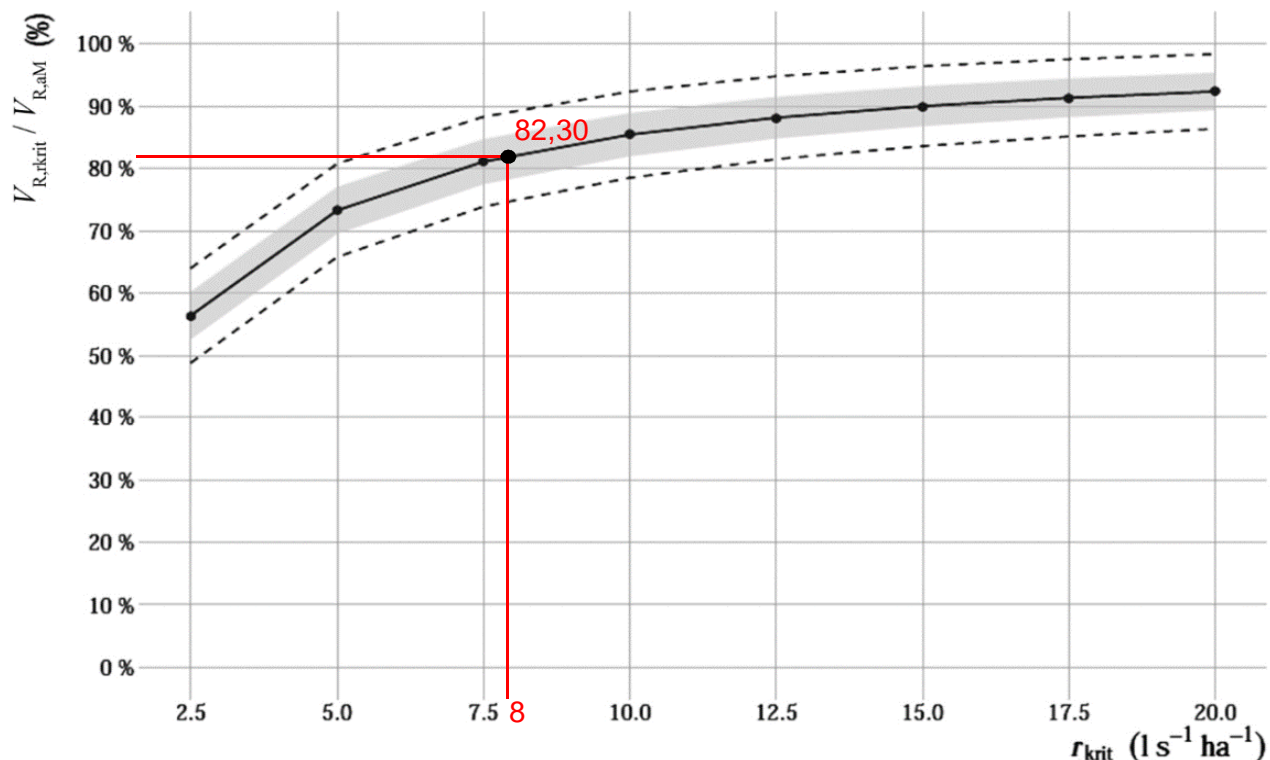
Der ermittelte Frachtaustrag in die Fünfhausener-Landweg-Wettern beträgt < 10 % des zulässigen Frachtaustrags.

Nachweis erfüllt!

Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch breitflächige Versickerung nach REwS im Entwässerungsabschnitt 2

		AFS63-Fracht [kg/(ha x a)]	
		REwS	DWA-A 102-2
Außerortsstraße der Kategorie I	à	280	280
	Kategorie II	à	360
	Kategorie III	à	550
Erforderlicher Wirkungsgrad für Kategorie III:		0,49	0,63
Erf. Wirkungsgrad für Kategorie III nach REwS:		0,50	

Anteil des Regenwasserabflusses unterhalb der kritischen Regenspende ($V_{R,krit}$) bezogen auf das Jahresregenwasserabflussvolumen $V_{R,aM}$ (Bild B.1 aus DWA-A 102-2)



Fahrbahnbreite: **19 m**
Versickerungs- bzw. Infiltrationsrate nach REwS: **150 l/(s x ha)**
Schadstofffracht: **550 kg/(ha x a)**

Regenspende in l/(s x ha):	2,50	8,00	10,00	15,00	20,00
Anteil Regenabfluss in %:	56,50	82,30	85,50	90,00	92,50
Abfluss in l/(s x m):	0,00475	0,01520	0,01900	0,02850	0,03800
erford.Böschungsbreite* in m:	0,32	1,07	1,36	2,11	2,92
Restfracht AFS63 in kg/(ha x a):	239,3	97,4	79,8	55,0	41,3
Rückhalt AFS63 in %:	56,50	82,30	85,50	90,00	92,50
Frachtaustrag** in kg/(ha x a):	95,7	38,9	31,9	22	16,5

* zur Versickerung des Abflusses; Bankett vor der Mulde bleibt unberücksichtigt

** Wirkungsgrad für Sedimentation auf der bewachsenen Fläche = 0,60
und Annahme Mulde oder Gewässer grenzt unmittelbar an die Böschung an.

Entwässerungsabschnitt 2:						
Reinigungswirkung	(links 1)					
Bau-km:	30+940 bis 31+040					
Abschnitt	2.1.1					
Eingangswerte:						
r _{krit} =	15,00	l/(s*ha)	für Reinigungswirkung			
r _{15,1} =	103,30	l/(s*ha)	für Grabenversicker.			
D =	15	min				
kb =	1,50	mm				
T=	1	/	100	a		
D =	15	/	2880	min		
kb =	1,50			mm		
	Damm	Bankett	Graben/ Mulde	Neben- flächen		
q _{v,bBZ} =	200,00	10,00	150,00	150,00	l/(s*ha)	
r _{15,1,bBZ} =	-96,70	93,30	-46,70	-46,70	l/(s*ha)	
Y _{s,aqu} =	(r _{D(Γ)} -q _v)/r _{D(Γ)}	(r _{D(Γ)} -q _v)/r _{D(Γ)}	(r _{D(Γ)} -q _v)/r _{D(Γ)}	(r _{D(Γ)} -q _v)/r _{D(Γ)}		
Y _{s,aqu} =	-12,33	0,33	-9,00	-9,00		
Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:						
Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung						Fb-A
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)						Fb-E
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß						Fb-D
Bankette						Ba
Dammböschungen						Da
Einschnittsböschungen						Ein
Mulden/Gräben (Versickerung)						Mu/Gr-V
Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)						Mu/Gr-T
unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen						u-FI
bewachsene Bodenzone						bBZ

[illegible]

[illegible]

Abgabe an Versickerungsmulde:	0,91
--------------------------------------	-------------

Die Behandlung erfolgt über die Versickerung durch die bewachsene Bodenzone oberhalb des MHGW. --> Behandlungsziel ist erreicht.

Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-:					
Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
<u>Berechnungsgrundlagen</u>					
versiegelte Fläche:	$A_{Uj} =$	604,33	$m^2 =$	0,06043	ha (undurchlässige Fläche)
Regendauer	$T =$	15,00	min		
Niederschlagsereignis:	$a =$	1	jährliches		
Überschreitungshäufigkeit:	$n =$	1,00	1/a		(1-jährliches Ereignis nach Ras-Ew)
Dauerstufenbeginn	$D =$	5	min		
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f =$	1,50E-05	m/s		
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,20			gering (Risikomaß)
Länge der Mulde	$L_{Mulde} =$	100,00	m		
Breite der Mulde	$B_{Mulde} =$	3,00	m		(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)
<u>Ermittlung der Versickerungsleistung:</u>					
Versickerungsfläche:	$A_S =$	L_{Mulde}	*	B_{Mulde}	
	$A_S =$	100,00	*	3,00	= 300 m^2
Versickerungsleistung:	$Q_S =$	$k_f / 2 * A_S$			
	$Q_S =$	2,25E-03	$m^3/s =$	2,25	$l/s > 0,91 l/s =$ Abgabe an Mulde bei $r_{krit} = 15 l/(s \cdot ha)$

Bildung Mittelwert des Durchlässigkeits- beiwertes der ungesättigten Zone (Grundlage: Versickerungsversuche / RAS-EW)			
Versuch Nr	k _r -Siebl.	Korr.faktor	k _r -Wert Bemessung
Rasenmuld	1,50E-05	1	1,50E-05
Mittelwert			1,50E-05

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RA-EW, für die Berechnung herangezogen.

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung													
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet					Abm.-beiw.	undurchl. F	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis	
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	f _D	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	i [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorr. [l/s]	mögl. [l/s]
Abschnitt 0+000,00 0+040,00	40,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					1,00	780,0	1,17														
		Fb-D	Fb-D	40,0	19,5	780																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	40,0	2,5	100																	
	Da	bBZ	40,0	2,5	100																		
	40,0	Abschnitt 1:					-453,3	-0,68	0,00														
						0,0		0,00															
Abschnitt 0+040,00 0+080,00	40,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	0,0		0,00													
		Fb-D	Fb-D	40,0	23,0	920																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	40,0	1,5	60																	
	Da	bBZ	40,0	3,5	140																		
	40,0	Abschnitt 2:					-806,7	-1,21	0,00														
						0,0		0,00															
Abschnitt 0+080,00 0+130,00	50,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	0,0		0,00													
		Fb-D	Fb-D	50,0	6,0	300																	
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	50,0	1,5	75																	
	Da	bBZ	50,0	4,0	200																		
	50,0	Abschnitt 2:					-2166,7	-3,25	0,00														
						0,0		0,00															

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

Entwässerungsabschnitt 2:	
Reinigungswirkung (links 3)	
Bau-km:	31+148 bis 31+240
Abschnitt	2.1.3

Eingangswerte:					Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:	
r _{krit} =	15,00	l/(s*ha)	für Reinigungswirkung			
r _{15,1} =	103,30	l/(s*ha)	für Grabenversicker.			
D =	15	min				
kb =	1,50	mm				
T=	1	/	100	a		
D =	15	/	2880	min		
kb =	1,50			mm		
	Damm	Bankett	Graben/ Mulde	Neben- flächen		
q _{v,bBZ} =	200,00	10,00	150,00	150,00	l/(s*ha)	
r _{15,1,bBZ} =	-96,70	93,30	-46,70	-46,70	l/(s*ha)	
Y _{S,aqu} =	(r _{D(T)} -q _v)/r _{D(T)} (r _{D(T)} -q _v)/r _{D(T)} (r _{D(T)} -q _v)/r _{D(T)} (r _{D(T)} -q _v)/r _{D(T)}					
Y _{S,aqu} =	-12,33	0,33	-9,00	-9,00		
Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung					Fb-A	
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)					Fb-E	
Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß					Fb-D	
Bankette					Ba	
Dammböschungen					Da	
Einschnittsböschungen					Ein	
Mulden/Gräben (Versickerung)					Mu/Gr-V	
Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)					Mu/Gr-T	
unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen					u-Fl	
bewachsene Bodenzone					bBZ	

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung																						
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abm.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis												
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	f _D	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]		V _{coll} [m/s]	V _{rel} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]									
Abschnitt 31+147,90 31+240,00	92,1	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				1,00	1796,0	2,69																								
Fb-D Fb-D 92,1 19,5 1796																																
Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																
Ba Ba 92,1 2,5 230																																
Da bBZ 92,1 1,9 175																																
Graben 31+147,90 31+240,00	92,1					Abschnitt 1:		-362,3		-0,54		0,00																				
						Übertrag:		0,0		0,00																						
						Abschnitt 3:		-1657,9		-17,13		0,00																				
								0,0		0,00																						
Graben 31+147,90 31+240,00	92,1	übriges Einzugsgebiet				-9,00	-1657,9	-17,13																								
		Mu/Gr-T Mu/Gr-T 92,1 2,0 184																														
																									Abschnitt 3:		-1657,9		-17,13		0,00	
																											0,0		0,00			

Einzugsfläche A_E:	2385,5
undurchlässige Fläche A_U:	0,0
Abgabe an Versickerungsgraben:	0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

[illegible]

Abschnitt 31+560.00 31+585.00 BW 486	25,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	6142,5		4,91											
		Fb-D	Fb-D	25,0	19,0	475	1,00	475,0	0,38												
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,00	0,0	0,00												
		Ba	Ba	25,0	1,0	25	Abschnitt 2:	475,0	0,38	0,38	1,00	1,000	0,4	0,62	300		1,09		0,38	5,27	1,000
	25,0							6617,5		5,29											
Mulde 31+240.00 31+560.00	320,0	übriges Einzugsgebiet					Übertrag:	6617,5		5,29											
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	320,0	1,50	480	-17,75	-8520,0	-6,82												
							Abschnitt 3:	-8520,0	-6,82	-6,82											
	320,0							6617,5		0,00											

Einzugsfläche A_n : **7585,0**

angeschlossene befestigte Fläche $A_{b,n}$: **6617,5**

Abgabe an Überlauf: **0,00**

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 8 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss aus der Mulde --> Damit sind > 80 % der Regenereignisse gemäß DWA-A 102-2 abgedeckt. Die genauere Betrachtung erfolgt am Ende der Unterlage.

[illegible]

Mulde							Übertrag:	3040,0		2,43															
31+585,00	125,0	übriges Einzugsgebiet					-17,75	-3328,1	-2,66																
31+710,00		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	125,0	1,50	188																			
	125,0						Abschnitt 3:	-3328,1	-2,66	-2,66															
								3040,0		0,00															

Einzugsfläche A_z: 3377,5

undurchlässige Fläche A_u: 3040,0

Abgabe an Versickerungsgraben: 0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 8 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss aus der Mulde --> Damit sind > 80 % der Regenereignisse gemäß DWA-A 102-2 abgedeckt. Die genauere Betrachtung erfolgt am Ende der Unterlage.

[illegible]

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ laufen der Mulde 1,04 l/s Niederschlagswasser zu.
Die Behandlung erfolgt über die Versickerung durch die bewachsene Bodenzone oberhalb des MHGW. --> Behandlungsziel ist erreicht.

Die vorhandene Versickerungsleistung der Mulde ist größer, als der Zulauf bei der kritischen Regenspende $k_{krit} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$.
 -> Die Reinigungswirkung über die bewachsene Bodenzone der Dammböschung und Mulde ist ohne Einstau möglich. Ein Notüberlauf erfolgt in den Filtergraben an der Rampe 1.2.

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k_f nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

[illegible]

Einzugsfläche A_{Ez}:	3980,0
undurchlässige Fläche A_{un}:	0,0
Abgabe an Versickerungsmulde in Neuländer Straße:	0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

Entwässerungsabschnitt 2:	
Reinigungswirkung	(rechts 3)
Bau-km:	31+039 bis 31+100
Abschnitt	2.2.3

Eingangswerte:				Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:			
r_{krit}	=	15,00	l/(s*ha)	für Reinigungswirkung			
$r_{15,1}$	=	103,30	l/(s*ha)	für Grabenversicker.			
D	=	15	min				
kb	=	1,50	mm				
					Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung		Fb-A
					Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)		Fb-E
					Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß		Fb-D
					Bankette		Ba
					Dammböschungen		Da
					Einschnittsböschungen		Ein
					Mulden/Gräben (Versickerung)		Mu/Gr-V
					Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)		Mu/Gr-T
					unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen		u-Fl
					bewachsene Bodenzone		bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)										Rohrleitungsdimensionierung													
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abfl.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis			
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,äqui}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]		V _{voll} [m/s]	V _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]
Abschnitt 31+039.45 31+100.00	60,6	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				1,00	1180,8	1,77															
Fb-D Fb-D 60,6 19,5 1181																							
Entwässerung über bewachsene Bodenzone																							
Ba		Ba	60,6	2,5	151																		
Da		bBZ	60,6	4,5	272																		
Graben 31+039.45 31+100.00	60,6					Abschnitt 1:	-2179,9	-3,27	0,00														
						0,0	0,00																
	übriges Einzugsgebiet				Übertrag:	0,0	0,00																
	Mu/Gr-T	Mu/Gr-T	60,6	2,0	121	-9,00	-1090,0	-1,63	0,00														
					Abschnitt 3:	-1090,0	-1,63	0,00															
	60,6						0,0	0,00															

Einzugsfläche A_U:	1725,8
undurchlässige Fläche $A_{U,0}$:	0,0
Abgabe an Versickerungsmulde:	0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss --> Behandlungsziel ist erreicht.

[illegible]

Mulde							Übertrag:	2730,0		2,18														
31+100,00	140,0	übriges Einzugsgebiet					-17,75	-3727,5	-2,98															
31+240,00		Mu/Gr-V	Mu/Gr-I	140,0	1,50	210																		
	140,0						Abschnitt 3:	-3727,5	-2,98	-2,98														
								2730,0		0,00														

Einzugsfläche A_z: 3220,0

undurchlässige Fläche A_{ul}: 2730,0

Abgabe an Versickerungsmulde: 0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 8 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss aus der Mulde --> Damit sind > 80 % der Regenereignisse gemäß DWA-A 102-2 abgedeckt. Die genauere Betrachtung erfolgt am Ende der Unterlage.

Entwässerungsabschnitt 2:	Eingangswerte:						Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:	
Versickerungsmulde (rechts 5)	$r_{krit} =$	8,00	$l/(s \cdot ha)$	für Reinigungswirkung				
	$r_{15,1} =$	103,30	$l/(s \cdot ha)$	für Grabenversicker.				
Bau-km: 31+270 bis 31+580	D =	15	min					
Abschnitt 2.2.5	kb =	1,50	mm					
	T=	1	/	100	a			
	D =	15	/	2880	min			
	kb =	1,50			mm			
		Damm	Bankett	Graben/ Mulde	Neben- flächen			
	$q_{v,bBZ} =$	200,00	10,00	150,00	150,00	$l/(s \cdot ha)$		
	$r_{15,1,bBZ} =$	-96,70	93,30	-46,70	-46,70	$l/(s \cdot ha)$		
	$Y_{S,aqu} =$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$		
	$Y_{S,aqu} =$	-24,00	-0,25	-17,75	-17,75			
		Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung					Fb-A	
		Fahrbahnen über Böschungen in Mulden und Muldenabläufe (Einschnitt)					Fb-E	
		Fahrbahnen über Böschungen in Mulden am Dammfuß					Fb-D	
		Bankette					Ba	
		Dammböschungen					Da	
		Einschnittsböschungen					Ein	
		Mulden/Gräben (Versickerung)					Mu/Gr-V	
		Muldenen/Gräben (Transport, bBZ)					Mu/Gr-T	
		unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen					u-FI	
		bewachsene Bodenzone					bBZ	

[illegible]

Abschnitt 31+400.00 31+480.00 Müf	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	2909,3		30,05													
		Fb-D	Fb-D	80,0	19,0	1520	0,90	1368,0	14,13														
		Fb-D	Fb-D	80,0	2,0	160	0,90	144,0	1,49														
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	80,0	1,0	80	0,00	0,0	0,00														
	80,0						Abschnitt 2:	1512,0	15,62	15,62	1,00	1,000	15,6	0,62	300		1,09		0,00	1,22	1,000	15,6	77,0
								4421,3		45,67													
Abschnitt 31+480.00 31+560.00 Müf BW486	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	4421,3		45,67													
		Fb-D	Fb-D	80,0	19,0	1520	0,90	1368,0	14,13														
		Fb-D	Fb-D	55,0	2,0	110	0,90	99,0	1,02														
		Fb-D	Fb-D	40,0	19,0	760	0,90	684,0	7,07														
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
	80,0	Ba	Ba	80,0	1,0	80	0,00	0,0	0,00														
							Abschnitt 2:	2151,0	22,22	22,22	1,00	1,000	22,2	0,62	300		1,09		0,00	1,22	1,000	22,2	77,0
								6572,3		67,89													
Mulde 31+240.00 31+560.00	320,0	übriges Einzugsgebiet					Übertrag:	6572,3		67,89													
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	320,0	1,50	480	-17,75	-8520,0	-88,01														
	320,0						Abschnitt 3:	-8520,0	-88,01	-88,01													
								6572,3		0,00													

Einzugsfläche A_{Ez} : **8147,5**

undurchlässige Fläche A_{Uz} : **6572,3**

Abgabe an Versickerungsmulde: **0,00**

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 8 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss aus der Mulde --> Damit sind > 80 % der Regenereignisse gemäß DWA-A 102-2 abgedeckt. Die genauere Betrachtung erfolgt am Ende der Unterlage.

Wassermengenermittlung (n=1)											Rohrleitungsdimensionierung													
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet					Abfl.-beiw.	undurchl. Fl	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis		
von bis	Länge [m]		Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y _S / Y _{S,aqu}	A _U [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	i [%]	DN [mm]		v _{voll} [m/s]	v _{teil} [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
Abschnitt 31+600.00 31+680.00	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					1,00	570,0	0,46															
		Fb-D	Fb-D	30,0	19,00	570																		
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
	Ba	Ba	30,0	1,0	30																			
							0,00	0,0	0,00															
	80,0						Abschnitt 1:	570,0	0,46	0,46														
						570,0		0,46																
Abschnitt 31+680.00 31+742.00 Kappe außen Kappe mitte	62,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	570,0		0,46														
		Fb-D	Fb-D	62,0	19,0	1178	1,00	1178,0	0,94															
		Fb-D	Fb-D	40,0	2,2	89	1,00	89,0	0,07															
		Fb-D	Fb-D	20,0	3,1	62	1,00	62,0	0,05															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
	Ba	Ba	20,0	1,0	20		0,00	0,0	0,00															
								Abschnitt 2:	1329,0	1,06	1,06													
		62,0							1899,0		1,52		1,00	1,000	1,5	0,62	300		1,09		2,17	2,17	1,000	1,5

Mulde 31+600,00 31+700,00	100,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V Mu/Gr-I	100,0	1,50	150	Übertrag:	1899,0		1,52														
						-17,75	-2662,5	-2,13															
						Abschnitt 3:	-2662,5	-2,13	-2,13														
	100,0						1899,0		0,00														

Einzugsfläche A_{μ} : 2099,0

undurchlässige Fläche A_{μ} : 1899,0

Abgabe an Filtergraben: 0,00

--> Beim Regenereignis $r_{krit} = 8 \text{ l/(s*ha)}$ entsteht kein Abfluss aus der Mulde --> Damit sind > 80 % der Regenereignisse gemäß DWA-A 102-2 abgedeckt. Die genauere Betrachtung erfolgt am Ende der Unterlage.

Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach REwS

Projektname Bundesautobahn A 1 - VKE 714.3
Teilobjekt 8-streifige Erweiterung zwischen AD Süderelbe und AS HH-Harburg

1. Allgemeines Entwässerungsabschnitt 2
Versickerung über Bankette, Mulden und dränierte Gräben mit Einleitung
in die Neuländer Wettern
2. Behandlungserfordernis und -ziel

Mittlere AFS63 Abtragsfracht von Außerortsstraßen gemäß REwS

Kategorie	$b_{R,a,AFS63}$ in kg/(ha·a)
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	550

$$\begin{aligned} A_{b,a} &= 2,90 \text{ ha} \\ b_{R,e,zul,AFS63} &= 280 \text{ kg/(ha·a)} \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= A_{b,a} \cdot AFS63 \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= 1592 \text{ kg/a} \end{aligned}$$

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad η [%]
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	50

3. Nachweis der Reinigungswirkung

Versickerung über:

für Straßenabflüsse werden die folgenden Wirkungsgrade für
> 82,3 % der Jahresabflüsse gemäß REwS erzielt
20 cm Schotterrasen (1,50 m breite Bankettmulde)
 $\eta_{bew. Bodenz.} > 0,95$
17,7 % der Jahresabflüsse gemäß REwS erzielt
30 cm bewachsene Bodenzone (dräniertes Filtergraben)
 $\eta_{Filtergraben} = 0,95$

$$\begin{aligned} b_{R,in,Graben} &= b_{R,a,AFS63} \cdot 0,83 \\ b_{R,in,Graben} &= 453 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,aus,Graben} &= (1 - \eta_{bew. Bodenz.}) \cdot b_{R,a,AFS63,RBF,ein} \\ b_{R,aus,Graben} &= 22,63 \text{ kg/(ha·a)} \end{aligned}$$

Für den Anteil des jährlichen Niederschlagswassers, der nicht in den Bankettmulden versickert, wird eine Sedimentation während des Abflusses über die Filtergräben wirksam. Konservativ kann in Anlehnung an das DWA-A 178 ein Stoffrückhalt von 60 % angesetzt werden.

$$\begin{aligned} b_{R,RRL} &= (1 - 0,90) \cdot b_{R,a,AFS63} \cdot (1 - \eta_{RRL}) \\ b_{R,RRL} &= 5 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,e,ges} &= 27,50 \text{ kg/(ha·a)} < 280 \text{ kg/(ha·a)} = b_{R,e,zul,AFS63} \\ B_{R,e,ges} &= 80 \text{ kg/a} < 811 \text{ kg/a} = B_{R,e,zul} \\ \eta_{ges} &= 95 \% < \eta_{erf} = 50 \% \end{aligned}$$

Der ermittelte Frachtaustrag in die Neuländer Wettern beträgt < 10 % des zulässigen Frachtaustrags.

Nachweis erfüllt!

Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach REwS

Projektname Bundesautobahn A 1 - VKE 714.3
Teilobjekt 8-streifige Erweiterung zwischen AD Süderelbe und AS HH-Harburg

1. Allgemeines Entwässerungsabschnitt 3
geschlossene Entwässerung mit Behandlung in Retentionsbodenfilteranlage
und Einleitung in die Süderelbe
2. Behandlungserfordernis und -ziel

Mittlere AFS63 Abtragsfracht von Außerortsstraßen gemäß REwS

Kategorie	$b_{R,a,AFS63}$ in kg/(ha·a)
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	550

$$\begin{aligned} A_{b,a} &= 1,78 \text{ ha} \\ b_{R,e,zul,AFS63} &= 280 \text{ kg/(ha·a)} \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= A_{b,a} \cdot AFS63 \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= 978 \text{ kg/a} \end{aligned}$$

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad η [%]
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	50

3. Nachweis der Reinigungswirkung

RBF mit: 5 cm Deckschicht
50 cm Filterschicht
20 cm Kiesrigiole
für Straßenabflüsse werden die folgenden Wirkungsgrade für
> 90 % der Jahresabflüsse gemäß DWA-A 178 erzielt
 $\eta_{RBF} = 0,95$
 $\eta_{RRL} = 0,60$

Frachtaustrag in die Süderelbe:

$$\begin{aligned} b_{R,in,RBF} &= b_{R,a,AFS63} \cdot 0,90 \\ b_{R,in,RBF} &= 495 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,aus,RBF} &= (1 - \eta_{RBF}) \cdot b_{R,a,AFS63,RBF,ein} \\ b_{R,aus,RBF} &= 24,75 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,RRL} &= (1 - 0,90) \cdot b_{R,a,AFS63} \cdot (1 - \eta_{RRL}) \\ b_{R,RRL} &= 22 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,e,ges} &= 46,75 \text{ kg/(ha·a)} < 280 \text{ kg/(ha·a)} = b_{R,e,zul,AFS63} \\ B_{R,e,ges} &= 83 \text{ kg/a} < 498 \text{ kg/a} = B_{R,e,zul} \\ \eta_{ges} &= 92 \% < \eta_{erf} = 50 \% \end{aligned}$$

Der ermittelte Frachtaustrag in die Süderelbe beträgt ca. 17 % des zulässigen Frachtaustrags.

Nachweis erfüllt!

Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach REwS

Projektname Bundesautobahn A 1 - VKE 714.3
Teilobjekt 8-streifige Erweiterung zwischen AD Süderelbe und AS HH-Harburg

1. Allgemeines Entwässerungsabschnitt 4
geschlossene Entwässerung mit Behandlung in Retentionsbodenfilteranlage
und Einleitung in Graben zur Stillhorner Wettern
2. Behandlungserfordernis und -ziel

Mittlere AFS63 Abtragsfracht von Außerortsstraßen gemäß REwS

Kategorie	$b_{R,a,AFS63}$ in kg/(ha·a)
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	550

$$\begin{aligned} A_{b,a} &= 1,81 \text{ ha} \\ b_{R,e,zul,AFS63} &= 280 \text{ kg/(ha·a)} \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= A_{b,a} \cdot AFS63 \\ B_{R,a,AFS63,zu} &= 998 \text{ kg/a} \end{aligned}$$

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad η [%]
Kategorie III Straße DTV ≥ 15.000 Kfz/h	50

3. Nachweis der Reinigungswirkung

RBF mit: 5 cm Deckschicht
50 cm Filterschicht
20 cm Kiesrigiole
für Straßenabflüsse werden die folgenden Wirkungsgrade für
> 90 % der Jahresabflüsse gemäß DWA-A 178 erzielt
 $\eta_{RBF} = 0,95$
 $\eta_{RRL} = 0,60$

Frachtaustrag in die Süderelbe:

$$\begin{aligned} b_{R,in,RBF} &= b_{R,a,AFS63} \cdot 0,90 \\ b_{R,in,RBF} &= 495 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,aus,RBF} &= (1 - \eta_{RBF}) \cdot b_{R,a,AFS63,RBF,ein} \\ b_{R,aus,RBF} &= 24,75 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,RRL} &= (1 - 0,90) \cdot b_{R,a,AFS63} \cdot (1 - \eta_{RRL}) \\ b_{R,RRL} &= 22 \text{ kg/(ha·a)} \\ b_{R,e,ges} &= 46,75 \text{ kg/(ha·a)} < 280 \text{ kg/(ha·a)} = b_{R,e,zul,AFS63} \\ B_{R,e,ges} &= 85 \text{ kg/a} < 508 \text{ kg/a} = B_{R,e,zul} \\ \eta_{ges} &= 92 \% < \eta_{erf} = 50 \% \end{aligned}$$

Der ermittelte Frachtaustrag in den Graben zur Stillhorner Wettern beträgt ca. 17 % des zulässigen Frachtaustrags.

Nachweis erfüllt!