

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

Änderung im Verfahren

# **FESTSTELLUNGSENTWURF**

- Ergebnisse Wassertechnischer Berechnungen -

aufgestellt:

DEGES

Berlin, den 29.04.2023/ gez. Martens (PL/E3.3.2)  
31.08.2023

## Inhaltsverzeichnis

Gesamtübersicht Entwässerungskonzept A 1 - VKE 714.3	Seite 3
Niederschlagshöhen gemäß KOSTRA-Atlas	Seite 4
Angesetzte Kennwerte	Seite 5
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (dränierte Filtergräben) im Entwässerungsabschnitt EA 1	Seite 6
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (Bankettmulden und dränierte Filtergräben) im Entwässerungsabschnitt EA 2	Seite 27
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (Kanalisation) im Entwässerungsabschnitt 3	Seite 66
Bemessung Retentionsbodenfilteranlage RBFA 1 im Entwässerungsabschnitt EA 3	Seite 70
Bemessung der Entwässerungseinrichtungen (Kanalisation) im Entwässerungsabschnitt 4	Seite 76
Bemessung Retentionsbodenfilteranlage RBFA 4 im Entwässerungsabschnitt EA 4	Seite 80
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch breitflächige Versickerung nach REwS im Entwässerungsabschnitt 1	Seite 83
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch breitflächige Versickerung nach REwS im Entwässerungsabschnitt 2	Seite 99
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch eine Retentionsbodenfilteranlage nach REwS im Entwässerungsabschnitt 3	Seite 121
Nachweis der Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch eine Retentionsbodenfilteranlage nach REwS im Entwässerungsabschnitt 4	Seite 122

**Gesamtübersicht Entwässerungskonzept A 1 - VKE 714.3**

Entwässerungsabschnitt	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, dranierte 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 Bankettmulden / dranierte 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

<b>KOSTRA - Atlas Niederschlagshöhen und -spenden</b>																			
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														
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 <sup>1)</sup> , Druckrohrleitungen <sup>1)2)</sup> , Düker <sup>1)</sup> , Reliningstrecken ohne Schächte
<sup>1)</sup> Ohne Einlauf-, Auslauf-, und Krümmungsverluste <sup>2)</sup> Ohne Drucknetze	

Eingangswerte:				Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:			Index $\psi$ -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	
T =	1	/	3	a	Ein	0,03	
D =	15	/	15	min	Mu-V	1,00	
kb =	1,50		mm		Mu-T	-0,45	
				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)
$Y_{S,äqui} =$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$				
$Y_{S,äqui} =$	-0,94	0,90	-0,45	0,03	

Abminderungsfaktor $f_A$	Zuschlagsfaktor $f_Z$
1,0	1,0 ... 1,1

Aufschlag Toleranzbereich KOSTRA-Daten $f_{Tot}^1$
+ 15 %

<sup>1)</sup> gemäß Auflagen d. Bezirksamts Harburg/MR 511





**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 <sup>2</sup> =	1,12681	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	$f_{Tot} =$	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 <sup>3</sup> /s		

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für $A_S = \text{konst.}$ und $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$ gilt:	$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tot}$
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)	$V =$	$((A_U + A_{M/Gr}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr}) * D * 60 * f_z * f_{Tot}$

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
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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 [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>447,47</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt bei einer Regendauer von 60 min 447,47 m³.**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \sqrt{V / A_{\text{Graben}}}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,21 \text{ m} < 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   $k_{f, \text{belebte Bodenzone}} = 1,00\text{E-}05 \text{ m/s}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f, u} = 82.254,8 \text{ sec.} = 22,8 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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	
<b>Grabenlänge:</b>	$l_M =$	150,00 m	$l_M =$	150,00 m	$l_M =$	100,00 m	$l_M =$	100,00 m	$l_M =$	140,00 m
<b>Grabenbreite:</b>	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	3,00 m	$b_M =$	4,00 m
<b>Grabentiefe:</b>	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,40 m
<b>Sohlbreite:</b>	$b_{\text{Sohle}} =$	2,80 m	$b_{\text{Sohle}} =$	2,80 m	$b_{\text{Sohle}} =$	2,80 m	$b_{\text{Sohle}} =$	1,00 m	$b_{\text{Sohle}} =$	2,40 m
<b>Böschungsniegung:</b>	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,40 m		0,30 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 100,00
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	100,00		100,00		100,00		100,00		100,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,20		0,20		0,20		0,40		0,30	
<b>Grabenwinkel</b>	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	1,2870	$\alpha =$	0,7896
<b>Grabenradius</b>	$r =$	6,8167	$r =$	6,8167	$r =$	6,8167	$r =$	2,5000	$r =$	5,2000
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,7200	0,7200	0,9000	0,9000
<b><math>I_u</math></b>	3,6944	3,6944	3,3107	3,6944	3,3107	3,6944	2,8676	2,7889	3,5499	3,7416
<b>b wsp</b>	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	2,6000	2,6000	3,6000	3,6000
<b>alpha Wsp</b>	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	1,1470	1,1470	0,6827	0,6827
<b><math>V_1</math> (Methode 1; verwendet)</b>	64,0000		64,0000		64,0000		72,0000		90,0000	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	64,0000		64,0000		64,0000		72,0000		90,0000	
<b><math>V_{\text{Gesamt}}</math> (n Abschnitte)</b>	1,50 x	<b>96,0000</b>	1,50 x	<b>96,0000</b>	1,00 x	<b>64,0000</b>	1,00 x	<b>72,0000</b>	1,40 x	<b>126,0000</b>
<b><math>SV_{\text{vorh}} =</math></b>	<b>454,00</b>		<b>&gt; 447,47</b>		<b>= <math>V_{\text{erf.}}</math></b>		<b>Nachweis erfüllt</b>			



<a href="#">Graben</a>							Übertrag:	1044,7		10,79										
<a href="#">30+640,00</a>	115,0	übriges Einzugsgebiet					1,00	460,0	4,75											
<a href="#">30+755,00</a>		Mu/Gr-V	Mu/Gr-I	115,0	4,0	460	Abschnitt 3:	460,0	4,75	4,75										
	115,0							1504,7		15,54										

**Einzugsfläche A<sub>U</sub>:** **3660,0**

**befestigte Fläche A<sub>b,a</sub>:** **1950,0**

**undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** **1504,7**

**Drosselabfluss Q<sub>Dr</sub> in Einleitstelle E1:** **21,7**

**Abgabe an Versickerungsmulde:** **15,5**

**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<sub>U</sub> = 1504,69 m<sup>2</sup> = 0,15047 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<sub>Dr</sub> = 17 l/(s\*ha) für Fünfhausener-Landweg-Wettern  
Zuschlagsfaktor f<sub>z</sub> = 1,10 hoch (Risikomaß)  
Aufschlag Toleranzbetrag f<sub>Tol</sub> = 1,15 gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511  
Länge Mulde/Graben L<sub>Graben</sub> = 115,00 m  
Breite Mulde/Graben B<sub>Graben</sub> = 3,50 m (Abminderung, da die volle Grabenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

angeschlossene Fläche: A<sub>U</sub> = 0,15 ha  
Drosselabflussspende: Q<sub>Dr</sub> = q<sub>Dr</sub> \* A<sub>U</sub> = 17 \* 0,15047 ha = 2,56 l/s = 0,002558 m<sup>3</sup>/s

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>hy</sub> = 1 = konstant gilt:  
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$$V = (Q_{zu} - Q_s) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

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

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

Versuch Nr	k <sub>r</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>r</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Graben wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>f</sub>, nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe	Regenspende	Speichervolumen
D [min]	rD(n) [l/(s*ha)]	V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>59,75</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt 59,75 m³ bei einer Regendauer von 60 min**

**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:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 0,0 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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	
<b>Grabenlänge:</b>	$l_M =$	115,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
<b>Grabenbreite:</b>	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	2,00 m	$b_M =$	2,00 m	$b_M =$	2,00 m	$b_M =$	2,00 m
<b>Grabentiefe:</b>	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,40 m	$t_M =$	0,40 m	$t_M =$	0,40 m	$t_M =$	0,40 m
<b>Sohlbreite:</b>	$b_{\text{Sohle}} =$	2,80 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m
<b>Böschungsneigung:</b>	$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,17 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,30 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,04 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,11 %
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$	Wert => 115,00	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 100,00
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	115,00		100,00		100,00		100,00		100,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,20		0,03		0,00		0,16		0,09	
<b>Grabenwinkel</b>	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	1,5220
<b>Grabenradius</b>	$r =$	6,8167	$r =$	1,4500	$r =$	1,4500	$r =$	1,4500	$r =$	1,4500
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	0,6400	0,6400	0,1600	0,0118	0,1600	0,0000	0,1600	0,1429	0,1600	0,0607
<b><math>I_u</math></b>	3,6944	3,6944	1,5412	0,5909	1,5412	0,0000	1,5412	1,3752	1,5412	1,0271
<b>b wsp</b>	3,6000	3,6000	1,1000	0,5869	1,1000	0,0000	1,1000	1,3242	1,1000	1,0058
<b>alpha Wsp</b>	0,4857	0,4857	1,0629	0,4075	1,0629	0,0000	1,0629	0,9484	1,0629	0,7084
<b><math>V_1</math> (Methode 1; verwendet)</b>	73,6000		8,5881		8,0000		15,1444		11,0366	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	73,6000		9,3313		5,3348		17,0376		12,5566	
<b><math>V_{\text{Gesamt}}</math> (n Abschnitte)</b>	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
<b>SV<sub>vorh</sub> =</b>	<b>73,60</b>		<b>&gt; 59,75</b>		<b>= V<sub>erf.</sub></b>		<b>Nachweis erfüllt</b>			

<b>Entwässerungsabschnitt 1: dräniertes Filtergraben (links 3)</b>	
<b>Bau-km:</b>	<b>30+787 bis 30+877</b>
<b>Abschnitt</b>	<b>1.1.3</b>

<b>Eingangswerte:</b>			
$r_{krit}$	= 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
$q_{v,bBZ}$	= 200,00	10,00	150,00
$r_{15,1,bBZ}$	= -96,70	93,30	-46,70
$Y_{S,aqui}$	= $(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$ $(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$ $(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$ $(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$		
$Y_{S,aqui}$	= -0,94	0,90	-0,45

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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.-bew.	undurchfl. Fl.	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbew.	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	Zeitbew. 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]	
<a href="#">Abschnitt 30+740.00</a> <a href="#">30+787.02</a> <a href="#">BW 487.2</a>	47,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Fb-D	47,0	19,5	917	0,90	825,2	8,52													
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Ba	Ba	47,0	2,3																
	47,0	<b>Abschnitt 1:</b>																				
<a href="#">Abschnitt 30+787.02</a> <a href="#">30+876.98</a>	90,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Fb-D	90,0	19,5	1754	0,90	1578,7	16,31													
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Ba	Ba	90,0	2,5																
	90,0	<b>Abschnitt 2:</b>																				
<a href="#">Graben 30+787.02</a> <a href="#">30+876.98</a>	90,0	übriges Einzugsgebiet				4,5	405	1,00	404,8	4,18												
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-T	90,0																		
	90,0	<b>Abschnitt 3:</b>																				

<b>Einzugsfläche <math>A_{Ez}</math>:</b>	<b>4216,1</b>
<b>undurchlässige Fläche <math>A_{Ud}</math>:</b>	<b>2349,5</b>
<b>Abgabe an Straßengraben:</b>	<b>24,3</b>

<b>befestigte Fläche <math>A_{Bef}</math>:</b>	<b>2671,1</b>
<b>Drosselabfluss <math>Q_{Dr}</math> in Einleitstelle E3:</b>	<b>7,0</b>

**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 <sup>2</sup> =	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	$f_{Tot} =$	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	m <sup>3</sup> /s

**Ermittlung des Speichervolumens:**

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

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

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

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

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
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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 [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>93,30</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt bei einer Regendauer von 60 min 93,30 m³.**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \sqrt[3]{V / A_{\text{Graben}}}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,29 \text{ m} < 0,40 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   $k_{f, \text{belebte Bodenzone}} = 1,00\text{E-}05 \text{ m/s}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_{f, u} = 115.244,7 \text{ sec.} = 32,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = z_{ul} t_E$

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

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

**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
$q_{v,bBZ}$	=	200,00	10,00	150,00
$r_{15,1,bBZ}$	=	-96,70	93,30	-46,70
$Y_{S,aqui}$	=	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$
$Y_{S,aqui}$	=	-0,94	0,90	-0,45

**Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:**

Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A
Fahrbahnen 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.-bew.	undurchl. Fl.	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.		Geschw.		Fließzeit		Zeitbew.	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	Zeitbew. 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]		
<a href="#">Abschnitt 0+000,00</a> <a href="#">0+030,00</a>	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		Ba	Ba	30,0	1,5	45																
	30,0	Abschnitt 1:					202,6	2,09	2,09														
<a href="#">Abschnitt 0+030,00</a> <a href="#">0+095,00</a>	65,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				0,90	351,0	3,63															
		Fb-D	Fb-D	65,0	6,0				390														
	Entwässerung über bewachsene Bodenzone		Ba	Ba	65,0	1,5	98																
	65,0	Da	bBZ	65,0	4,0	260																	
<a href="#">Abschnitt 0+095,00</a> <a href="#">0+138,83</a>	43,8	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				0,90	907,2	9,37															
		Fb-D	Fb-D	43,8	23,0				1008														
	Entwässerung über bewachsene Bodenzone		Ba	Ba	43,8	2,0	88																
	43,8	Da	bBZ	43,8	4,0	175																	
<a href="#">Graben 0+000,00</a> <a href="#">0+138,83</a>	138,8	übriges Einzugsgebiet				1,00	555,3	5,74															
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	138,8	4,0				555														
	138,8	Abschnitt 3:					555,3	5,74	5,74														
							1775,9		18,35														

**Einzugsfläche  $A_{Ez}$ : 2798,8**

**befestigte Fläche  $A_{b,ef}$ : 1578,0**

**undurchlässige Fläche  $A_{U}$ : 1775,9**

**Abgabe an Straßengraben: 18,35**

<b>Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-:</b>					
Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)					
<b>Berechnungsgrundlagen</b>					
versiegelte Fläche:	$A_U =$	1775,91	m <sup>2</sup> =	0,17759	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	$f_{Tot} =$	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		
<b>Ermittlung des Drosselabflusses:</b>					
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	m <sup>3</sup> /s	
<b>Ermittlung des Speichervolumens:</b>					
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)	$V = ((A_U + A_{M/Gr}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr}) * D * 60 * f_z * f_{Tot}$				

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
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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 [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>70,52</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt bei einer Regendauer von 60 min 70,52 m³.**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \sqrt{V / A_{\text{Graben}}}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,15 \text{ m} < 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   $k_{f, \text{belebte Bodenzone}} = 1,00\text{E-}05 \text{ m/s}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_{f, u} = 59.763,6 \text{ sec.} = 16,6 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = z_{ul} t_E$

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	
<b>Grabenlänge:</b>	$l_M =$	30,00 m	$l_M =$	65,00 m	$l_M =$	43,83 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
<b>Grabenbreite:</b>	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	5,00 m	$b_M =$	3,50 m	$b_M =$	3,50 m
<b>Grabentiefe:</b>	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,70 m	$t_M =$	0,70 m	$t_M =$	0,50 m
<b>Sohlbreite:</b>	$b_{\text{Sohle}} =$	2,80 m	$b_{\text{Sohle}} =$	2,80 m	$b_{\text{Sohle}} =$	2,20 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,70 m	$b_{\text{Sohle}} =$	1,50 m
<b>Böschungsneigung:</b>	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} =$	0,07 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,07 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,07 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,01 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,01 %
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,60 m		0,40 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$	Wert => 70,00	$j$	Wert => 70,00	$j$	Wert => 70,00	$j$	Wert => 100,00	$j$	Wert => 75,00
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	70,00		70,00		70,00		100,00		75,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,15		0,15		0,15		0,59		0,39	
<b>Grabenwinkel</b>	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	1,0920	$\alpha =$	1,5220	$\alpha =$	1,1132
<b>Grabenradius</b>	$r =$	6,8167	$r =$	6,8167	$r =$	4,8143	$r =$	2,5375	$r =$	3,3125
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	0,6400	0,4636	0,6400	0,4636	0,5200	0,3739	1,1400	1,0985	0,9200	0,8888
<b><math>I_u</math></b>	3,6944	3,4690	3,3107	3,4690	2,7851	2,8690	3,5627	3,3229	3,2895	3,2436
<b>b wsp</b>	3,6000	3,3984	3,6000	3,3984	3,0000	2,7984	3,1000	3,0460	3,1000	3,0595
<b>alpha Wsp</b>	0,4857	0,4198	0,4857	0,4198	0,5785	0,4999	1,4040	1,3875	0,9930	0,9801
<b><math>V_1</math> (Methode 1; verwendet)</b>	38,6274		38,6274		31,2858		111,9257		67,8307	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	25,1526		25,1526		21,1034		132,3336		62,7293	
<b><math>V_{\text{Gesamt}}</math> (n Abschnitte)</b>	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
<b><math>SV_{\text{vorh}} =</math></b>	72,01		> 70,52		= $V_{\text{erf.}}$		<b>Nachweis erfüllt</b>			





**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 <sup>2</sup> =	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*ha)			für Fünfhausener-Landweg-Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10				hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tot} =$	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:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U = 17 * 1,24456$	ha		
	$Q_{Dr} =$	21,16	l/s =	0,021157	m <sup>3</sup> /s

**Ermittlung des Speichervolumens:**

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

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

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

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

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

Versuch Nr.	$k_f$ -Siebl.	Korr.faktor	$k_f$ -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,00E-05	1	1,00E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,00E-05</b>

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*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>494,22</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Graben beträgt 494,22 m<sup>3</sup>.  
bei einer Regendauer von 60 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**

$$z_M = V / A_S$$

$z_{M, \text{erf.}} = 0,21 \text{ m} < 0,35 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**

$$\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 0,0 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$$

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	
<b>Grabenlänge:</b>	$l_M =$	130,00 m	$l_M =$	150,00 m	$l_M =$	100,00 m	$l_M =$	215,00 m	$l_M =$	105,00 m
<b>Grabenbreite:</b>	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,80 m
<b>Grabentiefe:</b>	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,50 m
<b>Sohlbreite:</b>	$b_{Sohle} =$	2,80 m	$b_{Sohle} =$	2,80 m	$b_{Sohle} =$	2,80 m	$b_{Sohle} =$	2,80 m	$b_{Sohle} =$	2,80 m
<b>Böschungsneigung:</b>	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	2,00
<b>Sohlfälle:</b>	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,40 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$	Wert => 50,00	$j$	Wert => 50,00	$j$	Wert => 50,00	$j$	Wert => 50,00	$j$	Wert => 50,00
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	50,00		50,00		50,00		50,00		50,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,20		0,20		0,20		0,20		0,40	
<b>Grabenwinkel</b>	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,5956	$\alpha =$	0,8216
<b>Grabenradius</b>	$r =$	6,8167	$r =$	6,8167	$r =$	6,8167	$r =$	6,8167	$r =$	6,0100
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	1,4400	1,4400
<b><math>I_u</math></b>	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	3,6944	4,5889	4,5889
<b><math>b_{wsp}</math></b>	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	3,6000	4,4000	4,4000
<b><math>\alpha_{Wsp}</math></b>	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,4857	0,7338	0,7338
<b><math>V_1</math> (Methode 1; verwendet)</b>	32,0000		32,0000		32,0000		32,0000		72,0000	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	32,0000		32,0000		32,0000		32,0000		72,0000	
<b><math>V_{Gesamt}</math> (n Abschnitte)</b>	2,60 x	<b>83,2000</b>	3,00 x	<b>96,0000</b>	2,00 x	<b>64,0000</b>	4,30 x	<b>137,6000</b>	2,10 x	<b>151,2000</b>
<b><math>SV_{vorh} =</math></b>	<b>532,00</b>		<b>&gt; 494,22</b>		<b>= <math>V_{erf.}</math></b>		<b>Nachweis erfüllt</b>			



Abschnitt 30+840,00 30+850,37	10,4	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	527,2		5,45													
		Fb-D	Fb-D	10,4	19,5	202	0,90	182,1	1,88														
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba	Ba	10,4	2,5	26	0,90	23,4	0,24														
		Da	bBZ	10,4	4,0	41	-0,94	-38,8	-0,40														
	u-Fl	u-Fl	10,4	16,0	166	-0,45	-75,0	-0,78															
	10,4					Abschnitt 2:	91,6	0,95	0,95														
							618,8		6,39														
Mulde						Übertrag:	618,8		6,39														
	Zulauf in Mulde/Graben an Neuländer Straße						618,8		6,39														

**Einzugsfläche A<sub>z</sub>:** 3255,7

**undurchlässige Fläche A<sub>uz</sub>:** 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.







Abschnitt 31+020,00 31+040,00	20,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	1430,4		14,78											
		Fb-D	Fb-D	20,0	19,0	380	0,90	342,0	3,53												
20,0		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																			
		Ba	Ba	20,0	1,5	30	0,90	27,1	0,28												
		Da	bBZ	20,0	1,8	36	-0,94	-33,7	-0,35												
		Abschnitt 2:						335,4	3,46	3,46											
							1765,8		18,24												
Mulde 30+940,00 31+040,00	100,0	übriges Einzugsgebiet					Übertrag:	1765,8		18,24											
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	100,0	3,5	350	1,00	350,0	3,62												
100,0		Abschnitt 3:					350,0	3,62	3,62												
							2115,8		21,86												

<b>Einzugsfläche A<sub>uz</sub>:</b>	<b>2603,0</b>
<b>undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:</b>	<b>2115,8</b>
<b>Abgabe an Versickerungsmulde:</b>	<b>21,86</b>

**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<sub>U</sub> = 2115,81 m<sup>2</sup> = 0,21158 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  
 Durchlässigkeitsbeiwert k<sub>f</sub> = 1,50E-05 m/s  
 Zuschlagsfaktor f<sub>z</sub> = 1,10 hoch (Risikomaß)  
 Aufschlag Toleranzbetrag f<sub>Tol</sub> = 1,15 gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511  
 Länge der Mulde L<sub>Mulde</sub> = 100,00 m  
 Breite der Mulde B<sub>Mulde</sub> = 3,00 m (Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)  
 A<sub>Bent</sub>/A<sub>S,Mulde</sub> = 7 < 15 --> 20 cm bewachsene Bodenzone für Reinigungswirkung ausreichend

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche: A<sub>S</sub> = L<sub>Mulde</sub> \* B<sub>Mulde</sub>  
 A<sub>S</sub> = 100,00 \* 3,00 = 300 m<sup>2</sup>

Versickerungsleistung: Q<sub>S</sub> = k<sub>f</sub>/2 \* A<sub>S</sub>  
 Q<sub>S</sub> = 2,25E-03 m<sup>3</sup>/s = 2,25 l/s

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>hy</sub> = 1 = konstant gilt:  
 (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$$V = (Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

$$V = ((A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f/2) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

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

Versuch Nr	k <sub>f</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>f</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>f</sub> nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>93,78</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt 93,78 m³ bei einer Regendauer von 120 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,31 \text{ m} < 0,70 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 83.362,4 \text{ sec.} = 23,2 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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

**Mulden Daten (z.B.: Volumen)**

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



Abschnitt 0+130.00 0+240.00	110,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone				Übertrag:	1544,2	15,95																											
		Fb-D	Fb-D	110,0	6,0																660	0,90	594,0	6,14											
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																																	
		Ba	Ba	110,0	1,5																165	0,90	149,0	1,54											
		Da	bBZ	110,0	4,0	440	-0,94	-411,9	-4,25																										
		Abschnitt 2:				331,1	3,42	3,42																											
	110,0					1875,3		19,37																											
Graben 0+000.00 0+240.00	240,0	übriges Einzugsgebiet				Übertrag:	1875,3	19,37																											
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-V	240,0	2,0																480	1,00	480,0	4,96											
		Abschnitt 3:																			480,0	4,96	4,96												
			240,0																		2355,3		24,33												

**Einzugsfläche  $A_{e,z}$ :** **4480,0**

**befestigte Fläche  $A_{b,z}$ :** **2660,0**

**undurchlässige Fläche  $A_{u,z}$ :** **2355,3**

**Abgabe an Straßengraben:** **24,33**

**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)

**Berechnungsgrundlagen**

versiegelte Fläche:  $A_U = 2355,34 \text{ m}^2 = 0,23553 \text{ ha}$  (undurchlässige Fläche)  
 Regendauer  $T = 15,00 \text{ min}$   
 Niederschlagsereignis:  $a = 30$  jährliches (30-jährliches Ereignis nach Vorgaben  
 Überschreitungshäufigkeit:  $n = 0,03$  1/a (Bezirksamt Harburg)  
 Dauerstufenbeginn  $D = 5 \text{ min}$   
 Drosselabflussspende  $q_{Dr} = 3 \text{ l/(s*ha)}$  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  $L_{Graben} = 240,00 \text{ m}$   
 Breite des Grabens  $B_{Graben} = 2,00 \text{ m}$

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

angeschlossene Fläche:  $A_{Uj} = 0,24 \text{ ha}$

Drosselabflussspende:  $Q_{Dr} = q_{Dr} * A_{Uj} = 3 * 0,23553 \text{ ha} = 0,71 \text{ l/s} = 0,000707 \text{ m}^3/\text{s}$

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für  $A_S = \text{konst.}$  und  $I_{hy} = 1 = \text{konstant}$  gilt:  
 (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

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

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

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
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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	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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>137,08</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen des Grabens beträgt 137,08 m³ bei einer Regendauer von 360 min**

**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:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_{r,u} = 0,5 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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

**Entwässerungsabschnitt 2:  
dränierter Filtergraben (links 3)**

**Bau-km: 31+148 bis 31+240**  
**Abschnitt 2.1.3**

**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
$q_{v,bBZ}$	= 200,00	10,00	150,00 l/(s*ha)
$r_{15,1,bBZ}$	= -96,70	93,30	-46,70 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 -0,45

**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-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]	$v_{crit}$ [m/s]	$v_{rel}$ [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]			
<a href="#">Abschnitt 31+147,90</a> <a href="#">31+240,00</a>	92,1	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
		Fb-D	Fb-D	92,1	19,5	1796	0,90	1616,4	16,70															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
		Ba	Ba	92,1	2,5	230	0,90	208,0	2,15															
		Da	bBZ	92,1	1,9	175	-0,94	-163,8	-1,69															
	92,1	Abschnitt 1:						1660,6	17,15	17,15														
		Übertrag:						1660,6		17,15														
<a href="#">Graben 31+147,90</a> <a href="#">31+240,00</a>	92,1	übriges Einzugsgebiet																						
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-T	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  $A_{e,1}$ :** 2569,7

**befestigte Fläche  $A_{b,1}$ :** 1796,0

**undurchlässige Fläche  $A_{U,1}$ :** 2029,0

**Abgabe an Versickerungsmulde:** 20,96

<b>Nachweis der Versickerung im Entwässerungsabschnitt 1 für Versickerungsmulde -links-:</b>				
Berechnungsverfahren: nach Anhang A 2.2 des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Ausgabe April 2005)				
<b>Berechnungsgrundlagen</b>				
versiegelte Fläche:	$A_U =$	2028,99	m <sup>2</sup> =	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 Wettern
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,10		hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	$f_{Tol} =$	1,15		gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Länge des Grabens	$L_{Graben} =$	92,10	m	
Breite des Grabens	$B_{Graben} =$	4,00	m	
<b>Ermittlung der Versickerungsleistung:</b>				
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 m <sup>3</sup> /s	
<b>Ermittlung des Speichervolumens:</b>				
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
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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 [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>118,09</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen des Grabens beträgt 118,09 m³ bei einer Regendauer von 360 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,40 \text{ m} < 0,50 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 0,5 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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	
<b>Grabenlänge:</b>	$l_M =$	92,10 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
<b>Grabenbreite:</b>	$b_M =$	4,40 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m	$b_M =$	4,00 m
<b>Grabentiefe:</b>	$t_M =$	0,60 m	$t_M =$	0,49 m	$t_M =$	0,49 m	$t_M =$	0,49 m	$t_M =$	0,49 m
<b>Sohlbreite:</b>	$b_{\text{Sohle}} =$	2,00 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m	$b_{\text{Sohle}} =$	0,50 m
<b>Böschungsneigung:</b>	$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} =$	0,02 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,00 %	$l_{\text{Sohle}} =$	0,15 %
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,50 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$	Wert => 40,00	$j$	Wert => 40,00	$j$	Wert => 240,00	$j$	Wert => 240,00	$j$	Wert => 140,00
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	40,00		40,00		240,00		240,00		140,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,49		0,40		0,40		0,40		0,19	
<b>Grabenwinkel</b>	$\alpha =$	1,0650	$\alpha =$	0,9648	$\alpha =$	0,9648	$\alpha =$	0,9648	$\alpha =$	0,9648
<b>Grabenradius</b>	$r =$	4,3333	$r =$	4,3110	$r =$	4,3110	$r =$	4,3110	$r =$	4,3110
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	1,5000	1,3313	0,4400	0,9766	0,4400	0,9766	0,4400	0,9766	0,4400	0,3221
<b><math>I_u</math></b>	4,2361	4,1700	3,7435	3,7435	3,7435	3,7435	3,7435	3,7435	3,7435	2,5693
<b>b wsp</b>	4,0000	4,0110	1,7000	3,6270	1,7000	3,6270	1,7000	3,6270	1,7000	2,5315
<b>alpha Wsp</b>	0,9703	0,9623	0,8684	0,8684	0,8684	0,8684	0,8684	0,8684	0,8684	0,5960
<b><math>V_1</math> (Methode 1; n. verwendet)</b>	56,6259		28,3311		169,9865		169,9865		53,3466	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	53,8952		28,3311		169,9865		169,9865		88,2407	
<b><math>V_{\text{Gesamt}}</math> (n Abschnitte)</b>	2,30 x	124,0991	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000	0,00 x	0,0000
<b><math>SV_{\text{vorh}} =</math></b>	<b>124,10</b>		<b>&gt; 118,09</b>		<b>= <math>V_{\text{erf.}}</math></b>		<b>Nachweis erfüllt</b>			



Abschnitt 31+560,00 31+640,00 BW 486	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone Fb-D   Fb-D   80,0   19,0   1520				Übertrag:	5946,0		61,42														
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone Ba   Ba   80,0   1,0   80				0,90	1368,0	14,13															
	80,0					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	14,9	77,0	
							7386,2		76,30														
Mulde 31+240,00 31+640,00	400,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V   Mu/Gr-V   400,0   1,50   600				Übertrag:	7386,2		76,30														
						1,00	600,0	6,20															
	400,0					Abschnitt 3:	600,0	6,20	6,20														
							7986,2		82,50														

**Einzugsfläche A<sub>U</sub>:** **8805,0**

**befestigte Fläche A<sub>b,a</sub>:** **7662,5**

**undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** **7986,2**

**Drosselabfluss Q<sub>Dr</sub> 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<sub>U</sub> = 7986,23 m<sup>2</sup> = 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<sub>f</sub> = 1,50E-05 m/s  
 Zuschlagsfaktor f<sub>Z</sub> = 1,10 hoch (Risikomaß)  
 Aufschlag Toleranzbetrag f<sub>Tol</sub> = 1,15 gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511  
 Drosselabflussspende q<sub>Dr</sub> = 3 l/(s\*ha) für Neuländer Wettern  
 Länge der Mulde L<sub>Mulde</sub> = 400,00 m  
 Breite der Mulde B<sub>Mulde</sub> = 1,25 m (Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche: A<sub>S</sub> = L<sub>Mulde</sub> \* B<sub>Mulde</sub>  
 A<sub>S</sub> = 400,00 \* 1,25 = 500 m<sup>2</sup>

Versickerungsleistung: Q<sub>S</sub> = k<sub>f</sub>/2 \* A<sub>S</sub>  
 Q<sub>S</sub> = 3,75E-03 m<sup>3</sup>/s = 3,75 l/s

Drosselabflussspende: Q<sub>Dr</sub> = q<sub>Dr</sub> \* A<sub>U</sub> = 3 \* 0,79862 ha für Neuländer Wettern gem.  
 Q<sub>Dr</sub> = 2,40 l/s = 0,002396 m<sup>3</sup>/s Vorgaben BA HH-Harburg

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>py</sub> = 1 = konstant gilt:  
 V = (Q<sub>zu</sub> - Q<sub>S</sub>) \* D \* 60 \* f<sub>Z</sub> \* f<sub>Tol</sub>  
 (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)  
 V = ((A<sub>U</sub> + A<sub>S</sub>) \* 10<sup>-7</sup> \* r<sub>D(n)</sub> - A<sub>S</sub> \* k<sub>f</sub>/2) \* D \* 60 \* f<sub>Z</sub> \* f<sub>Tol</sub>

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

Versuch Nr.	k <sub>f</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>f</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>f</sub> nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>427,80</b>



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



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

**Einzugsfläche A<sub>z</sub>:** **2195,0**

**befestigte Fläche A<sub>b,az</sub>:** **1995,0**

**undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** **1986,3**

**Drosselabfluss Q<sub>Dr</sub> 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)

**Berechnungsgrundlagen**

versiegelte Fläche:	A <sub>U</sub> =	1986,30	m <sup>2</sup> =	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 <sub>f</sub> =	1,50E-05	m/s			
Zuschlagsfaktor	f <sub>z</sub> =	1,10				hoch (Risikomaß)
Aufschlag Toleranzbetrag	f <sub>Tol</sub> =	1,15				gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511
Drosselabflusssspende	q <sub>Dr</sub> =	3	l/(s*ha)			für Neuländer Wettern
Länge der Mulde	L <sub>Mulde</sub> =	70,00	m			
Breite der Mulde	B <sub>Mulde</sub> =	1,25	m			(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche:	A <sub>S</sub> =	L <sub>Mulde</sub>	*	B <sub>Mulde</sub>	=	87,5 m <sup>2</sup>
	A <sub>S</sub> =	70,00	*	1,25	=	87,5 m <sup>2</sup>

Versickerungsleistung:

Q <sub>S</sub> =	k <sub>f</sub> / 2 * A <sub>S</sub>	
Q <sub>S</sub> =	6,56E-04	m <sup>3</sup> /s = 0,66 l/s

Drosselabflusssspende:

Q <sub>Dr</sub> =	q <sub>Dr</sub> * A <sub>U</sub>	= 3 * 0,19863 ha	für Neuländer Wettern gem.
Q <sub>Dr</sub> =	0,60 l/s =	0,000596 m <sup>3</sup> /s	Vorgaben BA HH-Harburg

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>hy</sub> = 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 <sub>f</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>f</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>f</sub> nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>113,95</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt 113,95 m³.**  
bei einer Regendauer von **360 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \sqrt[3]{V / A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 1,30 \text{ m} > 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist kleiner als die erforderliche Stauhöhe. Das überschüssige Wasser wird an den Graben abgegeben.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 80.000,0 \text{ sec.} = 22,2 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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	
<b>Muldenlänge:</b>	$l_M = 60,00 \text{ m}$		$l_M = 10,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$	
<b>Muldenbreite:</b>	$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$	
<b>Muldentiefe:</b>	$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$	
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,50 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$	
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$ Wert => 20,00		$j$ Wert => 20,00		$j$ Wert => 80,00		$j$ Wert => 80,00		$j$ Wert => 80,00		$j$ Wert => 40,00		$j$ Wert => 40,00	
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$n$		$N$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	20,00		20,00		80,00		80,00		80,00		40,00		40,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<b>Muldenwinkel</b>	$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$	
<b>Muldenradius</b>	$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$	
<b>Schwelle</b>	<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>	<i>unten</i>	<i>oben</i>	<i>unten</i>	<i>oben</i>
<b>A</b>	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000	0,1709	0,0000
<b><math>l_u</math></b>	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000	1,3402	0,0000
<b>b wsp</b>	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000	1,2570	0,0000
<b>alpha Wsp</b>	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000	1,2324	0,0000
<b><math>V_1</math> (Methode 1; n. verwendet)</b>	1,7094		1,7094		6,8378		6,8378		6,8378		3,4189		3,4189	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	0,8111		0,8111		0,9193		0,8111		0,8111		0,8111		0,8111	
<b><math>V_{\text{gesamt}}</math> (n Abschnitte)</b>	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		0,0 x 0,0000		0,0 x 0,0000	
<b><math>SV_{\text{vorh}} =</math></b>	2,84		< 113,95		= $V_{\text{erf.}}$								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	
<b>Grabenlänge:</b>	$l_M =$	60,00 m	$l_M =$	60,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
<b>Grabenbreite:</b>	$b_M =$	5,20 m	$b_M =$	6,00 m	$b_M =$	5,20 m	$b_M =$	5,20 m	$b_M =$	5,20 m
<b>Grabentiefe:</b>	$t_M =$	0,30 m	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	1,70 m	$t_M =$	1,70 m	$t_M =$	1,70 m
<b>Sohlbreite:</b>	$b_{Sohle} =$	4,00 m	$b_{Sohle} =$	4,00 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m
<b>Böschungsneigung:</b>	$m =$	2,00	$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
<b>Sohlgefälle:</b>	$i_{Sohle} =$	0,02 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,00 %	$i_{Sohle} =$	0,15 %
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,20 m		0,40 m		0,20 m		0,20 m		0,20 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$	Wert => 60,00	$j$	Wert => 60,00	$j$	Wert => 240,00	$j$	Wert => 240,00	$j$	Wert => 140,00
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	60,00		60,00		240,00		240,00		140,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,19		0,40		0,20		0,20		0,00	
<b>Grabenwinkel</b>	$\alpha =$	0,4595	$\alpha =$	0,6606	$\alpha =$	2,3163	$\alpha =$	2,3163	$\alpha =$	2,3163
<b>Grabenradius</b>	$r =$	11,4167	$r =$	9,2500	$r =$	2,8382	$r =$	2,8382	$r =$	2,8382
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	0,8800	0,5181	1,9200	1,4414	0,1600	0,2811	0,1600	0,2811	0,1600	0,0000
<b><math>I_u</math></b>	4,8944	4,1495	5,4604	5,4604	2,1437	2,1437	2,1437	2,1437	2,1437	0,0000
<b><math>b_{wsp}</math></b>	4,8000	4,1267	5,6000	5,3814	1,1000	2,0931	1,1000	2,0931	1,1000	0,0000
<b><math>\alpha_{Wsp}</math></b>	0,3749	0,3635	0,5903	0,5903	0,7553	0,7553	0,7553	0,7553	0,7553	0,0000
<b><math>V_1</math> (Methode 1; n. verwendet)</b>	41,9420		100,8413		52,9334		52,9334		11,2000	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	32,5851		100,8413		52,9334		52,9334		15,0388	
<b><math>V_{Gesamt}</math> (n Abschnitte)</b>	1,00 x	<b>32,5851</b>	1,00 x	<b>100,8413</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>
<b><math>SV_{vorh} =</math></b>	<b>133,43</b>		<b>&gt;</b>	<b>111,11</b>	<b>=</b>	<b><math>V_{erf.}</math></b>	<b>Nachweis erfüllt</b>			

<b>Entwässerungsabschnitt 2:</b>	
<b>Versickerungsmulde (rechts 1)</b>	
<b>Bau-km:</b>	<b>30+905 bis 30+960</b>
<b>Abschnitt</b>	<b>2.2.1</b>

<b>Eingangswerte:</b>				
$r_{krit}$	= 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)
$Y_{s,aqui}$	=	$(r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)}$
$Y_{s,aqui}$	= -0,94	0,90	-0,45	-0,45

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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]				
<a href="#">Abschnitt 30+905.00</a> <a href="#">30+920.00</a>	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
		Da	bBZ	15,0	0,6	9	0,90	20,3	0,21	-0,94	-8,4	-0,09													
Abschnitt 1:							268,4	2,77	2,77																
							268,4	2,77	2,77																
<a href="#">Abschnitt 30+920.00</a> <a href="#">30+940.00</a>	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
		Da	bBZ	20,0	0,8	15	0,90	27,1	0,28	-0,94	-14,0	-0,15													
Abschnitt 2:							355,1	3,67	3,67																
							623,5	6,44	6,44																
<a href="#">Abschnitt 30+940.00</a> <a href="#">30+960.00</a>	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
		Da	bBZ	20,0	1,0	20	0,90	63,2	0,65	-0,94	-18,7	-0,19													
Abschnitt 2:							386,5	3,99	3,99																
							1010,0	10,43	10,43																

<a href="#">Mulde</a>							Übertrag:	1010,0		10,43										
<a href="#">30+905,00</a>	55,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V	Mu/Gr-I	55,0	3,5	193	1,00	192,5	1,99											
<a href="#">30+960,00</a>							Abschnitt 3:	192,5	1,99	1,99										
	55,0							1202,5		12,42										

**Einzugsfläche A<sub>U</sub>:** 1404,0

**undurchlässige Fläche A<sub>U1</sub>:** 1202,5

**Abgabe an Versickerungsmulde:** 12,42

**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<sub>U</sub> = 1202,45 m<sup>2</sup> = 0,12025 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  
 Durchlässigkeitsbeiwert k<sub>t</sub> = 1,50E-05 m/s  
 Zuschlagsfaktor f<sub>z</sub> = 1,10 hoch (Risikomaß)  
 Aufschlag Toleranzbetrag f<sub>Tol</sub> = 1,15 gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511  
 Länge der Mulde L<sub>Mulde</sub> = 55,00 m  
 Breite der Mulde B<sub>Mulde</sub> = 3,00 m (Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche: A<sub>S</sub> = L<sub>Mulde</sub> \* B<sub>Mulde</sub> = 55,00 \* 3,00 = 165 m<sup>2</sup>

Versickerungsleistung: Q<sub>S</sub> = k<sub>t</sub>/2 \* A<sub>S</sub> = 1,24E-03 m<sup>3</sup>/s = 1,24 l/s

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>hy</sub> = 1 = konstant gilt:  
 (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$$V = (Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

$$V = ((A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_t/2) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

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

Versuch Nr	k <sub>t</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>t</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>t</sub> nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>53,67</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt 53,67 m³ bei einer Regendauer von 120 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,33 \text{ m} < 0,70 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 86.745,6 \text{ sec.} = 24 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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

**Muldenabstände (z.B.: Volumen)**

	Muldenabschnitt 1		Muldenabschnitt 2		Muldenabschnitt 3		Muldenabschnitt 4		Muldenabschnitt 5	
<b>Muldenlänge:</b>	$l_M = 15,00 \text{ m}$		$l_M = 20,00 \text{ m}$		$l_M = 20,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$	
<b>Muldenbreite:</b>	$b_M = 3,50 \text{ m}$		$b_M = 3,50 \text{ m}$		$b_M = 3,50 \text{ m}$		$b_M = 2,00 \text{ m}$		$b_M = 2,00 \text{ m}$	
<b>Muldentiefe:</b>	$t_M = 0,70 \text{ m}$		$t_M = 0,70 \text{ m}$		$t_M = 0,70 \text{ m}$		$t_M = 0,40 \text{ m}$		$t_M = 0,40 \text{ m}$	
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} = 0,01 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 2,40 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 2,02 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 0,96 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 2,56 \%$	
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,60 m									
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$ Wert => 15,00		$j$ Wert => 10,00		$j$ Wert => 20,00		$j$ Wert => 165,00		$j$ Wert => 165,00	
<b>Schwelle:</b>	$n$									
<b>Schwellenabstand:</b>	15,00		10,00		20,00		165,00		165,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,60		0,36		0,20		0,00		0,00	
<b>Muldenwinkel</b>	alpha= 1,5220									
<b>Muldenradius</b>	r= 2,5375		r= 2,5375		r= 2,5375		r= 1,4500		r= 1,4500	
<b>Schwelle</b>	<i>unten</i>	<i>oben</i>								
<b>A</b>	1,3454	1,3419	1,3454	0,6348	1,3454	0,2592	0,9871	0,0000	0,9871	0,0000
<b>I<sub>u</sub></b>	3,5627	3,5594	3,5627	2,7364	3,5627	2,0119	2,7388	0,0000	2,7388	0,0000
<b>b wsp</b>	3,2772	3,2747	3,2772	2,6057	3,2772	1,9596	2,3495	0,0000	2,3495	0,0000
<b>alpha Wsp</b>	1,4040	1,4027	1,4040	1,0784	1,4040	0,7929	1,8889	0,0000	1,8889	0,0000
<b>V<sub>1</sub> (Methode 1; n. verwendet)</b>	20,1550		9,9010		16,0455		81,4386		81,4386	
<b>V<sub>2</sub> (Methode 2)</b>	20,1550		9,7672		15,1753		25,1761		9,4410	
<b>V<sub>Gesamt</sub> (n Abschnitte)</b>	1,00 x	20,1550	2,00 x	19,5344	1,00 x	15,1753	0,0 x	0,0000	0,0 x	0,0000
<b>SV<sub>vorh</sub> =</b>	<b>54,86</b>		<b>&gt; 53,67</b>		<b>= V<sub>erf.</sub></b>		<b>Nachweis erfüllt</b>			

<b>Entwässerungsabschnitt 2: dräniertes Filtergraben (rechts 2) Tangentenrampe Rifa Bremen (Nr. 1.2)</b>	
<b>Bau-km:</b>	<b>0+000 bis 0+153</b>
<b>Abschnitt</b>	<b>2.2.2</b>

<b>Eingangswerte:</b>			
$r_{krit}$	= 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
q <sub>v,bbz</sub>	= 200,00	10,00	150,00 l/(s*ha)
r <sub>15,1,bbz</sub>	= -96,70	93,30	-46,70 l/(s*ha)
Y <sub>s,aqui</sub>	= (r <sub>D(T)</sub> -q <sub>v</sub> )/r <sub>D(T)</sub>		
Y <sub>s,aqui</sub>	= -0,94	0,90	-0,45 -0,45

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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. Ff	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis								
von bis	Länge [m]	Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	Y <sub>s</sub> / Y <sub>s,aqui</sub>	A <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V <sub>vorl</sub> [m/s]	V <sub>reit</sub> [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]						
<a href="#">Abschnitt 0+000.00</a> <a href="#">0+050.00</a>	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																		0,90	67,7	0,70	
		Da	bBZ	50,0	4,0	200																		-0,94	-187,2	-1,93	
Abschnitt 1:							150,5	1,55	1,55																		
							150,5		1,55																		
<a href="#">Abschnitt 0+050.00</a> <a href="#">0+105.00</a>	55,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	297,0	3,07																		
		Fb-D	Fb-D	55,0	6,0	330																					
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																									
		Ba	Ba	55,0	1,5	83																			0,90	74,5	0,77
		Da	bBZ	55,0	7,5	413																			-0,94	-386,1	-3,99
Abschnitt 2:							-14,6	-0,15	0,00																		
							150,5		1,55																		

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												
							Abschnitt 2:	803,5	8,30	8,30											
	47,6							954,1		9,86											
Graben 0+000,00 0+152,58	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											
	152,6							1564,4		16,16											

Einzugsfläche A<sub>e</sub>: **3485,2**

befestigte Fläche A<sub>b,a</sub>: **1724,2**

undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>: **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)

**Berechnungsgrundlagen**

versiegelte Fläche: A<sub>U</sub> = 1564,37 m<sup>2</sup> = 0,15644 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<sub>Dr</sub> = 3 l/(s\*ha) für Neuländer Wettern  
 Zuschlagsfaktor f<sub>z</sub> = 1,10 hoch (Risikomaß)  
 Aufschlag Toleranzbetrag f<sub>Tol</sub> = 1,15 gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511  
 Länge des Grabens L<sub>Graben</sub> = 152,58 m  
 Breite des Grabens B<sub>Graben</sub> = 4,00 m

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

angeschlossene Fläche: A<sub>U</sub> = 0,16 ha  
 Drosselabflussspende: Q<sub>Dr</sub> = q<sub>Dr</sub> \* A<sub>U</sub> = 3 \* 0,15644 ha = 0,47 l/s = 0,000469 m<sup>3</sup>/s

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>hy</sub> = 1 = konstant gilt:  
 (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)  

$$V = (Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

$$V = ((A_U + A_{W(G)}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr}) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

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

Versuch Nr	k <sub>s</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>s</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>s</sub> nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>91,05</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen des Grabens beträgt 91,05 m³ bei einer Regendauer von 360 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,18 \text{ m} < 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 0,2 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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

<b>Entwässerungsabschnitt 2: dränierter Filtergraben (rechts 3)</b>	
<b>Bau-km:</b>	<b>31+039 bis 31+100</b>
<b>Abschnitt</b>	<b>2.2.3</b>

<b>Eingangswerte:</b>				
$r_{krit}$	= 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

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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-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]	$v_{crit}$ [m/s]	$v_{rel}$ [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]			
<a href="#">Abschnitt 31+039.45</a> <a href="#">31+100.00</a>	60,6	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
		Fb-D	Fb-D	60,6	19,5	1181	0,90	1062,7	10,98															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
		Ba	Ba	60,6	2,5	151	0,90	136,7	1,41															
		Da	bBZ	60,6	4,5	272	-0,94	-255,1	-2,63															
		Abschnitt 1:																						
						944,4		9,76																
						944,4		9,76																
<a href="#">Graben 31+039.45</a> <a href="#">31+100.00</a>	60,6	übriges Einzugsgebiet																						
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-T	60,6	4,0	242	Übertrag:	944,4		9,76														
							1,00	242,2	2,50															
		Abschnitt 3:																						
						242,2		2,50																
						1186,6		12,26																

**Einzugsfläche  $A_{e,1}$ :** **1846,9**

**befestigte Fläche  $A_{b,1}$ :** **1180,8**

**undurchlässige Fläche  $A_{U,1}$ :** **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	m <sup>2</sup> =	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	m <sup>3</sup> /s	Vorgaben BA HH-Harburg

**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
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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 [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>69,06</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen des Grabens beträgt 69,06 m³ bei einer Regendauer von 360 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,29 \text{ m} < 0,50 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist größer als die erforderliche Stauhöhe.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 0,4 \text{ sec.} = 0,0 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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



Mulde 31+100,00 31+240,00	140,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V Mu/Gr-I	140,0	1,50	210	Übertrag: 1,00	2709,9	210,0	2,17	27,99												
	140,0					Abschnitt 3:	210,0	210,0	2,17	2,17												
							2919,9	210,0	2,17	30,16												

**Einzugsfläche A<sub>E</sub>:** 3220,0

**befestigte Fläche A<sub>b,a</sub>:** 2730,0

**undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** 2919,9

**Abgabe an Versickerungsmulde:** 30,16

**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<sub>U</sub> = 2919,89 m<sup>2</sup> = 0,29199 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  
 Durchlässigkeitsbeiwert k<sub>f</sub> = 1,50E-05 m/s  
 Zuschlagsfaktor f<sub>z</sub> = 1,10 hoch (Risikomaß)  
 Aufschlag Toleranzbetrag f<sub>Tol</sub> = 1,15 gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511 für Neuländer Wettern  
 Drosselabflussspende q<sub>Dr</sub> = 3 l/(s\*ha)  
 Länge der Mulde L<sub>Mulde</sub> = 140,00 m  
 Breite der Mulde B<sub>Mulde</sub> = 1,25 m (Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche: A<sub>S</sub> = L<sub>Mulde</sub> \* B<sub>Mulde</sub> = 140,00 \* 1,25 = 175 m<sup>2</sup>

Versickerungsleistung: Q<sub>S</sub> = k<sub>f</sub> / 2 \* A<sub>S</sub> = 1,31E-03 m<sup>3</sup>/s = 1,31 l/s

Drosselabflussspende: Q<sub>Dr</sub> = q<sub>Dr</sub> \* A<sub>U</sub> = 3 \* 0,29199 ha = 0,88 l/s = 0,000876 m<sup>3</sup>/s für Neuländer Wettern gem. Vorgaben BA HH-Harburg

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>hy</sub> = 1 = konstant gilt:  
 (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$$V = (Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$$

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

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

Versuch Nr	k <sub>f</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>f</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>f</sub> nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>158,01</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt 158,01 m³ bei einer Regendauer von 360 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,90 \text{ m} > 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist kleiner als die erforderliche Stauhöhe. Das überschüssige Wasser wird an den Graben abgegeben.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 240.777,8 \text{ sec.} = 66,9 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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

**Muldenaten (z.B.: Volumen)**

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

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



<a href="#">Abschnitt 31+400,00</a> <a href="#">31+480,00</a> <a href="#">Müf</a>	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	3094,4		31,97													
		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	0,90	72,3	0,75														
	80,0						Abschnitt 2:	1584,3	16,37	16,37	1,00	1,000	16,4	0,62	300		1,09		0,00	1,22	1,000	16,4	77,0
								4678,7		48,33													
<a href="#">Abschnitt 31+480,00</a> <a href="#">31+560,00</a> <a href="#">Müf</a> <a href="#">BW486</a>	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					Übertrag:	4678,7		48,33													
		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																					
		Ba	Ba	80,0	1,0	80	0,90	72,3	0,75														
	80,0						Abschnitt 2:	2223,3	22,97	22,97	1,00	1,000	23,0	0,62	300		1,09		0,00	1,22	1,000	23,0	77,0
								6901,9		71,30													
<a href="#">Mulde 31+240,00</a> <a href="#">31+560,00</a>	320,0	übriges Einzugsgebiet					Übertrag:	6901,9		71,30													
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-I	320,0	1,50	480	1,00	480,0	4,96														
	320,0						Abschnitt 3:	480,0	4,96	4,96													
								7381,9		76,26													

**Einzugsfläche  $A_E$ :** 8147,5

**befestigte Fläche  $A_{b,a}$ :** 7302,5

**undurchlässige Fläche  $A_{u,i}$ :** 7381,9

**Drosselabfluss  $Q_{Dr}$  in Einleitstelle E4:** 3,9

**Abgabe an Versickerungsmulde:** 76,26

**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:	$A_U =$	7381,92	m <sup>2</sup> =	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	$k_f =$	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	$L_{Mulde} =$	320,00	m			
Breite der Mulde	$B_{Mulde} =$	1,25	m			(Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche:	$A_S =$	$L_{Mulde} * B_{Mulde}$	*			
	$A_S =$	320,00	*	1,25	=	400 m <sup>2</sup>

Versickerungsleistung:	$Q_S =$	$k_f / 2 * A_S$				
	$Q_S =$	3,00E-03	m <sup>3</sup> /s =	3,00	l/s	

Drosselabflussspende:	$Q_{Dr} =$	$q_{Dr} * A_U$	= 3 *	0,73819 ha	für Neuländer Wettern gem.	
	$Q_{Dr} =$	2,21	l/s =	0,002215 m <sup>3</sup> /s	Vorgaben BA HH-Harburg	

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für  $A_S = \text{konst.}$  und  $i_{hy} = 1 = \text{konstant}$  gilt:  
(nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)

$V =$	$(Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tot}$
$V =$	$((A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f / 2) * D * 60 * f_z * f_{Tot}$

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
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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 <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>408,17</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt 408,17 m³ bei einer Regendauer von 360 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 1,02 \text{ m} > 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist kleiner als die erforderliche Stauhöhe. Das überschüssige Wasser wird an den Graben abgegeben.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 272.111,6 \text{ sec.} = 75,6 \text{ Stunden} > 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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

**Muldenaten (z.B.: Volumen)**

	Muldenabschnitt 1		Muldenabschnitt 2		Muldenabschnitt 3		Muldenabschnitt 4		Muldenabschnitt 5	
<b>Muldenlänge:</b>	$l_M = 60,00 \text{ m}$		$l_M = 20,00 \text{ m}$		$l_M = 80,00 \text{ m}$		$l_M = 80,00 \text{ m}$		$l_M = 80,00 \text{ m}$	
<b>Muldenbreite:</b>	$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$	
<b>Muldentiefe:</b>	$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$	
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} = 0,62 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 0,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,20 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$	
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,25 m		0,25 m		0,25 m		0,25 m		0,25 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j \text{ Wert} \Rightarrow 60,00$		$j \text{ Wert} \Rightarrow 20,00$		$j \text{ Wert} \Rightarrow 80,00$		$j \text{ Wert} \Rightarrow 80,00$		$j \text{ Wert} \Rightarrow 80,00$	
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$n$		$n$		$n$	
<b>Schwellenabstand:</b>	60,00		20,00		80,00		80,00		80,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,00		0,11		0,00		0,00		0,00	
<b>Muldenwinkel</b>	$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$		$\alpha = 1,5220$	
<b>Muldenradius</b>	$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$		$r = 1,0875$	
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	0,2371	0,0000	0,2371	0,0706	0,2371	0,0000	0,2371	0,0000	0,2371	0,0000
<b>I<sub>u</sub></b>	1,5046	0,0000	1,5046	0,9867	1,5046	0,0000	1,5046	0,0000	1,5046	0,0000
<b>b wsp</b>	1,3874	0,0000	1,3874	0,9532	1,3874	0,0000	1,3874	0,0000	1,3874	0,0000
<b>alpha Wsp</b>	1,3836	0,0000	1,3836	0,9073	1,3836	0,0000	1,3836	0,0000	1,3836	0,0000
<b>V<sub>1</sub> (Methode 1; n. verwendet)</b>	7,1142		3,0778		9,4856		9,4856		9,4856	
<b>V<sub>2</sub> (Methode 2)</b>	3,8652		2,9775		1,9970		1,4097		1,4097	
<b>V<sub>Gesamt</sub> (n Abschnitte)</b>	1,00 x	3,8652	1,00 x	2,9775	1,00 x	1,9970	1,00 x	1,4097	1,00 x	1,4097
<b>SV<sub>vorh</sub> =</b>	11,66		<		408,17		= V <sub>erf.</sub>		NW nicht erfüllt	
			-->		396,51		m³ Wasser werden an den Graben am Dammfuß abgegeben			

Grabendaten (z.B.: Volumen)										
	Grabenabschnitt 1		Grabenabschnitt 2		Grabenabschnitt 3		Grabenabschnitt 4		Grabenabschnitt 5	
<b>Grabenslänge:</b>	$l_M =$	320,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m	$l_M =$	0,00 m
<b>Grabenbreite:</b>	$b_M =$	6,00 m	$b_M =$	19,00 m	$b_M =$	19,00 m	$b_M =$	19,00 m	$b_M =$	19,00 m
<b>Grabentiefe:</b>	$t_M =$	0,50 m	$t_M =$	0,62 m	$t_M =$	0,62 m	$t_M =$	0,62 m	$t_M =$	0,62 m
<b>Sohlbreite:</b>	$b_{Sohle} =$	4,00 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m	$b_{Sohle} =$	0,50 m
<b>Böschungneigung:</b>	$m =$	2,00	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50	$m =$	1,50
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{Sohle} =$	0,02 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,00 %	$l_{Sohle} =$	0,15 %
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m		0,40 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$	Wert => 80,00	$j$	Wert => 40,00	$j$	Wert => 240,00	$j$	Wert => 240,00	$j$	Wert => 140,00
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$N$		$N$		$N$	
<b>Schwellenabstand:</b>	80,00		40,00		240,00		240,00		140,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,38		0,40		0,40		0,40		0,19	
<b>Grabenwinkel</b>	$\alpha =$	0,6606	$\alpha =$	0,2607	$\alpha =$	0,2607	$\alpha =$	0,2607	$\alpha =$	0,2607
<b>Grabenradius</b>	$r =$	9,2500	$r =$	73,0923	$r =$	73,0923	$r =$	73,0923	$r =$	73,0923
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	1,9200	1,3561	0,4400	4,0750	0,4400	4,0750	0,4400	4,0750	0,4400	1,3346
<b><math>l_u</math></b>	5,7889	5,3493	15,3006	15,3006	15,3006	15,3006	15,3006	15,3006	15,3006	10,5427
<b>b wsp</b>	5,6000	5,2751	1,7000	15,2727	1,7000	15,2727	1,7000	15,2727	1,7000	10,5336
<b>alpha Wsp</b>	0,5903	0,5783	0,2093	0,2093	0,2093	0,2093	0,2093	0,2093	0,2093	0,1442
<b><math>V_1</math> (Methode 1; n. verwendet)</b>	131,0448		90,2991		541,7943		541,7943		124,2218	
<b><math>V_2</math> (Methode 2)</b>	111,8885		90,2991		541,7943		541,7943		367,1366	
<b><math>V_{Gesamt}</math> (n Abschnitte)</b>	4,00 x	<b>447,5541</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>
<b><math>SV_{vorh} =</math></b>	<b>447,55</b>		<b>&gt;</b>		<b>396,51</b>		<b>= <math>V_{erf.}</math></b>		<b>Nachweis erfüllt</b>	

**Entwässerungsabschnitt 2:**  
**Versickerungsmulde (rechts 6)**

**Bau-km: 31+580 bis 31+740**  
**Abschnitt 2.2.6**

**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)  
 $Y_{s,aqui} = (r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)} (r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)} (r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)} (r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$   
 $Y_{s,aqui} = -0,94$  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  
 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]				
<a href="#">Abschnitt 31+600.00</a> <a href="#">31+680.00</a>	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	513,0	5,30																
		Fb-D	Fb-D	30,0	19,00	570																			
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																							
		Ba	Ba	30,0	1,0	30																			
	80,0						Abschnitt 1:	540,1	5,58	5,58															
							Übertrag:	540,1		5,58															
<a href="#">Abschnitt 31+680.00</a> <a href="#">31+742.00</a> <a href="#">Kappe außen</a> <a href="#">Kappe mitte</a>	62,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone					0,90	1060,2	10,95																
		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																			
	62,0						Abschnitt 2:	1214,2	12,54	12,54															
								1754,3	18,12	18,12	1,00	1,000	18,1	0,62	300	1,09		2,17	2,17	1,000	18,1	77,0			

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

<b>Einzugsfläche A<sub>E</sub>:</b>	<b>2099,0</b>	<b>S Einzugsfläche A<sub>E,k</sub> im EA 2:</b>	<b>40855,2</b>	<b>befestigte Fläche A<sub>b</sub>:</b>	<b>1899,0</b>
<b>undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:</b>	<b>1904,3</b>	<b>S undurchlässige Fläche A<sub>U</sub> im EA 2:</b>	<b>32632,1</b>	<b>S befestigte Fläche A<sub>b,s</sub>:</b>	<b>28950,1</b>
<b>Abgabe an Versickerungsmulde:</b>	<b>19,67</b>	<b>Abgabe an Versickerungsmulden/-gräben gesamt:</b>	<b>337,1</b>	<b>Drosselabfluss Q<sub>Dr</sub> in Einleitstelle E6:</b>	<b>0,6</b>
		<b>S Drosselabfluss Q<sub>Dr</sub> in Neuländer Wettern:</b>	<b>8,79</b>		

**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<sub>U</sub> = 1904,26 m<sup>2</sup> = 0,19043 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  
 Durchlässigkeitsbeiwert k<sub>f</sub> = 1,50E-05 m/s  
 Zuschlagsfaktor f<sub>z</sub> = 1,10 hoch (Risikomaß)  
 Aufschlag Toleranzbetrag f<sub>Tol</sub> = 1,15 gemäß Auflagen d. Bezirksamt Harburg/MR 511 für Neuländer Wettern  
 Drosselabflussspende q<sub>Dr</sub> = 3 l/(s\*ha)  
 Länge der Mulde L<sub>Mulde</sub> = 100,00 m  
 Breite der Mulde B<sub>Mulde</sub> = 1,25 m (Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche: A<sub>S</sub> = L<sub>Mulde</sub> \* B<sub>Mulde</sub> = 100,00 \* 1,25 = 125 m<sup>2</sup>  
 Versickerungsleistung: Q<sub>S</sub> = k<sub>f</sub>/2 \* A<sub>S</sub> = 9,38E-04 m<sup>3</sup>/s = 0,94 l/s  
 Drosselabflussspende: Q<sub>Dr</sub> = q<sub>Dr</sub> \* A<sub>U</sub> = 3 \* 0,19043 ha = 0,57 l/s = 0,000571 m<sup>3</sup>/s für Neuländer Wettern gem. Vorgaben BA HH-Harburg

**Ermittlung des Speichervolumens:**

für A<sub>S</sub> = konst. und I<sub>hy</sub> = 1 = konstant gilt:  
 (nach DWA-A 138, Anhang A 2.2; Formel A.4)  
 $V = (Q_{zu} - Q_S) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$   
 $V = ((A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f/2) * D * 60 * f_z * f_{Tol}$

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

Versuch Nr	k <sub>f</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>f</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

Hinweis: Für die Ermittlung der Versickerungsleistung der Mulden wurden neben den vorhandenen Bodenaufschlüssen auch die Überschlagswerte der Durchlässigkeit k<sub>f</sub> nach RAS-EW, für die Berechnung herangezogen.

Dauerstufe D [min]	Regenspende rD(n) [l/(s*ha)]	Speichervolumen V [m <sup>3</sup> ]
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
<b>maßgebendes Speichervolumen:</b>		<b>100,82</b>

**Ergebnis: Das maßgebende Speichervolumen der Mulde beträgt 100,82 m³ bei einer Regendauer von 360 min**

**Nachweis der Einstauhöhe:**  
 $z_M = \frac{V}{A_S}$   
 $z_{M, \text{erf.}} = 0,81 \text{ m} > 0,30 \text{ m} = z_{M, \text{vorh.}}$   
 Die vorhandene Stauhöhe ist kleiner als die erforderliche Stauhöhe. Das überschüssige Wasser wird an den Graben abgegeben.

**Nachweis der Entleerungszeit:**  
 $\text{vorh. } t_E = 2 * z_M / k_{f,u} = 215.085,9 \text{ sec.} = 59,7 \text{ Stunden} < 24 \text{ h} = \text{zul } t_E$

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

**Mulden Daten (z.B.: Volumen)**

	Muldenabschnitt 1		Muldenabschnitt 2		Muldenabschnitt 3		Muldenabschnitt 4		Muldenabschnitt 5	
<b>Muldenlänge:</b>	$l_M = 80,00 \text{ m}$		$l_M = 62,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$		$l_M = 0,00 \text{ m}$	
<b>Muldenbreite:</b>	$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$		$b_M = 1,50 \text{ m}$	
<b>Muldentiefe:</b>	$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$		$t_M = 0,30 \text{ m}$	
<b>Sohlgefälle:</b>	$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,20 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$		$l_{\text{Sohle}} = 1,70 \%$	
<b>Schwellenhöhe:</b>	0,25 m		0,25 m		0,25 m		0,25 m		0,25 m	
<b>Schwellenabstand (J/N):</b>	$j$ Wert => 80,00		$j$ Wert => 60,00		$j$ Wert => 80,00		$j$ Wert => 80,00		$j$ Wert => 80,00	
<b>Schwelle:</b>	$n$		$n$		$n$		$n$		$n$	
<b>Schwellenabstand:</b>	80,00		60,00		80,00		80,00		80,00	
<b>Eintauchtiefe:</b>	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
<b>Muldenwinkel</b>	alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220		alpha= 1,5220	
<b>Muldenradius</b>	r= 1,0875		r= 1,0875		r= 1,0875		r= 1,0875		r= 1,0875	
<b>Schwelle</b>	<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>
<b>A</b>	0,2371	0,0000	0,2371	0,0000	0,2371	0,0000	0,2371	0,0000	0,2371	0,0000
<b>I<sub>u</sub></b>	1,5046	0,0000	1,5046	0,0000	1,5046	0,0000	1,5046	0,0000	1,5046	0,0000
<b>b wsp</b>	1,3874	0,0000	1,3874	0,0000	1,3874	0,0000	1,3874	0,0000	1,3874	0,0000
<b>alpha Wsp</b>	1,3836	0,0000	1,3836	0,0000	1,3836	0,0000	1,3836	0,0000	1,3836	0,0000
<b>V<sub>1</sub> (Methode 1; n. verwendet)</b>	9,4856		7,1142		9,4856		9,4856		9,4856	
<b>V<sub>2</sub> (Methode 2)</b>	1,4097		1,4097		1,9970		1,4097		1,4097	
<b>V<sub>Gesamt</sub> (n Abschnitte)</b>	1,00 x	<b>1,4097</b>	1,03 x	<b>1,4567</b>	0,00 x	<b>0,0000</b>	0,0 x	<b>0,0000</b>	0,0 x	<b>0,0000</b>
<b>SV<sub>vorh</sub> =</b>	<b>2,87</b>		<b>&lt; 100,82</b>		<b>= V<sub>erf.</sub></b>		<b>NW nicht erfüllt</b>			
			<b>--&gt; 97,96</b>		<b>m³ Wasser werden an den Graben am Dammfuß abgegeben</b>					

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

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

<b>Eingangswerte:</b>			
$r_{15,0,33} =$	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

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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 <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V <sub>voll</sub> [m/s]	V <sub>teil</sub> [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
<a href="#">BW 484</a>																							
<a href="#">32167,08</a>																							
<a href="#">31880,00</a>	287,1	<a href="#">L01</a>	Fb-A	Fb-A	287,1	19,0	5454	0,90	4909,0	50,71													
<a href="#">31800,00</a>	80,0	<a href="#">L02</a>	Fb-A	Fb-A	287,1	4,0	1134	0,90	1020,6	10,54													
			Fb-A	Fb-A	80,0	19,0	1520	0,90	1368,0	14,13													
			Fb-A	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
<a href="#">31800,00</a>																							
<a href="#">31754,50</a>	45,5	<a href="#">L02</a>	Fb-A	Fb-A	45,5	19,7	896	0,90	806,7	8,33													
		<a href="#">L03</a>																					
										8,33													
										Übertrag	84,24	1,00	1,000	84,2	1,90	300	2,11		0,36	1,06	1,000	84,2	148,9
<a href="#">31754,50</a>																							
<a href="#">31748,46</a>	22,0	<a href="#">L03</a>																					
		<a href="#">M01</a>																					
										0,00													
										Übertrag	84,24	1,00	1,000	84,2	0,70	400	1,53		0,24	1,30	1,000	84,2	191,9

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 <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	v <sub>voll</sub> [m/s]	v <sub>teil</sub> [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
<a href="#">31748.46</a> <a href="#">31742.08</a>	25,5	<a href="#">M01</a> <a href="#">R03</a>																					
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<sub>E</sub>:** 9060,8

**befestigte Fläche A<sub>E,bef</sub>:** 9060,8

**undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** 8154,7

**Abgabe an Schacht R03:** 84,24

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

<b>Eingangswerte:</b>			
$r_{15,0,33} =$	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)
$Y_{S,aquif} =$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$
$Y_{S,aquif} =$	-0,94	0,90	-0,45

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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
Damböschungen	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. FI.	Abfluss		Umrechnung		Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.	Abflussnachweis		
von bis	Länge [m]	Nr.	Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	y	A <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V <sub>voll</sub> [m/s]	V <sub>teil</sub> [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
BW 484																							
32141,58																							
31880,00	261,6	R01	Fb-A	Fb-A	261,6	19,0	4970	0,90	4473,0	46,21													
31800,00	80,0	R02	Fb-A	Fb-A	261,6	4,0	1033	0,90	929,9	9,61													
			Fb-A	Fb-A	80,0	19,0	1520	0,90	1368,0	14,13													
			Fb-A	Fb-A	80,0	0,7	56	0,90	50,4	0,52													
										70,46													
										Übertrag	1,00	1,000	70,5	1,52	300	1,88		0,71	0,71	1,000	70,5	133,0	
31800,00		R02																					
31742,00	58,0	R03	Fb-A	Fb-A	58,0	19,7	1143	0,90	1028,3	10,62													
										10,62													
										Übertrag	1,00	1,000	81,1	1,89	300	2,10		0,46	1,17	1,000	81,1	148,6	
31742,00		R03																					
31742,25	9,1	R03.1																					
										84,24													
										84,24													
										Übertrag	1,00	1,000	165,3	2,00	500	2,99		0,05	1,22	1,000	165,3	587,4	
31742,25		R03.1																					
31742,67	22,9	R03.2																					
										0,00													
										Übertrag	1,00	1,000	165,3	0,31	500	1,16		0,33	1,55	1,000	165,3	228,0	

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 <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	v <sub>voll</sub> [m/s]	v <sub>teil</sub> [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
31742.67 31745.34	1,9	R03.2 Geschiebeschacht																					
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	

<b>Einzugsfläche A<sub>E</sub>:</b>	<b>8721,9</b>
<b>befestigte Fläche A<sub>E,b,a</sub>:</b>	<b>8721,9</b>
<b>undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:</b>	<b>7849,7</b>
<b>S Einzugsfläche A<sub>E,s</sub> im EA 3:</b>	<b>17782,6</b>
<b>S undurchlässige Fläche A<sub>E,b,a</sub> im EA 3:</b>	<b>17782,6</b>
<b>S undurchlässige Fläche A<sub>U</sub> im EA 3:</b>	<b>16004,4</b>
<b>Abgabe an RBFA 1:</b>	<b>165,32</b>

<b>Retentionsbodenfilteranlage Nr. 1 (RBFA 1) bei Station 31+450</b>					
<b>Entwässerungsabschnitt 3</b>					
<b>Eingangswerte:</b>					
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-jährliches Ereignis
Überschreitungshäufigkeit RBFA:	$n =$	0,03	1/a	(Abstimmung mit Bezirksamt Harburg/BUKEA mit Ausnutzung Freibord)	30-jährliches Ereignis
Einzugsgebietsfläche:	$A_{E,gesamt} =$	17782,6	m <sup>2</sup> =	1,78 ha	
undurchlässige Fläche:	$A_{u,gesamt} =$	16004,4	m <sup>2</sup> =	1,60 ha	(aus Entwässerungsabschnitt 3)
befestigte Fläche:	$A_{E,b,a} =$	17782,6	m <sup>2</sup> =	1,78 ha	
Drosselleistung:	$q_{Dr,RBF} =$	0,05	l/(s*m <sup>2</sup> )	(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:  $q_{dr,r,u} = \frac{Q_{Dr}}{A_U}$

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

**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 rD(n) [l/(s*ha)]		Drosselabflussspende q <sub>dr,r,u</sub> [l/(s*ha)]	Differenz r <sub>D,n</sub> - q <sub>dr,r,u</sub>		spezif. Volumen V <sub>S,U</sub> [m³/ha]	spezif. Volumen V <sub>S,U</sub> [m³/ha]
	5-jährlich	30-jährlich		5-jährlich	30-jährlich		
5	270,0	400,0	8,88	261,12	391,12	90,08	134,93
10	203,3	291,7	8,88	194,42	282,82	134,15	195,14
15	166,7	237,8	8,88	157,82	228,92	163,34	236,93
20	142,5	203,3	8,88	133,62	194,42	184,39	268,29
30	112,2	161,1	8,88	103,32	152,22	213,86	315,09
45	86,3	125,2	8,88	77,42	116,32	240,38	361,16
60	71,1	104,2	8,88	62,22	95,32	257,57	394,61
90	51,5	75,0	8,88	42,62	66,12	264,64	410,58
120	41,0	59,3	8,88	32,12	50,42	265,92	417,44
180	29,7	42,7	8,88	20,82	33,82	258,53	419,99
240	23,7	33,8	8,88	14,82	24,92	245,35	412,60
360	17,2	24,3	8,88	8,32	15,42	206,56	382,93
540	12,5	17,5	8,88	3,62	8,62	134,72	321,02
720	9,9	13,9	8,88	1,02	5,02	50,46	249,18
1080	7,2	10,0	8,88	-1,68	1,12	-125,51	83,15
1440	5,8	7,9	8,88	-3,08	-0,98	-306,45	-97,80
2880	3,5	4,7	8,88	-5,38	-4,18	-1069,96	-831,49
4320	2,6	3,5	8,88	-6,28	-5,38	-1873,21	-1604,94
<b>maximales spezifisches Volumen:</b>						<b>265,92</b>	<b>419,99</b>

<b>Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens:</b>					
$A_{F,ert.} =$	100 m <sup>2</sup>	*	$A_{E,b,a}$ [ha]	=	(gemäß DWA-A 178 Pkt. 6.2.2.2)
$A_{F,ert.} =$	100	*	1,78	=	<b>178 m<sup>2</sup></b>
$V_{ert.} =$	$V_{S,U}$	*	$A_U$	=	
$V_{ert. 5-jährliches Ereignis} =$	265,92	*	1,60	=	<b>426 m<sup>3</sup></b>
$V_{ert. 30-jährliches Ereignis} =$	419,99	*	1,60	=	<b>672 m<sup>3</sup></b>
<b>Nachweis des Speichervolumens:</b>					
$A_{Sohle,RBF,ert.} =$	<u>178 m<sup>2</sup></u>				
$V_{ert.} =$	<u>426 m<sup>3</sup></u>				(für 5-jährliches Regenereignis unter Einhaltung von 0,50 m Freibord)
$V_{ert.} =$	<u>672 m<sup>3</sup></u>				(für 30-jährliches Regenereignis unter Ausnutzung des Freibords)
$A_{F,vorh.} =$	<u>284 m<sup>2</sup></u>				
$A_{Sohle,vorh.} =$	<u>419,40 m<sup>2</sup></u>				(Ermittelt aus der Geometrie des Retentionsbodenfilterbeckens!)
$A_{WSP,vorh.} =$	<u>693,72 m<sup>2</sup></u>				(Ermittelt aus der Geometrie des Retentionsbodenfilterbeckens!)
<b>Einstauhöhe h =</b>	<u>0,95 m</u>				
$V_{vorh. 5-jährliches Ereignis} =$	<u>435,52 m<sup>3</sup></u>				(Ermittelt aus der Geometrie des Retentionsbodenfilterbeckens!)
$V_{vorh. 30-jährliches Ereignis} =$	<u>697,90 m<sup>3</sup></u>				(Ermittelt aus der Geometrie des Retentionsbodenfilterbeckens!)
$A_{Sohle,RBF,vorh.} =$	<b>284 m<sup>2</sup></b>	>	$A_{Sohle,RBF,ert.} =$	<b>178 m<sup>2</sup></b>	<b>Nachweis erfüllt!</b>
$V_{vorh. mit Einhaltung Freibord} =$	<b>436 m<sup>3</sup></b>	>	$V_{ert.} =$	<b>426 m<sup>3</sup></b>	<b>Nachweis erfüllt!</b>
$V_{vorh. mit Ausnutzung Freibord} =$	<b>698 m<sup>3</sup></b>	>	$V_{ert.} =$	<b>673 m<sup>3</sup></b>	<b>Nachweis erfüllt!</b>
<b>Nachweis der Größe der Vorstufe (Geschiebeschacht):</b> (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
$A_{Leichtfl.,ert.} =$	$b * l =$	1,70 m *	5,10 m =	8,7 m <sup>2</sup>	(gemäß REwS 21)
$A_{Leichtfl.,vorh.} =$	$b * l =$	1,70 m *	5,10 m =	8,7 m <sup>2</sup>	(b = 1,70 m; l = 5,10 m)
$A_{Leichtfl.,vorh.} =$	<b>8,7 m<sup>2</sup></b>	=	$A_{Leichtfl.,ert.} =$	<b>8,7 m<sup>2</sup></b>	<b>Nachweis erfüllt!</b>

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

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

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

<b>Nachweis Erdbecken 1</b>					
<b>Sohlwasserdruck</b>					
w =	$g_w \cdot h_w =$	12,5 kN/m <sup>2</sup>			
<b>ständige destabilisierende vertikale Einwirkung <math>G_{dst}</math> (Hydrostatische Auftriebskraft)</b>					
$G_{dst,k} =$	w				
$G_{dst,k} =$		12,50 kN			
$G_{dst,d} =$	$G_{dst,k} \cdot g_{G,dst} =$	13,13 kN			
<b>Ermittlung der ständigen stabilisierenden vertikalen Einwirkung <math>G_{stb,1}</math> aus Bodeneigenlast</b>					
$G_{stb,k,1} =$	$g_{Boden} \cdot (d_{Deckschicht} + d_{Filter} + d_{Dränschicht})$				
$G_{stb,k,1} =$		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!
<b>Nachweis Tosbecken 1</b>					
<b>Sohlwasserdruck</b>					
w =	$g_w \cdot h_w =$	11 kN/m <sup>2</sup>			
<b>ständige destabilisierende vertikale Einwirkung <math>G_{dst}</math> (Hydrostatische Auftriebskraft)</b>					
$G_{dst,k} =$	w				
$G_{dst,k} =$		11,00 kN			
$G_{dst,d} =$	$G_{dst,k} \cdot g_{G,dst} =$	11,55 kN			
<b>Ermittlung der ständigen stabilisierenden vertikalen Einwirkung <math>G_{stb,2}</math> aus Pflaster und Beton im Bereich des Tosbeckens</b>					
$G_{stb,k,1} =$	$g_{Beton} \cdot (d_{Pflaster} + d_{Beton})$				
$G_{stb,k,1} =$		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!



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 <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	v <sub>voll</sub> [m/s]	v <sub>teil</sub> [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<sub>E</sub>:** 9291,2
- befestigte Fläche A<sub>E,b,a</sub>:** 9291,2
- undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** 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
$Q_{vbBZ}$	= 200,00	10,00	150,00 l/(s*ha)
$r_{15,1,bbZ}$	= -96,70	93,30	-46,70 l/(s*ha)
$Y_{S,aqu}$	= $(r_{D(T)} \cdot Q_i) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} \cdot Q_i) / r_{D(T)}$	$(r_{D(T)} \cdot Q_i) / r_{D(T)}$
$Y_{S,aqu}$	= -0,94	0,90	-0,45

**Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:**

Fahrbahnen über Abläufe in Sammelleitung	Fb-A
Fahrbahnen mit offenporigem 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
Einschnittböschungen	Ein
Mulden (Versickerung)	Mu-V
Mulden (Transport, bBZ)	Mu-T
unbefestigte, bis 10% geneigte Flächen	u-FI
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 <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V <sub>voll</sub> [m/s]	V <sub>teil</sub> [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]	
<a href="#">BW 484</a> <a href="#">32141,58</a> <a href="#">32305,00</a> <a href="#">32327,00</a> <a href="#">32406,00</a>	163,4 22,0 79,0	<a href="#">4.1-005</a> <a href="#">4.1-006</a>	Fb-A Fb-A Fb-A	Fb-A Fb-A Fb-A	163,4 22,0 79,0	23,0 23,0 20,0	3750 505 1580	0,90 0,90 0,90	3375,4 454,4 1422,0	34,87 4,69 14,69	aus VKE 714.3												
										54,25													
										Übertrag	1,00	1,000	54,3	0,81	300	1,37		0,27	0,27	1,000	54,3	97,1	
<a href="#">32406,00</a> <a href="#">32457,00</a>	51,0	<a href="#">4.1-006</a> <a href="#">4.1-007</a>	Fb-A	Fb-A	51,0	19,7	1005	0,90	904,2	9,34													
										9,34													
										Übertrag	1,00	1,000	63,6	0,68	300	1,26		0,68	0,94	1,000	63,6	88,8	
<a href="#">32457,00</a> <a href="#">32508,00</a>	51,0	<a href="#">4.1-007</a> <a href="#">4.1-0010</a>	Fb-A	Fb-A	51,0	19,7	1005	0,90	904,2	9,34													
										9,34													
										Übertrag	1,00	1,000	72,9	0,40	400	1,16		0,74	1,68	1,000	72,9	145,2	
<a href="#">32508,00</a> <a href="#">32528,50</a>	20,5	<a href="#">4.1-0010</a> <a href="#">4.1-0011</a>	Fb-A	Fb-A	20,5	19,7	404	0,90	363,5	3,75													
										3,75													
										Übertrag	1,00	1,000	76,7	0,43	400	1,20		0,29	1,96	1,000	76,7	150,2	
<a href="#">32528,50</a> <a href="#">32538,50</a>	10,0	<a href="#">4.1-0011</a> <a href="#">4.1-0012</a>	Fb-A	Fb-A	10,0	19,7	197	0,90	177,3	1,83													
										1,83													
										Übertrag	1,00	1,000	78,5	1,34	400	2,12		0,08	2,04	1,000	78,5	266,6	
<a href="#">32538,50</a> <a href="#">32559,00</a>	20,5	<a href="#">4.1-0012</a> <a href="#">4.1-0013</a>	Fb-A	Fb-A	20,5	19,7	404	0,90	363,5	3,75													
										3,75													
										Übertrag	1,00	1,000	82,3	1,24	400	2,04		0,17	2,21	1,000	82,3	256,7	

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 <sub>U</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V <sub>voll</sub> [m/s]	V <sub>teil</sub> [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<sub>E</sub>:** 8849,5

**befestigte Fläche A<sub>E,bea</sub>:** 8849,5

**undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** 7964,5

**S Einzugsfläche A<sub>E,s</sub> im EA 4:** 18140,7

**S undurchlässige Fläche A<sub>E,bea</sub> im EA 4:** 18140,7

**S undurchlässige Fläche A<sub>U</sub> im EA 4:** 16326,6

**Abgabe an RBFA 4:** 192,58

**davon aus VKE 714.3:**

**S Einzugsfläche A<sub>E,s</sub> im EA 4:** 6915,8

**S undurchlässige Fläche A<sub>E,bea</sub> im EA 4:** 6915,8

**S undurchlässige Fläche A<sub>U</sub> im EA 4:** 6224,2

**Abgabe an RBFA 4:** 64,30

<b>Retentionsbodenfilteranlage Nr. 4 aus VKE 714.2 (RBFA 4) bei Station 32+860</b>				
<b>Entwässerungsabschnitt 4</b>				
<b>Eingangswerte:</b>				
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-jährliches Ereignis
Einzugsgebietsfläche:	$A_{E,gesamt} =$	18140,7	m <sup>2</sup> =	1,81 ha
undurchlässige Fläche:	$A_{u,gesamt} =$	16326,6	m <sup>2</sup> =	1,63 ha (aus Entwässerungsabschnitt 4)
befestigte Fläche:	$A_{E,b,a} =$	18140,7	m <sup>2</sup> =	1,81 ha
Drosselleistung:	$q_{Dr,RBF} =$	0,05	l/(s*m <sup>2</sup> )	(gemäß DWA-A178)
Drosselleistung:	$Q_{Dr,RBF} =$	16,2	l/s = $q_{Dr} * A_F$	Einleitmenge in Graben zur Stillhorer 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:  $q_{dr,r,u} = Q_{Dr} / A_U$   
 $q_{dr,r,u} = 16,15 / 1,63 = 9,89 \text{ l/(s*ha)}$

**Ermittlung des Abminderungsfaktors  $f_A$ :**

aus Bild 3 (DWA A 117):  $f_A = 1,00$

**Ermittlung des Speichervolumens**

(nach DWA A 117, Gleichung 2)  $V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * f_{Tol} * 0,06$

Dauerstufe D [min]	Regenspende 5-jährliches Ereignis $rD(n) \text{ [l/(s*ha)]}$	Drosselabflussspende $q_{dr,r,u} \text{ [l/(s*ha)]}$	Differenz $r_{D,n} - q_{dr,r,u}$	spezif. Volumen $V_{S,U} \text{ [m}^3\text{/ha]}$
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
<b>maximales spezifisches Volumen:</b>				<b>258,39</b>

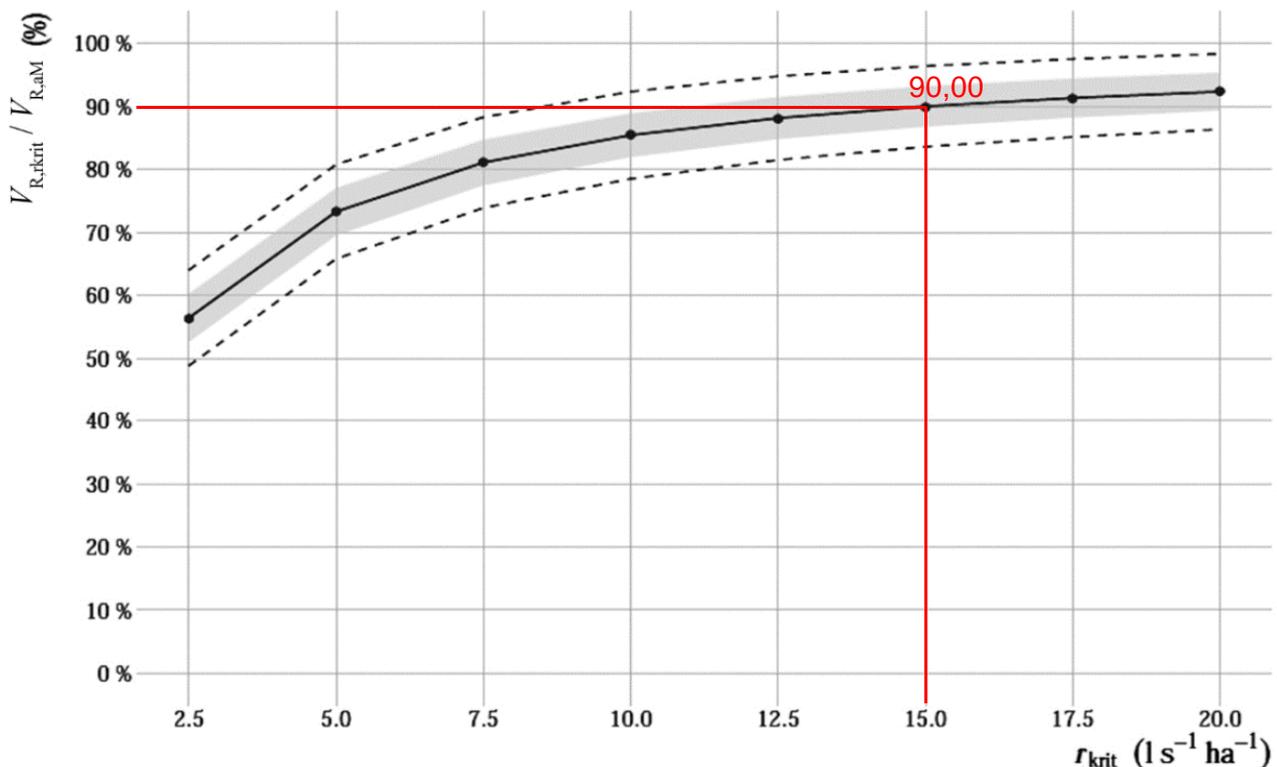
<b>Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens:</b>					
$A_{F,erf.} =$	100 m <sup>2</sup>	*	$A_{E,b,a}$ [ha]	=	(gemäß DWA-A 178 Pkt. 6.2.2.2)
$A_{F,erf.} =$	100	*	1,81	=	<b>181 m<sup>2</sup></b>
$V_{erf.} =$	$V_{S,U}$	*	$A_U$	=	
$V_{erf.} =$	258,39	*	1,63	=	<b>422 m<sup>3</sup></b>
<b>Nachweis des Speichervolumens:</b>					
$A_{Sohle,RBF,erf.} =$	<u>181 m<sup>2</sup></u>				
$V_{erf.} =$	<u>422 m<sup>3</sup></u>				
$A_{F,vorh.} =$	<u>323 m<sup>2</sup></u>				
<b>Einstauhöhe h =</b>	<u>0,60 m</u>				
$V_{vorh.} =$	<u>782,00 m<sup>3</sup></u>		(aus Planung der VKE 714.2)		
$A_{Sohle,RBF,vorh.} =$	<b>323 m<sup>2</sup></b>	>	$A_{Sohle,RBF,erf.} =$	<b>181 m<sup>2</sup></b>	<b>Nachweis erfüllt!</b>
$V_{vorh.} =$	<b>782 m<sup>3</sup></b>	>	$V_{erf.} =$	<b>422 m<sup>3</sup></b>	<b>Nachweis erfüllt!</b>
<b>Nachweis der Größe der Vorstufe (Geschiebeschacht):</b> (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 <sup>2</sup>	(gemäß REwS 21)
$A_{Leichtfl.,vorh.} =$	$b * l =$	1,70 m *	5,10 m =	8,7 m <sup>2</sup>	(b = 1,70 m; l = 5,10 m)
$A_{Leichtfl.,vorh.} =$	<b>8,7 m<sup>2</sup></b>	=	$A_{Leichtfl.,erf.} =$	<b>8,7 m<sup>2</sup></b>	<b>Nachweis erfüllt!</b>

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

## 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	530
Kategorie III	à <b>550</b>	760
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	<b>1,54</b>	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  $\geq 3$  m**

**--> Reinigungswirkung ist bei Versickerung über Böschung 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 dränierete 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 $\geq$ 15.000 Kfz/h	550

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

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad $\eta$ [%]
Kategorie III Straße DTV $\geq$ 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 (dränierter Filtergraben)  
 $\eta_{Filtergraben} = 0,95$

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

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.

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

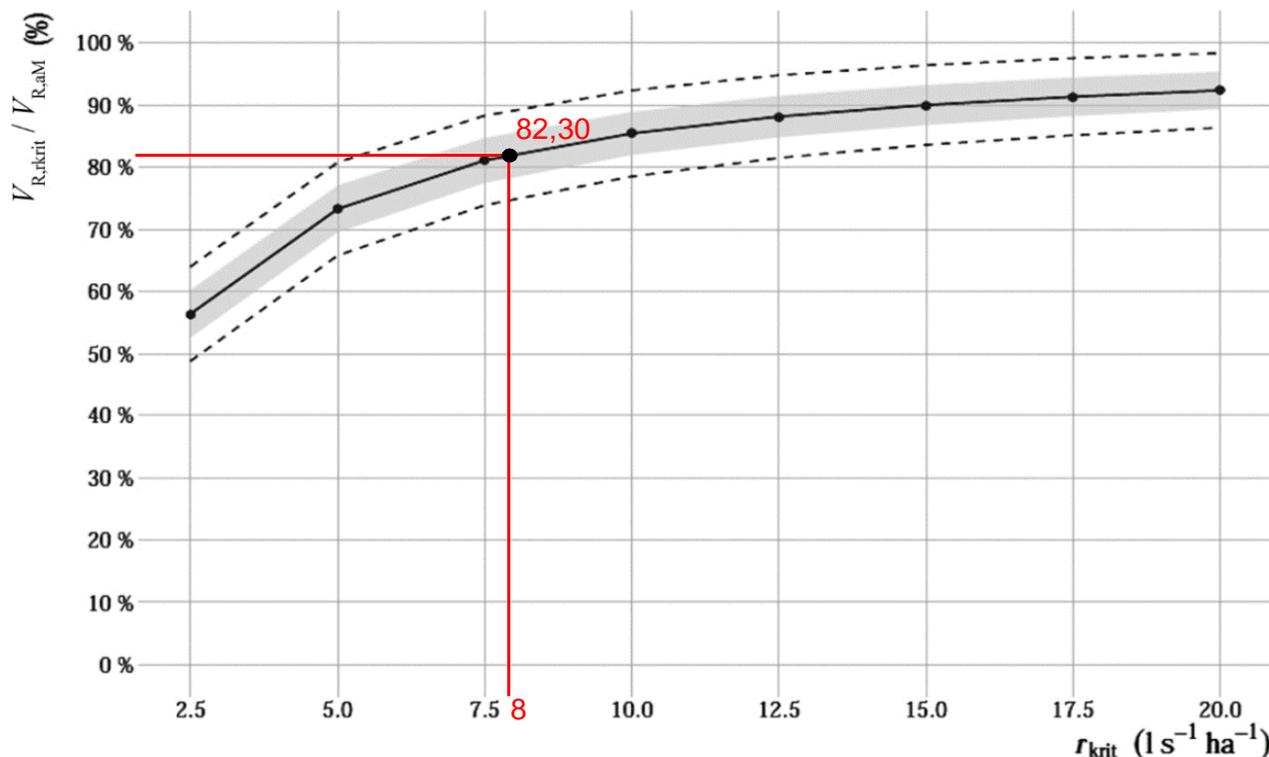
**Der ermittelte Frachtaustrag in die Fünfhausener-Landweg-Wettern beträgt < 10 % des zulässigen Frachtaustrags.**

**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	530
Kategorie III	à	<b>550</b>	760
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	<b>1,07</b>	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 2)**  
**Tangentenrampe Rifa Bremen (Nr. 1.4)**  
**Bau-km: 0+100 bis 0+200**  
**Abschnitt 2.1.2**

**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)
$Y_{S,aqui}$	=	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$
$Y_{S,aqui}$	=	-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

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]	$V_{voll}$ [m/s]	$V_{teil}$ [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mög. [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	0,00	0,0	0,00															



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

<b>Eingangswerte:</b>				
$r_{krit} =$	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)
$Y_{s,äqui} =$	$(r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)} \quad (r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)} \quad (r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)} \quad (r_{D(T)}-q_v)/r_{D(T)}$			
$Y_{s,äqui} =$	-12,33	0,33	-9,00	-9,00

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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]		
<a href="#">Abschnitt 31+147,90</a> <a href="#">31+240,00</a>	92,1	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Fb-D   Fb-D	92,1	19,5	1796	1,00	1796,0	2,69															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																					
		Ba   Ba	92,1	2,5	230	0,00	0,0	0,00															
		Da   bBZ	92,1	1,9	175	-12,33	-2158,3	-3,24															
	92,1	Abschnitt 1:																					
<a href="#">Graben 31+147,90</a> <a href="#">31+240,00</a>	92,1	übriges Einzugsgebiet																					
		Mu/Gr-T   Mu/Gr-T	92,1	2,0	184	-9,00	-1657,9	-17,13															
		Abschnitt 3:																					
	92,1																						

<b>Einzugsfläche <math>A_{u,1}</math>:</b>	<b>2385,5</b>
<b>undurchlässige Fläche <math>A_{u,2}</math>:</b>	<b>0,0</b>
<b>Abgabe an Versickerungsgraben:</b>	<b>0,00</b>

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

**Entwässerungsabschnitt 2:**  
**Reinigungswirkung (links 4)**

**Bau-km: 31+240 bis 31+600**  
**Abschnitt 2.1.4**

**Eingangswerte:**

$r_{krit} = 8,00$  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 Nebenflächen  
 $q_{v,bBZ} = 200,00$  10,00 150,00 150,00 l/(s\*ha)  
 $r_{15,1,bBZ} = -96,70$  93,30 -46,70 -46,70 l/(s\*ha)  
 $Y_{S,aqui} = (r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$   $(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$   $(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$   $(r_{D(T)} - q_v) / r_{D(T)}$   
 $Y_{S,aqui} = -24,00$  -0,25 -17,75 -17,75

**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  
 Mulden/Gräben (Transport, bBZ) Mu/Gr-T  
 unbefestigte, bis 10% geneigte Nebenflächen u-FI  
 bewachsene Bodenzone bBZ

Wassermengenermittlung (n=1)							Rohrleitungsdimensionierung																	
Mulde	Haltung	Einzugsgebiet				Abm.-beiw.	bef. Fläche	Abfluss		Umrechnung			Gefälle	Durchm.	Geschw.		Fließzeit		Zeitbeiw.		Abflussnachweis			
von bis	Länge [m]	Art	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]	f <sub>D</sub>	A <sub>b,a</sub> [m²]	einzel [l/s]	gesamt [l/s]	Regenh. n	Zeitbeiw. j	Abfluss [l/s]	I [%]	DN [mm]	V <sub>voll</sub> [m/s]	V <sub>teil</sub> [m/s]	einzel [min]	gesamt [min]	j	vorh. [l/s]	mögl. [l/s]			
<a href="#">Abschnitt 31+240.00</a> <a href="#">31+320.00</a>	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Fb-D	80,0	19,5	1560	1,00	1560,0	1,25															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Ba	Ba	80,0	2,0	160	0,00	0,0	0,00														
	80,0	Abschnitt 1:					1560,0	1,25	1,25	1,00	1,000	1,2	0,62	300	1,09			1,22	1,22	1,000	1,2	77,0		
<a href="#">Abschnitt 31+320.00</a> <a href="#">31+400.00</a>	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Fb-D	45,0	19,5	878	1,00	877,5	0,70															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Fb-D	35,0	19,0	665	1,00	665,0	0,53															
	80,0	Abschnitt 2:					1542,5	1,23	1,23	1,00	1,000	1,2	0,62	300	1,09			1,22	2,45	1,000	1,2	77,0		
<a href="#">Abschnitt 31+400.00</a> <a href="#">31+480.00</a>	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Fb-D	80,0	19,0	1520	1,00	1520,0	1,22															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Ba	Ba	80,0	1,0	80	0,00	0,0	0,00														
	80,0	Abschnitt 2:					1520,0	1,22	1,22	1,00	1,000	1,2	0,62	300	1,09			1,22	3,67	1,000	1,2	77,0		
<a href="#">Abschnitt 31+480.00</a> <a href="#">31+560.00</a>	80,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Fb-D	80,0	19,0	1520	1,00	1520,0	1,22															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone	Ba	Ba	80,0	1,0	80	0,00	0,0	0,00														
	80,0	Abschnitt 2:					1520,0	1,22	1,22	1,00	1,000	1,2	0,62	300	1,09			1,22	4,89	1,000	1,2	77,0		

<a href="#">Abschnitt</a> <a href="#">31+560.00</a> <a href="#">31+585.00</a> <a href="#">BW 486</a>	25,0	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone Fb-D   Fb-D   25,0   19,0   475 Entwässerung über bewachsene Bodenzone Ba   Ba   25,0   1,0   25	Übertrag:	6142,5		4,91														
			1,00	475,0	0,38															
25,0			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	0,4	77,0	
				6617,5		5,29														
<a href="#">Mulde</a> <a href="#">31+240.00</a> <a href="#">31+560.00</a>	320,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V   Mu/Gr-1   320,0   1,50   480	Übertrag:	6617,5		5,29														
			-17,75	-8520,0	-6,82															
320,0			Abschnitt 3:	-8520,0	-6,82	-6,82														
				6617,5		0,00														

**Einzugsfläche  $A_{e,1}$ :** **7585,0**

**angeschlossene befestigte Fläche  $A_{b,1}$ :** **6617,5**

**Abgabe an Überlauf:** **0,00**

--> Beim Regenereignis  $r_{krit} = 8 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$  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.







Mulde 30+905,00 30+960,00	55,0	übriges Einzugsgebiet Mu/Gr-V	Mu/Gr-I	55,0	3,5	193	Übertrag: 1,00	502,3	0,29	0,75										
	55,0						Abschnitt 3:	192,5	0,29	0,29										
								694,8		1,04										

**Einzugsfläche A<sub>z</sub>:** 1404,0

**undurchlässige Fläche A<sub>U</sub>:** 694,8

**Abgabe an Versickerungsmulde:** 1,04

--> 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.

**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:  $A_U = 694,83 \text{ m}^2 = 0,06948 \text{ ha}$  (undurchlässige Fläche)  
Regendauer  $T = 15,00 \text{ min}$   
Niederschlagsereignis:  $a = 1$  jährliches  
Überschreitungshäufigkeit:  $n = 1,00$  1/a (1-jährliches Ereignis nach Ras-Ew)  
Dauerstufenbeginn  $D = 5 \text{ min}$   
Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f = 1,50E-05 \text{ m/s}$   
Zuschlagsfaktor  $f_z = 1,20$  gering (Risikomaß)

Länge der Mulde  $L_{Mulde} = 55,00 \text{ m}$   
Breite der Mulde  $B_{Mulde} = 3,00 \text{ m}$  (Abminderung, da die volle Muldenbreite erst bei Vollfüllung wirksam wird)

**Ermittlung der Versickerungsleistung:**

Versickerungsfläche:  $A_S = L_{Mulde} * B_{Mulde} = 55,00 * 3,00 = 165 \text{ m}^2$

Versickerungsleistung:  $Q_S = k_f / 2 * A_S = 1,24E-03 \text{ m}^3/\text{s} = 1,24 \text{ l/s} > 1,04 \text{ l/s} = \text{Abgabe an Mulde bei } r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$

**Die vorhandene Versickerungsleistung der Mulde ist größer, als der Zulauf bei der kritischen Regenspende  $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ .  
--> 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.**

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

Versuch Nr	k <sub>f</sub> -Siebl.	Korr.faktor	k <sub>f</sub> -Wert Bemessung
Rasenmulde	1,50E-05	1	1,50E-05
<b>Mittelwert</b>			<b>1,50E-05</b>

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.





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

<b>Eingangswerte:</b>				
$r_{krit} =$	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)
$Y_{s,aqui} =$	$(r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)} \quad (r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)} \quad (r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)} \quad (r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)}$			
$Y_{s,aqui} =$	-12,33	0,33	-9,00	-9,00

<b>Abkürzungen für Art des Einzugsgebietes:</b>	
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]			
<a href="#">Abschnitt 31+039.45</a> <a href="#">31+100.00</a>	60,6	FA - Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
		Fb-D	Fb-D	60,6	19,5	1181	1,00	1180,8	1,77															
		Entwässerung über bewachsene Bodenzone																						
		Ba	Ba	60,6	2,5	151	0,00	0,0	0,00															
		Da	bBZ	60,6	4,5	272	-12,33	-3360,7	-5,04															
Abschnitt 1:							-2179,9	-3,27	0,00															
							0,0		0,00															
<a href="#">Graben 31+039.45</a> <a href="#">31+100.00</a>	60,6	übriges Einzugsgebiet					<i>Übertrag:</i>	0,0		0,00														
		Mu/Gr-T	Mu/Gr-T	60,6	2,0	121	-9,00	-1090,0	-1,63															
		Abschnitt 3:					-1090,0	-1,63	0,00															
							0,0		0,00															

**Einzugsfläche  $A_U$ :** 1725,8

**undurchlässige Fläche  $A_{U1}$ :** 0,0

**Abgabe an Versickerungsmulde:** 0,00

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







<a href="#">Abschnitt</a> <a href="#">31+400,00</a> <a href="#">31+480,00</a> <a href="#">Müf</a>	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													
<a href="#">Abschnitt</a> <a href="#">31+480,00</a> <a href="#">31+560,00</a> <a href="#">Müf</a> <a href="#">BW486</a>	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																					
		Ba	Ba	80,0	1,0	80	0,00	0,0	0,00														
	80,0						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													
<a href="#">Mulde</a> <a href="#">31+240,00</a> <a href="#">31+560,00</a>	320,0	übriges Einzugsgebiet					Übertrag:	6572,3		67,89													
		Mu/Gr-V	Mu/Gr-	320,0	1,50	480	-17,75	-8520,0	-88,01														
							Abschnitt 3:	-8520,0	-88,01	-88,01													
	320,0							6572,3		0,00													

**Einzugsfläche  $A_E$ :** 8147,5

**undurchlässige Fläche  $A_U$ :** 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.

**Entwässerungsabschnitt 2:  
Versickerungsmulde (rechts 6)**

**Bau-km: 31+580 bis 31+740**  
**Abschnitt 2.2.6**

**Eingangswerte:**

$r_{krit} =$	8,00	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)
$Y_{s,aqui} =$	$(r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)} \quad (r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)} \quad (r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)} \quad (r_{D(T)} \cdot q_v) / r_{D(T)}$			
$Y_{s,aqui} =$	-24,00	-0,25	-17,75	-17,75

**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-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]				
<a href="#">Abschnitt 31+600.00</a> <a href="#">31+680.00</a>	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	1,00	570,0	0,46																				
	80,0		Abschnitt 1:	570,0	0,46																				
			Übertrag:	570,0	0,46																				
<a href="#">Abschnitt 31+680.00</a> <a href="#">31+742.00</a> <a href="#">Kappe außen</a> <a href="#">Kappe mitte</a>	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	1,00	1178,0	0,94																				
	62,0		Abschnitt 2:	1329,0	1,06					1,00	1,000	1,5	0,62	300	1,09		2,17	2,17	1,000	1,5	77,0				



**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 $\geq$ 15.000 Kfz/h	550

$$A_{b,a} = 2,90 \text{ ha}$$

$$b_{R,e,zul,AFS63} = 280 \text{ kg/(ha·a)}$$

$$B_{R,a,AFS63,zu} = A_{b,a} \cdot AFS63$$

$$B_{R,a,AFS63,zu} = 1592 \text{ kg/a}$$

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad $\eta$ [%]
Kategorie III Straße DTV $\geq$ 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)  
 $\eta_{Filtergraben} = 0,95$

$$b_{R,in,Graben} = b_{R,a,AFS63} \cdot 0,83$$

$$b_{R,in,Graben} = 453 \text{ kg/(ha·a)}$$

$$b_{R,aus,Graben} = (1 - \eta_{bew. Bodenz.}) \cdot b_{R,a,AFS63,RBF,ein}$$

$$b_{R,aus,Graben} = 22,63 \text{ kg/(ha·a)}$$

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.

$$b_{R,RRL} = (1 - 0,90) \cdot b_{R,a,AFS63} \cdot (1 - \eta_{RRL})$$

$$b_{R,RRL} = 5 \text{ kg/(ha·a)}$$

$$b_{R,e,ges} = 27,50 \text{ kg/(ha·a)} < 280 \text{ kg/(ha·a)} = b_{R,e,zul,AFS63}$$

$$B_{R,e,ges} = 80 \text{ kg/a} < 811 \text{ kg/a} = B_{R,e,zul}$$

$$\eta_{ges} = 95 \% < \eta_{erf} = 50 \%$$

**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 $\geq$ 15.000 Kfz/h	550

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

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad $\eta$ [%]
Kategorie III Straße DTV $\geq$ 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:**

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

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 $\geq$ 15.000 Kfz/h	550

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

Erforderliche Wirkungsgrade AFS63 für Behandlungsanlagen gemäß REwS

Kategorie	erf. Wirkungsgrad $\eta$ [%]
Kategorie III Straße DTV $\geq$ 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:**

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

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

**Nachweis erfüllt!**