

Starkniederschlagshöhen und -spenden gemäß KOSTRA-DWD-2020

Rasterfeld 64158

(Zeile 64, Spalte 158)

Regenspende und Bemessungsniederschlagswerte in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T und Dauerstufe D

Dauerstufe D		Wiederkehrzeit T																	
		1 a		2 a		3 a		5 a		10 a		20 a		30 a		50 a		100 a	
		mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)
5		5,5	183,3	6,7	223,3	7,5	250,0	8,4	280,0	9,9	330,0	11,3	376,7	12,3	410,0	13,5	450,0	15,3	510,0
10		7,4	123,3	9,1	151,7	10,1	168,3	11,4	190,0	13,3	221,7	15,2	253,3	16,5	275,0	18,2	303,3	20,6	343,3
15		8,6	95,6	10,5	116,7	11,7	130,0	13,2	146,7	15,4	171,1	17,7	196,7	19,2	213,3	21,1	234,4	23,9	265,6
20		9,5	79,2	11,6	96,7	12,9	107,5	14,6	121,7	17,0	141,7	19,5	162,5	21,1	175,8	23,3	194,2	26,4	220,0
30		10,8	60,0	13,2	73,3	14,7	81,7	16,6	92,2	19,3	107,2	22,2	123,3	24,0	133,3	26,5	147,2	30,0	166,7
45		12,2	45,2	14,9	55,2	16,6	61,5	18,7	69,3	21,8	80,7	25,1	93,0	27,2	100,7	29,9	110,7	33,9	125,6
60	1	13,3	36,9	16,2	45,0	18,0	50,0	20,3	56,4	23,7	65,8	27,2	75,6	29,5	81,9	32,5	90,3	36,8	102,2
90	1,5	14,9	27,6	18,1	33,5	20,2	37,4	22,8	42,2	26,6	49,3	30,5	56,5	33,1	61,3	36,4	67,4	41,2	76,3
120	2	16,1	22,4	19,6	27,2	21,8	30,3	24,7	34,3	28,8	40,0	33,0	45,8	35,8	49,7	39,4	54,7	44,6	61,9
180	3	18,0	16,7	21,9	20,3	24,3	22,5	27,5	25,5	32,1	29,7	36,8	34,1	39,9	36,9	44,0	40,7	49,8	46,1
240	4	19,4	13,5	23,7	16,5	26,3	18,3	29,7	20,6	34,7	24,1	39,8	27,6	43,1	29,9	47,5	33,0	53,8	37,4
360	6	21,6	10,0	26,3	12,2	29,3	13,6	33,1	15,3	38,6	17,9	44,3	20,5	48,0	22,2	52,9	24,5	59,9	27,7
540	9	24,1	7,4	29,3	9,0	32,6	10,1	36,8	11,4	42,9	13,2	49,3	15,2	53,4	16,5	58,8	18,1	66,6	20,6
720	12	26,0	6,0	31,6	7,3	35,1	8,1	39,7	9,2	46,3	10,7	53,1	12,3	57,6	13,3	63,4	14,7	71,8	16,6
1080	18	28,9	4,5	35,1	5,4	39,0	6,0	44,1	6,8	51,5	7,9	59,1	9,1	64,0	9,9	70,5	10,9	79,9	12,3
1440	24	31,1	3,6	37,9	4,4	42,1	4,9	47,6	5,5	55,5	6,4	63,7	7,4	69,0	8,0	76,0	8,8	86,1	10,0
2880	48	37,3	2,2	45,4	2,6	50,4	2,9	57,0	3,3	66,5	3,8	76,3	4,4	82,7	4,8	91,1	5,3	103,1	6,0
4320	72	41,4	1,6	50,4	1,9	56,0	2,2	63,3	2,4	73,9	2,9	84,8	3,3	91,9	3,5	101,2	3,9	114,6	4,4
5760	96	44,7	1,3	54,4	1,6	60,4	1,7	68,3	2,0	79,6	2,3	91,4	2,6	99,0	2,9	109,1	3,2	123,5	3,6
7200	120	47,3	1,1	57,6	1,3	64,0	1,5	72,3	1,7	84,4	2,0	96,8	2,2	105,0	2,4	115,6	2,7	130,9	3,0
8640	144	49,6	1,0	60,4	1,2	67,1	1,3	75,9	1,5	88,5	1,7	101,5	2,0	110,0	2,1	121,2	2,3	137,2	2,6
10080	168	51,6	0,9	62,9	1,0	69,8	1,2	79,0	1,3	92,1	1,5	105,7	1,7	114,5	1,9	126,2	2,1	142,9	2,4

Starkniederschlagshöhen und -spenden gemäß KOSTRA-DWD-2020

Rasterfeld 64158

(Zeile 64, Spalte 158)

Örtliche Unsicherheiten in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T und Dauerstufe D

		Wiederkehrzeit T								
Dauerstufe D		1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
min	Std	± %	± %	± %	± %	± %	± %	± %	± %	± %
5		15	15	15	16	16	17	17	18	18
10		14	16	17	17	19	20	20	21	21
15		15	17	18	19	20	21	22	23	23
20		15	17	18	20	21	22	23	23	24
30		15	18	19	20	22	23	23	24	25
45		15	17	19	20	22	23	23	24	25
60	1	14	17	18	20	21	22	23	24	24
90	1,5	13	16	17	19	20	21	22	23	24
120	2	13	15	17	18	19	21	21	22	23
180	3	12	14	16	17	18	20	20	21	22
240	4	12	14	15	16	18	19	19	20	21
360	6	12	13	14	15	17	18	18	19	20
540	9	12	13	14	15	16	17	18	18	19
720	12	13	14	14	15	16	17	17	18	18
1080	18	14	14	15	15	16	17	17	18	18
1440	24	16	15	16	16	16	17	17	18	18
2880	48	20	19	18	18	18	19	19	19	19
4320	72	22	21	21	20	20	20	20	20	20
5760	96	24	23	22	22	22	22	22	22	22
7200	120	25	24	24	23	23	23	23	23	23
8640	144	27	25	25	24	24	24	24	24	24
10080	168	28	26	26	25	25	25	25	24	24

Parameter für abweichende T und D

Lokationsparameter ξ (Xi)

13,65555095

Skalenparameter α (Alpha)

4,12424873

Formparameter κ (Kappa)

-0,1

1. Koutsoyiannis-Parameter θ (Theta)

0,03482818

2. Koutsoyiannis-Parameter η (Eta)

0,74021464

Parameter für dauerstufenübergreifende Extremwertschätzung nach KOUTSOYIANNIS et al. 1998.

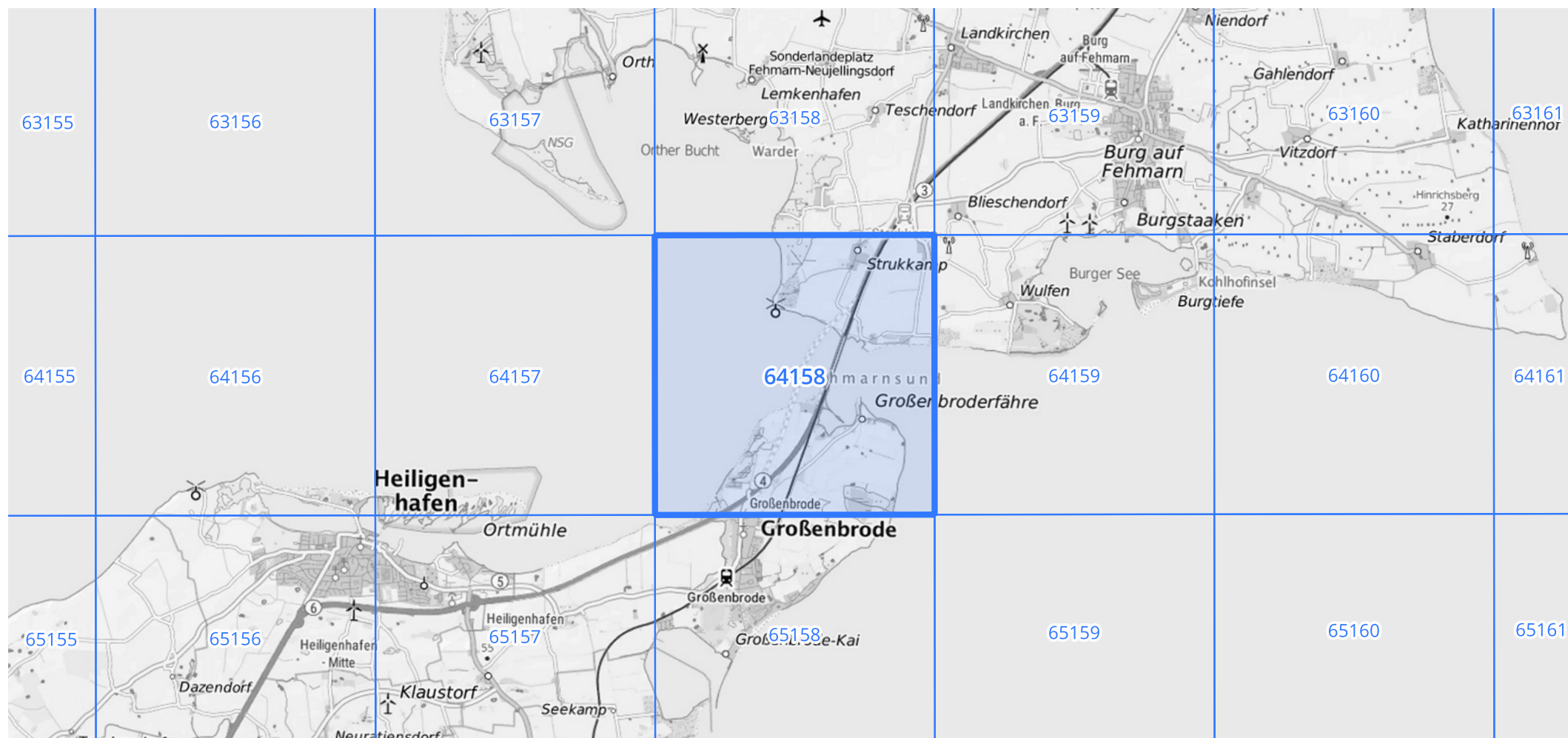
Siehe auch Anwendungshilfe zu KOSTRA-DWD-2020 des Deutschen Wetterdienstes.

Starkniederschlagshöhen und -spenden gemäß KOSTRA-DWD-2020

Rasterfeld 64158

(Zeile 64, Spalte 158)

Übersichtskarte des Rasterfeldes 64158, M 1 : 100 000



Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

Unterlage 12.02.001

30.09.2024

Regenrückhaltebecken 15 GB-1 + PFA 5.2

Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (Dezember 2013)

$$\text{Bemessungsvolumen RRB [m}^3\text{]: } V_{S,U} = [r_{(D,n)} - q_{Dr,R,u}] \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$$

$$V = V_{S,U} \cdot A_u (\psi_m)$$

mit:	$V_{S,U}$ =	spezifisches Speichervolumen bezogen auf A_u [m ³ /ha]
	V =	erf. Speichervolumen des RRR [m ³]
	$q_{Dr,R,u}$ =	Drosselabflussspende bezogen auf A_u [l/s/ha]
	$r_{(D,n)}$ =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]
	D =	Dauerstufe [min]
	A_u =	undurchlässige Fläche [m ²]
	D =	Dauer des Bemessungsregens [min]
	ψ_m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)
	f_A =	Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)
	n =	Überschreitungshäufigkeit in 1/a
	f_1 =	Hilfsfunktion
	t_f =	Fließzeit in min
	f_z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2

Eingabedaten

Flächen:	gesamt	[ha]	ψ_m [-]	undurchl.	[ha]
	A_E =	5,298	0,28	A_u mit ψ_m =	1,457

Abminderungsfaktor	f_A =	1,00
Drosselabflussspende bezogen auf A_E	q_{Dr} =	1,20 l/s/ha A_E
Drosselabfluss	Q_{Dr} =	6,36 l/s
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	$q_{Dr,R,u}$ =	4,36 l/s/ha
Zuschlagsfaktor Risiko	f_z =	1,20

Bemessung Regenrückhaltevolumen

Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158

n [1/a]	0,1 (T = 10a)				
D [min]	$r_{D;10}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{S,U}$ [m ³ /ha]	V [m ³]	V [m ³] mit Toleranz
5	330	16	117	171	199
10	221,7	19	156	228	272
15	171,1	20	180	262	316
20	141,7	21	198	288	351
30	107,2	22	222	324	398
45	80,7	22	247	360	444
60	65,8	21	265	387	474
90	49,3	20	291	424	518
120	40,0	19	308	449	544
180	29,7	18	328	479	580
240	24,1	18	341	497	606
360	17,9	17	351	511	626

540	13,2	16	344	501	620
720	10,7	16	329	479	608
1080	7,9	16	275	401	544
1440	6,4	16	211	308	463
2880	3,8	18	-117	-170	37
4320	2,9	20	-455	-663	-400
5760	2,3	22	-855	-1246	-940
7200	2,0	23	-1224	-1785	-1437
8640	1,7	24	-1656	-2413	-2044
10080	1,5	25	-2077	-3027	-2631
Ergebnis					
Bemessungsvolumen V [m³] =				511	626
vorhandenes Rückhaltevolumen [m³] =				768	768

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBO)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733



Unterlage 12.02.001

26.04.2024

Regenrückhaltebecken 2 GB-2, GUB-1

Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (Dezember 2013)

Bemessungsvolumen RRB [m³]: $V_{S,U} = [r_{(D,n)} - q_{Dr,R,u}] \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06$

$$V = V_{S,U} \cdot A_u (\psi_m)$$

mit:	$V_{S,U}$ =	spezifisches Speichervolumen bezogen auf A_u [m³/ha]
	V =	erf. Speichervolumen des RRR [m³]
	$q_{Dr,R,u}$ =	Drosselabflussspende bezogen auf A_u [l/s/ha]
	$r_{(D,n)}$ =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]
	D =	Dauerstufe [min]
	A_u =	undurchlässige Fläche [m²]
	D =	Dauer des Bemessungsregens [min]
	ψ_m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)
	f_A =	Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)
	n =	Überschreitungshäufigkeit in 1/a
	f_1 =	Hilfsfunktion
	t_f =	Fließzeit in min
	f_Z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2

Eingabedaten

Flächen:	gesamt	[ha]	ψ_m [-]	undurchl.	[ha]
	A_E =	4,080	0,18	A_u mit ψ_m =	0,718

Abminderungsfaktor	f_A =	1,00
Drosselabflussspende bezogen auf A_i	q_{Dr} =	1,20 l/s/ha A_E
Drosselabflussspende bezogen auf A_i	Q_{Dr} =	4,90 l/s
Drosselabflussspende bezogen auf A_i	$q_{Dr,R,u}$ =	6,82 l/s/ha
Zuschlagsfaktor Risiko	f_Z =	1,20

Bemessung Regenrückhaltevolumen

Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158

n [1/a]	0,1 (T = 10a)				
D [min]	$r_{D,10}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{S,U}$ [m³/ha]	V [m³]	V [m³] mit Toleranz
5	330	16	116	84	97
10	221,7	19	155	111	133
15	171,1	20	177	127	154
20	141,7	21	194	139	170
30	107,2	22	217	156	192
45	80,7	22	239	172	213
60	65,8	21	255	183	226
90	49,3	20	275	198	244
120	40,0	19	287	206	253
180	29,7	18	297	213	263
240	24,1	18	299	214	268
360	17,9	17	287	206	263
540	13,2	16	248	178	237

720	10,7	16	201	145	208
1080	7,9	16	84	60	131
1440	6,4	16	-43	-31	45
2880	3,8	18	-626	-449	-347
4320	2,9	20	-1218	-875	-746
5760	2,3	22	-1873	-1345	-1195
7200	2,0	23	-2497	-1794	-1622
8640	1,7	24	-3183	-2286	-2104
10080	1,5	25	-3859	-2772	-2576
Ergebnis					
Bemessungsvolumen V [m³] =				214	268
vorhandenes Rückhaltevolumen [m³] =				282	282

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

Unterlage 12.02.001

26.04.2024

Regenrückhaltebecken 3 GB-3

Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (Dezember 2013)

$$\text{Bemessungsvolumen RRB [m}^3\text{]: } V_{S,U} = [r_{(D,n)} - q_{Dr,R,u}] \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06$$

$$V = V_{S,U} \cdot A_u (\psi_m)$$

mit:	$V_{S,U}$ =	spezifisches Speichervolumen bezogen auf A_u [m ³ /ha]
	V =	erf. Speichervolumen des RRR [m ³]
	$q_{Dr,R,u}$ =	Drosselabflussspende bezogen auf A_u [l/s/ha]
	$r_{(D,n)}$ =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]
	D =	Dauerstufe [min]
	A_u =	undurchlässige Fläche [m ²]
	D =	Dauer des Bemessungsregens [min]
	ψ_m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)
	f_A =	Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)
	n =	Überschreitungshäufigkeit in 1/a
	f_1 =	Hilfsfunktion
	t_f =	Fließzeit in min
	f_Z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2

Eingabedaten

Flächen:	gesamt	[ha]	ψ_m [-]	undurchl.	[ha]
	A_E =	0,870	0,90	A_u mit ψ_m =	0,783


Abminderungsfaktor	f_A =	1,00
Drosselabflussspende bezogen auf A_i	q_{Dr} =	1,20 l/s/ha A_E
Drosselabfluss	Q_{Dr} =	1,04 l/s
Drosselabflussspende bezogen auf A_i	$q_{Dr,R,u}$ =	1,33 l/s/ha
Zuschlagsfaktor Risiko	f_Z =	1,20

Bemessung Regenrückhaltevolumen


Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158

n [1/a]	0,1 (T = 10a)				
D [min]	$r_{D,10}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{S,U}$ [m ³ /ha]	V [m ³]	V [m ³] mit Toleranz
5	330	16	118	93	108
10	221,7	19	159	124	148
15	171,1	20	183	144	173
20	141,7	21	202	158	192
30	107,2	22	229	179	219
45	80,7	22	257	201	246
60	65,8	21	278	218	265
90	49,3	20	311	243	294
120	40,0	19	334	262	313
180	29,7	18	368	288	342
240	24,1	18	393	308	367
360	17,9	17	429	336	398
540	13,2	16	461	361	426

720	10,7	16	486	380	450
1080	7,9	16	511	400	477
1440	6,4	16	525	411	495
2880	3,8	18	511	401	512
4320	2,9	20	487	382	523
5760	2,3	22	401	314	478
7200	2,0	23	346	271	457
8640	1,7	24	228	179	377
10080	1,5	25	121	95	308
Ergebnis					
Bemessungsvolumen V [m³] =				411	523
vorhandenes Rückhaltevolumen [m³] =				543	543

Vorhaben:																													
ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBO)		Unterlage 12.02.001																											
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733																													
26.04.2024																													
Regenrückhaltebecken 4		GB-4, B-5																											
Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (Dezember 2013)																													
<p>Bemessungsvolumen RRB [m³]: $V_{S,U} = [r_{(D,n)} - q_{Dr,R,u}] \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06$</p> <p style="text-align: center;">$V = V_{S,U} \cdot A_u (\psi_m)$</p> <p>mit:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;">V_{S,U} =</td> <td>spezifisches Speichervolumen bezogen auf A_u [m³/ha]</td> </tr> <tr> <td>V =</td> <td>erf. Speichervolumen des RRR [m³]</td> </tr> <tr> <td>q_{Dr,R,u} =</td> <td>Drosselabflussspende bezogen auf A_u [l/s/ha]</td> </tr> <tr> <td>r_(D,n) =</td> <td>Maßgebende Regenspende [l/s/ha]</td> </tr> <tr> <td>D =</td> <td>Dauerstufe [min]</td> </tr> <tr> <td>A_u =</td> <td>undurchlässige Fläche [m²]</td> </tr> <tr> <td>D =</td> <td>Dauer des Bemessungsregens [min]</td> </tr> <tr> <td>ψ_m =</td> <td>Mittlerer Abflussbeiwerte (-)</td> </tr> <tr> <td>f_A =</td> <td>Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)</td> </tr> <tr> <td>n =</td> <td>Überschreitungshäufigkeit in 1/a</td> </tr> <tr> <td>f₁ =</td> <td>Hilfsfunktion</td> </tr> <tr> <td>t_f =</td> <td>Fließzeit in min</td> </tr> <tr> <td>f_Z =</td> <td>Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2</td> </tr> </table>				V _{S,U} =	spezifisches Speichervolumen bezogen auf A _u [m³/ha]	V =	erf. Speichervolumen des RRR [m³]	q _{Dr,R,u} =	Drosselabflussspende bezogen auf A _u [l/s/ha]	r _(D,n) =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	D =	Dauerstufe [min]	A _u =	undurchlässige Fläche [m²]	D =	Dauer des Bemessungsregens [min]	ψ _m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)	f _A =	Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)	n =	Überschreitungshäufigkeit in 1/a	f ₁ =	Hilfsfunktion	t _f =	Fließzeit in min	f _Z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2
V _{S,U} =	spezifisches Speichervolumen bezogen auf A _u [m³/ha]																												
V =	erf. Speichervolumen des RRR [m³]																												
q _{Dr,R,u} =	Drosselabflussspende bezogen auf A _u [l/s/ha]																												
r _(D,n) =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]																												
D =	Dauerstufe [min]																												
A _u =	undurchlässige Fläche [m²]																												
D =	Dauer des Bemessungsregens [min]																												
ψ _m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)																												
f _A =	Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)																												
n =	Überschreitungshäufigkeit in 1/a																												
f ₁ =	Hilfsfunktion																												
t _f =	Fließzeit in min																												
f _Z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2																												
Eingabedaten																													
Flächen:	gesamt	[ha]	ψ _m [-]	undurchl.	[ha]																								
	A _E =	1,062	0,90	A _u mit ψ _m =	0,955																								
Abminderungsfaktor		f _A =	1,00																										
Drosselabfluss		Q _{Dr} =	10,00 l/s																										
Drosselabflussspende bezogen auf A _i		q _{Dr,R,u} =	10,47 l/s/ha																										
Zuschlagsfaktor Risiko		f _Z =	1,20																										
Bemessung Regenrückhaltevolumen																													
Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158																													
n [1/a]	0,1 (T = 10a)																												
D [min]	r _{D,10} [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V _{S,U} [m³/ha]	V [m³]	V [m³] mit Toleranz																								
5	330	16	115	110	128																								
10	221,7	19	152	145	174																								
15	171,1	20	173	166	201																								
20	141,7	21	189	181	221																								
30	107,2	22	209	200	248																								
45	80,7	22	228	217	272																								
60	65,8	21	239	228	285																								
90	49,3	20	252	240	301																								
120	40,0	19	255	244	307																								
180	29,7	18	249	238	304																								
240	24,1	18	236	225	297																								
360	17,9	17	193	184	259																								
540	13,2	16	106	102	180																								

720	10,7	16	12	12	96
1080	7,9	16	-200	-191	-97
1440	6,4	16	-422	-403	-301
2880	3,8	18	-1383	-1321	-1185
4320	2,9	20	-2354	-2249	-2076
5760	2,3	22	-3387	-3236	-3035
7200	2,0	23	-4389	-4193	-3966
8640	1,7	24	-5454	-5210	-4968
10080	1,5	25	-6508	-6218	-5958
Ergebnis					
Bemessungsvolumen V [m³] =				244	307
vorhandenes Rückhaltevolumen [m³] =				338	338

Vorhaben:																													
ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBO)		Unterlage 12.02.001																											
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733																													
26.04.2024																													
Regenrückhaltebecken 5		FB-6																											
Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (Dezember 2013)																													
<p>Bemessungsvolumen RRB [m³]: $V_{S,U} = [r_{(D,n)} - q_{Dr,R,u}] \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06$</p> <p style="text-align: center;">$V = V_{S,U} \cdot A_u (\psi_m)$</p> <p>mit:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;">V_{S,U} =</td> <td style="width: 15%;">spezifisches Speichervolumen bezogen auf A_u [m³/ha]</td> </tr> <tr> <td>V =</td> <td>erf. Speichervolumen des RRR [m³]</td> </tr> <tr> <td>q_{Dr,R,u} =</td> <td>Drosselabflussspende bezogen auf A_u [l/s/ha]</td> </tr> <tr> <td>r_(D,n) =</td> <td>Maßgebende Regenspende [l/s/ha]</td> </tr> <tr> <td>D =</td> <td>Dauerstufe [min]</td> </tr> <tr> <td>A_u =</td> <td>undurchlässige Fläche [m²]</td> </tr> <tr> <td>D =</td> <td>Dauer des Bemessungsregens [min]</td> </tr> <tr> <td>ψ_m =</td> <td>Mittlerer Abflussbeiwerte (-)</td> </tr> <tr> <td>f_A =</td> <td>Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)</td> </tr> <tr> <td>n =</td> <td>Überschreitungshäufigkeit in 1/a</td> </tr> <tr> <td>f₁ =</td> <td>Hilfsfunktion</td> </tr> <tr> <td>t_f =</td> <td>Fließzeit in min</td> </tr> <tr> <td>f_Z =</td> <td>Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2</td> </tr> </table>				V _{S,U} =	spezifisches Speichervolumen bezogen auf A _u [m³/ha]	V =	erf. Speichervolumen des RRR [m³]	q _{Dr,R,u} =	Drosselabflussspende bezogen auf A _u [l/s/ha]	r _(D,n) =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	D =	Dauerstufe [min]	A _u =	undurchlässige Fläche [m²]	D =	Dauer des Bemessungsregens [min]	ψ _m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)	f _A =	Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)	n =	Überschreitungshäufigkeit in 1/a	f ₁ =	Hilfsfunktion	t _f =	Fließzeit in min	f _Z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2
V _{S,U} =	spezifisches Speichervolumen bezogen auf A _u [m³/ha]																												
V =	erf. Speichervolumen des RRR [m³]																												
q _{Dr,R,u} =	Drosselabflussspende bezogen auf A _u [l/s/ha]																												
r _(D,n) =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]																												
D =	Dauerstufe [min]																												
A _u =	undurchlässige Fläche [m²]																												
D =	Dauer des Bemessungsregens [min]																												
ψ _m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)																												
f _A =	Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)																												
n =	Überschreitungshäufigkeit in 1/a																												
f ₁ =	Hilfsfunktion																												
t _f =	Fließzeit in min																												
f _Z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2																												
Eingabedaten																													
Flächen:	gesamt	[ha]	ψ _m [-]	undurchl.	[ha]																								
	A _E =	1,043	0,90	A _u mit ψ _m =	0,939																								
Abminderungsfaktor		f _A =	1,00																										
Drosselabfluss		Q _{Dr} =	10,00 l/s																										
Drosselabflussspende bezogen auf A _i		q _{Dr,R,u} =	10,66 l/s/ha																										
Zuschlagsfaktor Risiko		f _Z =	1,20																										
Bemessung Regenrückhaltevolumen																													
Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158																													
n [1/a]	0,1 (T = 10a)																												
D [min]	r _{D,10} [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V _{S,U} [m³/ha]	V [m³]	V [m³] mit Toleranz																								
5	330	16	115	108	126																								
10	221,7	19	152	143	171																								
15	171,1	20	173	163	197																								
20	141,7	21	189	177	217																								
30	107,2	22	209	196	244																								
45	80,7	22	227	213	267																								
60	65,8	21	238	224	280																								
90	49,3	20	250	235	295																								
120	40,0	19	254	238	300																								
180	29,7	18	247	232	297																								
240	24,1	18	232	218	288																								
360	17,9	17	188	176	250																								
540	13,2	16	99	93	170																								

720	10,7	16	2	2	85
1080	7,9	16	-214	-201	-109
1440	6,4	16	-441	-414	-314
2880	3,8	18	-1421	-1334	-1201
4320	2,9	20	-2412	-2264	-2095
5760	2,3	22	-3465	-3252	-3055
7200	2,0	23	-4487	-4211	-3987
8640	1,7	24	-5571	-5228	-4990
10080	1,5	25	-6644	-6236	-5980
Ergebnis					
Bemessungsvolumen V [m³] =				238	300
vorhandenes Rückhaltevolumen [m³] =				325	325

Vorhaben:				<div><div>DB</div><div>DEGES</div></div>	
ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBO)				Unterlage 12.02.001	
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733					
				26.04.2024	
				Regenrückhaltebecken 6 FB-7, FB-8, FUB-9	
Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (Dezember 2013)					
Bemessungsvolumen RRB [m³]: <div>$V_{S,U} = [r_{(D,n)} - q_{Dr,R,u}] \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06$$V = V_{S,U} \cdot A_u (\psi_m)$</div>					
mit: <div><div><div>$V_{S,U}$</div><div>V</div><div>$q_{Dr,R,u}$</div><div>$r_{(D,n)}$</div><div>D</div><div>A_u</div><div>D</div><div>ψ_m</div><div>f_A</div><div>n</div><div>f_1</div><div>t_f</div><div>f_Z</div></div><div><div>spezifisches Speichervolumen bezogen auf A_u [m³/ha]</div><div>erf. Speichervolumen des RRR [m³]</div><div>Drosselabflussspende bezogen auf A_u [l/s/ha]</div><div>Maßgebende Regenspende [l/s/ha]</div><div>Dauerstufe [min]</div><div>undurchlässige Fläche [m²]</div><div>Dauer des Bemessungsregens [min]</div><div>Mittlerer Abflussbeiwerte (-)</div><div>Abminderungsfaktor (DWA-A 117, Anhang B)</div><div>Überschreitungshäufigkeit in 1/a</div><div>Hilfsfunktion</div><div>Fließzeit in min</div><div>Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2</div></div></div>					
Eingabedaten					
Flächen: <div><div><div>gesamt</div><div>[ha]</div><div>ψ_m [-]</div><div>undurchl.</div><div>[ha]</div></div><div><div>A_E</div><div>7,645</div><div>0,37</div><div>A_u mit ψ_m</div><div>2,864</div></div></div>					
Abminderungsfaktor <div><div>f_A</div><div>1,00</div></div>					
Drosselabflussspende bezogen auf A_1 <div><div>q_{Dr}</div><div>1,20 l/s/ha A_E</div></div>					
Drosselabfluss <div><div>Q_{Dr}</div><div>9,17 l/s</div></div>					
Drosselabflussspende bezogen auf A_u <div><div>$q_{Dr,R,u}$</div><div>3,20 l/s/ha</div></div>					
Zuschlagsfaktor Risiko <div><div>f_Z</div><div>1,20</div></div>					
Bemessung Regenrückhaltevolumen					
Kostr-DWD-2020; Z 64, S 158					
<div><div><div><div>n [1/a]</div><div>0,1 (T = 10a)</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>D [min]</div><div>$r_{D,10}$ [l/(s ha)]</div><div>Toleranz [%]</div><div>$V_{S,U}$ [m³/ha]</div><div>V [m³]</div><div>V [m³] mit Toleranz</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>5</div><div>330</div><div>16</div><div>118</div><div>337</div><div>391</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>10</div><div>221,7</div><div>19</div><div>157</div><div>451</div><div>537</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>15</div><div>171,1</div><div>20</div><div>181</div><div>519</div><div>625</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>20</div><div>141,7</div><div>21</div><div>199</div><div>571</div><div>694</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>30</div><div>107,2</div><div>22</div><div>225</div><div>643</div><div>789</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>45</div><div>80,7</div><div>22</div><div>251</div><div>719</div><div>884</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>60</div><div>65,8</div><div>21</div><div>270</div><div>775</div><div>945</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>90</div><div>49,3</div><div>20</div><div>299</div><div>856</div><div>1039</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>120</div><div>40,0</div><div>19</div><div>318</div><div>911</div><div>1099</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>180</div><div>29,7</div><div>18</div><div>343</div><div>984</div><div>1182</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>240</div><div>24,1</div><div>18</div><div>361</div><div>1034</div><div>1249</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>360</div><div>17,9</div><div>17</div><div>381</div><div>1091</div><div>1317</div></div></div></div>					
<div><div><div><div>540</div><div>13,2</div><div>16</div><div>389</div><div>1113</div><div>1348</div></div></div></div>					

720	10,7	16	389	1113	1367
1080	7,9	16	365	1046	1328
1440	6,4	16	331	949	1253
2880	3,8	18	124	354	761
4320	2,9	20	-94	-270	247
5760	2,3	22	-375	-1073	-472
7200	2,0	23	-624	-1786	-1103
8640	1,7	24	-935	-2678	-1951
10080	1,5	25	-1236	-3540	-2761
Ergebnis					
Bemessungsvolumen V [m³] =				1.113	1.367
vorhandenes Rückhaltevolumen [m³] =				1424	1424



Emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer

Projektbezeichnung:

Kombinierter Absenktunnel Fehmarnsund - RRB 2

Flächenangaben bebauter oder befestigter Flächen:					
Teil- flächen	Flächenbezeichnung	Flächen- gruppe (nach Anh. A DWA-A 102-2)	Belastungs- kategorie (nach Anhang A DWA-A 102-2)	flächenspez. Stoffabtrag	Stoffabtrag Teilfläche
$A_{b,a,i}$ [m²]		(Kurzzeichen)	I, II, III	$b_{R,a,AFS63,i}$ [kg/(ha*a)]	$B_{R,a,AFS63,i}$ [kg/a]
5730	Planum (Schotteroberbau)	BG1	I	280	160,4
2320	Böschung Bahn	BG1	I	280	65,0
28805	Grünflächen Bahn	BG1	I	280	806,5
405	Schotteroberbau Weg Pumpenschacht	V1	I	280	11,3
471	Böschung Weg Pumpenschacht	V1	I	280	13,2
1011	Grünflächen Weg Pumpenschacht	V1	I	280	28,3
2060	Betriebsweg Straße	V1	I	280	57,7
40.802 m²					Σ 1142,5 kg/a

Ermittlung des erforderlichen Wirkungsgrades der Behandlungsanlage:			
Summe der angeschlossenen befestigten Flächen:	$A_{b,a}$	4,080	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes:	$B_{R,a,AFS63}$	1142,5	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betr. Gebietes:	$b_{R,a,AFS63}$	280,0	kg/(ha*a)
erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme:	η_{erf}	0,00	%
<i>Eine Behandlung des gesammelten Niederschlagswassers ist nicht zwingend erforderlich, da der flächenspezifische Stoffabtrag AFS63 280 kg/(ha*a) unterschreitet</i>			

Nachweis der Wirksamkeit der Behandlungsmaßnahmen:			
Art der Behandlungsanlage:	keine Behandlung vorgesehen		
Zusatzbeschreibung bei Sonderformen:			
Wirksamkeit des Stoffrückhaltes der Behandlungsmaßn.): (keine Behandlungsanlage vorhanden)	$\eta_{\text{ges,AFS63}}$		%
flächenspezifischer jährl. Stoffaustrag AFS63 nach Behandlung:	$b_{R,e,AFS63}$	280,0	kg/(ha*a)

280 kg/(ha*a) ≤ 280 kg/(ha*a) - Nachweis erbracht



Emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer

Projektbezeichnung:

Kombinierter Absenktunnel Fehmarnsund - RRB 3

Flächenangaben bebauter oder befestigter Flächen:					
Teil- flächen	Flächenbezeichnung	Flächen- gruppe (nach Anh. A DWA-A 102-2)	Belastungs- kategorie (nach Anhang A DWA-A 102-2)	flächenspez. Stoffabtrag	Stoffabtrag Teilfläche
$A_{b,a,i}$ [m ²]		(Kurzzeichen)	I, II, III	$b_{R,a,AFS63,i}$ [kg/(ha*a)]	$B_{R,a,AFS63,i}$ [kg/a]
8703	Planum Trog (Schotteroberbau)	BG1	I	280	243,7
Σ 8.703 m²					Σ 243,7 kg/a

Ermittlung des erforderlichen Wirkungsgrades der Behandlungsanlage:			
Summe der angeschlossenen befestigten Flächen:	$A_{b,a}$	0,870	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes:	$B_{R,a,AFS63}$	243,7	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betr. Gebietes:	$b_{R,a,AFS63}$	280,0	kg/(ha*a)
erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme:	η_{erf}	0,00	%
<i>Eine Behandlung des gesammelten Niederschlagswassers ist nicht zwingend erforderlich, da der flächenspezifische Stoffabtrag AFS63 280 kg/(ha*a) unterschreitet</i>			

Nachweis der Wirksamkeit der Behandlungsanlage:			
Art der Behandlungsanlage:	keine Behandlung vorgesehen		
Zusatzbeschreibung bei Sonderformen:			
Wirksamkeit des Stoffrückhaltes der Behandlungsanlage(n): (keine Behandlungsanlage vorhanden)	$\eta_{\text{ges,AFS63}}$	0	%
flächenspezifischer jährl. Stoffaustrag AFS63 nach Behandlung:	$b_{R,e,AFS63}$	280,0	kg/(ha*a)

280 kg/(ha*a) ≤ 280 kg/(ha*a) - Nachweis erbracht



Emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer

Projektbezeichnung:
Kombinierter Absenktunnel Fehmarnsund - RRB 4
Flächenangaben bebauter oder befestigter Flächen:

Teil- flächen	Flächenbezeichnung	Flächen- gruppe (nach Anh. A DWA-A 102-2)	Belastungs- kategorie (nach Anhang A DWA-A 102-2)	flächenspez. Stoffabtrag	Stoffabtrag Teilfläche
$A_{b,a,i}$ [m²]		(Kurzzeichen)	I, II, III	$b_{R,a,AFS63,i}$ [kg/(ha*a)]	$B_{R,a,AFS63,i}$ [kg/a]
6541	Planum Trog (Schotteroberbau)	BG1	I	280	183,1
2755	Planum Trog (Feste Fahrbahn)	BG2	II	530	146,0
100	Tunnel (Feste Fahrbahn)	BG2	II	530	5,3
1219	Zufahrt Rettungsplatz	V2	II	530	64,6
10.615 m²					Σ 399,1 kg/a

Ermittlung des erforderlichen Wirkungsgrades der Behandlungsanlage:

Summe der angeschlossenen befestigten Flächen:	$A_{b,a}$	1,062	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes:	$B_{R,a,AFS63}$	399,1	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betr. Gebietes:	$b_{R,a,AFS63}$	375,9	kg/(ha*a)
erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme:	η_{erf}	25,52	%

Eine Behandlung des gesammelten Niederschlagswassers ist erforderlich!
Nachweis der Wirksamkeit der Behandlungsanlage:

Art der Behandlungsanlage:	Sonderform		
Zusatzbeschreibung bei Sonderformen:	Absetzbecken, RiStWag-Anlage		
Wirksamkeit des Stoffrückhaltes der Behandlungsanlage(n): (Übernahme $h_{\text{ges},AFS63}$ aus Herstellerangaben)	$\eta_{\text{ges},AFS63}$	70	%
flächenspezifischer jährl. Stoffaustrag AFS63 nach Behandlung:	$b_{R,e,AFS63}$	113,0	kg/(ha*a)

113 kg/(ha*a) ≤ 280 kg/(ha*a) - Nachweis erbracht



Emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer

Projektbezeichnung:
Kombinierter Absenktunnel Fehmarnsund - RRB 5
Flächenangaben bebauter oder befestigter Flächen:

Teil- flächen	Flächenbezeichnung	Flächen- gruppe (nach Anh. A DWA-A 102-2)	Belastungs- kategorie (nach Anhang A DWA-A 102-2)	flächenspez. Stoffabtrag	Stoffabtrag Teilfläche
$A_{b,a,i}$ [m²]		(Kurzzeichen)	I, II, III	$b_{R,a,AFS63,i}$ [kg/(ha*a)]	$B_{R,a,AFS63,i}$ [kg/a]
6307	Planum Trog (Schotteroberbau)	BG1	I	280	176,6
2841	Planum Trog (Feste Fahrbahn)	BG2	II	530	150,6
1280	Zufahrt Rettungsplatz	V2	II	530	67,8
10.428 m²					Σ 395, kg/a

Ermittlung des erforderlichen Wirkungsgrades der Behandlungsanlage:

Summe der angeschlossenen befestigten Flächen:	$A_{b,a}$	1,043	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes:	$B_{R,a,AFS63}$	395,0	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betr. Gebietes:	$b_{R,a,AFS63}$	378,8	kg/(ha*a)
erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme:	η_{erf}	26,08	%

Eine Behandlung des gesammelten Niederschlagswassers ist erforderlich!
Nachweis der Wirksamkeit der Behandlungsanlage:

Art der Behandlungsanlage:	Sonderform		
Zusatzbeschreibung bei Sonderformen:	Absetzbecken, RiStWag-Anlage		
Wirksamkeit des Stoffrückhaltes der Behandlungsanlage(n): (Übernahme $h_{\text{ges},AFS63}$ aus Herstellerangaben)	$\eta_{\text{ges},AFS63}$	70	%
flächenspezifischer jährl. Stoffaustrag AFS63 nach Behandlung:	$b_{R,e,AFS63}$	114,0	kg/(ha*a)

114 kg/(ha*a) ≤ 280 kg/(ha*a) - Nachweis erbracht



Emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer

Projektbezeichnung:
Kombinierter Absenktunnel Fehmarnsund - RRB 6
Flächenangaben bebauter oder befestigter Flächen:

Teil- flächen	Flächenbezeichnung	Flächen- gruppe (nach Anh. A DWA-A 102-2)	Belastungs- kategorie (nach Anhang A DWA-A 102-2)	flächenspez. Stoffabtrag	Stoffabtrag Teilfläche
$A_{b,a,i}$ [m²]		(Kurzzeichen)	I, II, III	$b_{R,a,AFS63,i}$ [kg/(ha*a)]	$B_{R,a,AFS63,i}$ [kg/a]
17983	Planum (Schotteroberbau)	BG1	I	280	503,5
36218	Böschung Bahn	BG1	I	280	1014,1
15340	Grünflächen Bahn	BG1	I	280	429,5
433	Randweg Stützwand	BG1	I	280	12,1
5050	Planum Trog (Schotteroberbau)	BG1	I	280	141,4
1427	Straße	V1	I	280	40,0
76.451 m²					Σ 2140,6 kg/a

Ermittlung des erforderlichen Wirkungsgrades der Behandlungsanlage:

Summe der angeschlossenen befestigten Flächen:	$A_{b,a}$	7,645	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes:	$B_{R,a,AFS63}$	2140,6	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betr. Gebietes:	$b_{R,a,AFS63}$	280,0	kg/(ha*a)
erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme:	η_{erf}	0,00	%

*Eine Behandlung des gesammelten Niederschlagswassers ist nicht zwingend erforderlich,
da der flächenspezifische Stoffabtrag AFS63 280 kg/(ha*a) unterschreitet*

Nachweis der Wirksamkeit der Behandlungsmaßnahmen:

Art der Behandlungsanlage:	keine Behandlung vorgesehen		
Zusatzbeschreibung bei Sonderformen:			
Wirksamkeit des Stoffrückhaltes der Behandlungsmaßn.): (keine Behandlungsanlage vorhanden)	$\eta_{\text{ges,AFS63}}$		%
flächenspezifischer jährl. Stoffaustrag AFS63 nach Behandlung:	$b_{R,e,AFS63}$	280,0	kg/(ha*a)

280 kg/(ha*a) ≤ 280 kg/(ha*a) - Nachweis erbracht

26.04.2024

Düker Großbrode

Bemessungsgleichung nach u. DWA-A 110 (August 2006) u. DWA-A 112 (August 2007)

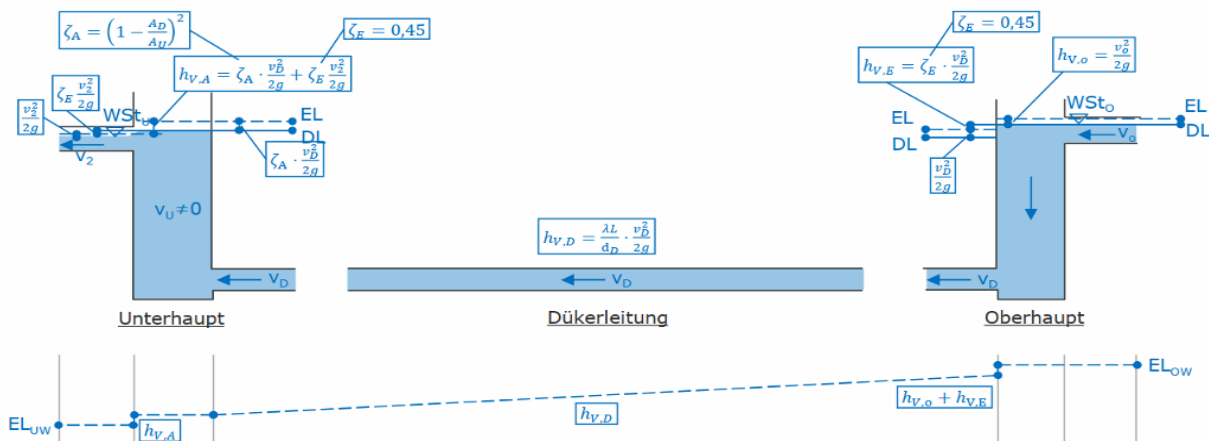
Gesamtverlusthöhe h_v [m]:

$$h_v = h_e + h_r + h_a$$

$$h_e = h_{v,o} + h_{v,E} = \frac{v_o^2}{2g} + \zeta_E \cdot \frac{v_D^2}{2g}$$

$$h_r = \frac{\lambda L}{d_D} \cdot \frac{v_D^2}{2g}$$

$$h_a = h_{v,A} = \zeta_A \cdot \frac{v_D^2}{2g} + \zeta_E \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$



mit:

- h_e = Örtliche Verlusthöhe Einlauf in Dükeroberhaupt [m]
 h_r = Rohrreibungsverluste Dükerstrecke [m]
 h_a = Örtliche Verlusthöhe Auslauf aus Dükerunterhaupt [m]
 v_o = Fließgeschwindigkeit beim Einlauf ins Dükeroberhaupt [m/s]
 v_D = Fließgeschwindigkeit im Düker [m/s]
 v_2 = Fließgeschwindigkeit beim Auslauf aus Dükerunterhaupt [m/s]
 g = Erdbeschleunigung = 9,81 m/s²
 λ = Reibungsverlustbeiwert [-], mit:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(2,7 \cdot \frac{(\lg(Re))^{1,2}}{Re} + \frac{k/d}{3,71} \right)$$

Re = Reynolds-Zahl [-], mit:

$$Re = \frac{v_D \cdot d_D}{\nu}$$

 ν = Viskosität Wasser, ca. 1,3 x 10⁻⁶ m²/s ζ_E = Verlustbeiwert Einlauf = 0,45 [-] ζ_A = Verlustbeiwert Austritt [-], mit:

$$\zeta_A = \left(1 - \frac{A_D}{A_U} \right)^2$$

 A_D, A_U = Querschnittsfläche Düker und Dükerunterhaupt [m²] k_b = Betriebliche Rauheit, 0,25 mm nach DWA-A 110

Eingabedaten

Geometrie Bauwerke:	Durchmesser	DN [mm]	[m]	Querschnittsfläche	[m ²]
	$d_{\text{Düker}} =$	800	0,80	$A_{\text{Düker}} =$	0,503
	$d_{\text{Oberhaupt}} =$	2000	2,00	$A_{\text{Oberhaupt}} =$	3,142
	$d_{\text{Unterhaupt}} =$	2000	2,00	$A_{\text{Unterhaupt}} =$	3,142
(Teilfüllung)	$d_{\text{Zulauf}} =$	600	0,60	$A_{\text{Zulauf}} =$	0,283
(Teilfüllung)	$d_{\text{U Auslauf}} =$	600	0,60	$A_{\text{Auslauf}} =$	0,283
Dükerlänge:	$L_{\text{Düker}} =$		19,43		

Bemessungsabfluss:		[l/s]	[m³/s]		
Q _{BaseCase}	=	202,0	0,202		
Q _{WorstCase}	=	373,5	0,374		
Hydraulische Verlustberechnung					
	h_e		h_r	h_a	h_v [m]
	h _{v,o} [m]	h _{v,e} [m]	[m]	[m]	
Mid Case (T = 10a)	0,132	0,004	0,004	0,065	0,205
Worst Case (T = 10a)	0,173	0,013	0,011	0,098	0,295
Ergebnis - Wasserstand im Oberhaupt					
$W_{Oberhaupt} = W_{Unterhaupt} + h_{v,e} + h_r + h_a$					
	W _{Unterhaupt} [m]	h _{v,e} [m]	h _r [m]	h _a [m]	W _{Oberhaupt} [m]
Mid Case (T = 10a)	1,595	0,004	0,004	0,065	1,667
Worst Case (T = 10a)	1,724	0,013	0,011	0,098	1,846

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

Unterlage 12.02.001

20.01.2025

Flächenanalyse

Eingangsdaten für Mulden-Rigolen Bemessung

Flächenanalyse Einzugsgebiete (EZG)

Drosselabflussspende $q_{Dr} = 1,2 \text{ l/(s ha)}$

EZG-Nr.	Beschreibung EZG	Fläche EZG A_E [ha]	Art der Fläche	Abflussbeiwert		Undurchlässige Fläche		Drosselabfluss Q_{Dr} [l/s]
				C_m [-]	C_s [-]	AC_m [ha]	AC_s [ha]	
8	GUB-4 Deichböschung binnen (westl. Teil)	0,71	Böschung (Klei)	0,8	0,9	0,57	0,64	0,85
7	GUB-4 Betriebsfläche Portal West	0,71	größtent. befestigt	0,38	0,51	0,27	0,36	0,86
6	GUB-4 DVS inkl. Graben u. Restfläche zu T	0,82	Asphalt/Grünfläche	0,57	0,67	0,47	0,56	0,99
5	GUB-3 Rückstaufläche	2,89	Grünfläche	0,13	0,2	0,39	0,66	3,47
4	GUB-2 Deichböschung binnen (östl. Teil)	0,05	Böschung (Klei)	0,8	0,9	0,04	0,04	0,06
3	GUB-2 Betriebsfläche Portal Ost	0,11	befestigt (Asphalt)	0,9	1	0,10	0,11	0,14
2	GUB-2 Restfläche Ost	14,83	Grünfläche/Wege	0,13	0,23	1,98	3,46	17,79
1	RRB3	0,87	Bahntrog			0,00	0,00	1,04
		21,00				3,82	5,83	25,20

Teilflächen		A_E [ha]	Anteil an ges.-EZG	C_m [-]	AC_m [ha]	C_s [-]	AC_s [ha]
8-1	Deichböschung im Bereich Portal (West)	0,07	10%	0,80	0,06	0,90	0,07
8-2	Deichböschung zw. Portal u. Düker	0,39	55%	0,80	0,31	0,90	0,35
8-3	Deichböschung südl. Düker	0,24	34%	0,80	0,20	0,90	0,22
DVS etc. zw. Portal und Düker		0,57	69%	0,57	0,33	0,67	0,38
6-2	DVS etc. südl. Düker	0,26	31%	0,57	0,15	0,67	0,17
2-1	Restfläche Ost (nördl. Düker)	7,60	51%	0,13	1,01	0,23	1,77
2-2	Restfläche Ost (südl. Düker)	7,23	49%	0,13	0,96	0,23	1,69

Mulden-Rigole 1 Nördl. Düker

Teilflächen		A_E [ha]	AC_m [ha]	AC_s [ha]
8-1	Deichböschung im Bereich Portal (West)	0,07	0,06	0,07
8-2	Deichböschung zw. Portal u. Düker	0,39	0,31	0,35
7	Betriebsfläche Portal West	0,71	0,27	0,36
6-1	DVS etc. zw. Portal und Düker	0,57	0,33	0,38
		1,75	0,97	1,17

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde/Deichgraben	Oberflächenentwässerung	500/2/0,4 m (L/B/H)
Rigole	Regenrückhalt für Drossel	500/2,4/1,2 m (L/B/H)
Sickerrohr Rigole	Regenrückhalt für Drossel	DN 150

Mulden-Rigole 2 Südl. Düker

Teilflächen		A_E [ha]	AC_m [ha]	AC_s [ha]
8-3	Deichböschung südl. Düker	0,24	0,20	0,22
6-2	DVS etc. südl. Düker	0,26	0,15	0,17
		0,50	0,34	0,39

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde/Deichgraben	Oberflächenentwässerung	360/2/0,4 m (L/B/H)
Rigole	Regenrückhalt für Drossel	200/2,4/1,2 m (L/B/H)
Sickerrohr Rigole	Regenrückhalt für Drossel	DN 150

Mulden-Rigole 3 Nördl. Düker Länge 505 m

Teilflächen		A_E [ha]	AC_m [ha]	AC_s [ha]
4	Deichböschung binnen (östl. Teil)	0,05	0,04	0,04
3	Betriebsfläche Portal Ost	0,11	0,10	0,11
2-1	Restfläche Ost (nördl. Düker)	7,60	1,01	1,77
		7,76	1,15	1,93

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde	Oberflächenentwässerung	500/1,5/0,4 m (L/B/H)
Rigole	Regenrückhalt für Drossel	35,4/2,4/1,2 m (L/B/H)

Mulden-Rigole 4 Südl. Düker Länge 480 m

Teilflächen		A_E [ha]	AC_m [ha]	AC_s [ha]
2-2	Restfläche Ost (südl. Düker)	7,23	0,96	1,69
		7,23	0,96	1,69

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde	Oberflächenentwässerung	480/1,5/0,4 m (L/B/H)
Rigole	Regenrückhalt für Drossel	43,2/2,4/1,2 m (L/B/H)

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733



Unterlage 12.02.001

20.01.2025

Flächenanalyse

Eingangsdaten für Mulden-Rigolen Bemessung

Mulde / Versickerungsbecken

Angeschlossene EZG		A _E [ha]	AC _m [ha]	AC _s [ha]
5	Rückstaufläche	2,89	0,39	0,66
		2,89	0,39	0,66

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde/Sickerbecken	Regenrückhalt für Drossel	30/15/0,3 m (L/B/H)
Durchlass/Transp.leitun	Einlauf Düker	DN 500

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

Unterlage 12.02.00

20.01.2025

Rigole EZG 6-8 nördl. Düker

Bemessungsgleichung nach DWA-A 138-1 (Oktober 2024) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)

$$V_R = [AC \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - [(b_R + h_R) \cdot L_R + b_R \cdot h_R] \cdot k_i - Q_{Dr/Rohr} \cdot 10^{-3}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$V_{ÜFN} = [AC \cdot r_{D(n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 60$$

mit:	$V_R =$	Volumen Rigole [m³]	$b_R =$	Breite Rigole [m]
	$V_{ÜFN} =$	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	$l_R =$	Länge Rigole [m]
	$r_{D(n)} =$	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	$h_R =$	Höhe Rigole [m]
	$A_E =$	Gesamte angeschlossene Fläche [m²]	$Q_S =$	Versickerungsrate [l/s]
	$AC_m =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_m [m²]	$q_{Dr} =$	Drosselabflußspende [l/s/ha A_E]
	$AC_s =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_s [m²]	$Q_{Dr} =$	Drosselabfluß [l/s]
	$C_m =$	Mittlerer Abflussbeiwert (-)	$Q_{Rohr} =$	max. Rohrablauf [l/s]
	$C_s =$	Spitzenabflussbeiwert (-)	$k_i \sim 0,7 \cdot k_{f,U} =$	Durchlässigkeit Untergrund [m/s]
	$f_z =$	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2		

Eingabedaten

gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]
$A_E =$	1,7473	0,55	$AC_m =$	0,9691
			$AC_s =$	1,1653

Durchlässigkeit Untergrund	$k_i =$	7,00E-08 m/s	$k_{f,U} =$	1,00E-07 m/s
Abmessungen Rigole	$b_R =$	2,4 m	$S_R =$	0,35 Speicherkoeffizient
	$l_R =$	500,0 m	$S_{RR} =$	0,38 Gesamtspeicherkoeffizient
	$h_R =$	1,2 m	Aushubvol. =	1440 m³
Versickerungsrate	$Q_S =$	0,13 l/s		
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	2,10 l/s	$q_{Dr} =$	1,20 l/s/ha A_E
Rohrabfluß (Überlauf)	$Q_{Rohr} =$	343,2 l/s	$d_{i,Überlauf} =$	400 mm Rohrdurchmesser
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z =$	1,20	$I_{x,Überlauf} =$	20 ‰

Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik

Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158

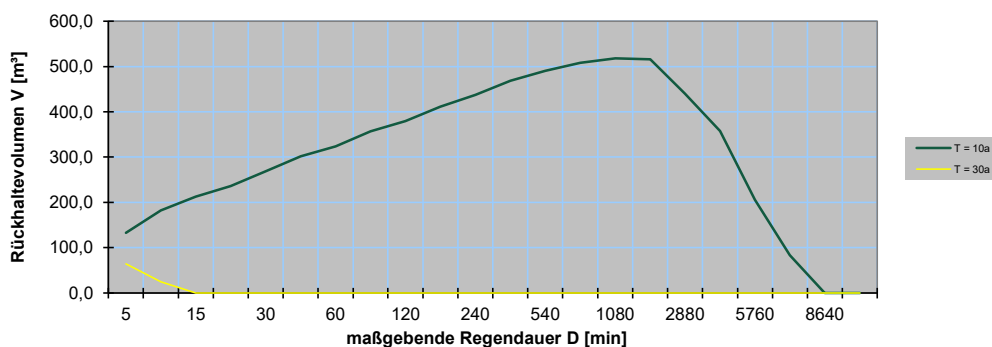
Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100

n [1/a]	0,1 (T = 10a)			0,03 (T = 30a)		
D [min]	$r_{D;0.1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V_R [m³]	$r_{D;0.03}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{ÜFN}$ [m³]
5	330,0	16	132,8	410,0	17	64,71
10	221,7	19	182,5	275,0	20	24,75
15	171,1	20	212,5	213,3	22	0,00
20	141,7	21	236,1	175,8	23	0,00
30	107,2	22	269,0	133,3	23	0,00
45	80,7	22	301,9	100,7	23	0,00
60	65,8	21	323,7	81,9	23	0,00
90	49,3	20	357,1	61,3	22	0,00
120	40,0	19	379,4	49,7	21	0,00
180	29,7	18	411,4	36,9	20	0,00
240	24,1	18	437,8	29,9	19	0,00
360	17,9	17	468,5	22,2	18	0,00
540	13,2	16	490,5	16,5	18	0,00
720	10,7	16	508,3	13,3	17	0,00
1080	7,9	16	517,7	9,9	17	0,00
1440	6,4	16	515,5	8,0	17	0,00
2880	3,8	18	440,1	4,8	19	0,00
4320	2,9	20	357,6	3,5	20	0,00
5760	2,3	22	205,9	2,9	22	0,00
7200	2,0	23	83,5	2,4	23	0,00
8640	1,7	24	0,0	2,1	24	0,00
10080	1,5	25	0,0	1,9	25	0,00

Ergebnis

Bemessungsvolumen V_R [m³] =	517,7	Überflutungsvol. $V_{ÜFN}$ [m³] =	64,7
Spezif. Rigolenvolumen [m³] =	1.368,4	Spezif. Überflutungsvol. [m³] =	171,0
Einstau z_M [m] =	1,14	Einstau z_M [m] =	0,14
Entleerungszeit t_E [h] =	64,70	Entleerungszeit t_E [h] =	8,09

erf. Rigolenvolumen



Gewählt: Rigole 500/2,4/1,2 m (L/B/H) mit vorh. V = 545 m³

Alternativ: Füllkörperrigole (z.B. RigoFill) 300/1,6/1,05 m

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

Unterlage 12.02.00

20.01.2025

Rigole EZG 6-8 südl. Düker

Bemessungsgleichung nach DWA-A 138-1 (Oktober 2024) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)

$$V_R = [AC \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - [(b_R + h_R) \cdot L_R + b_R \cdot h_R] \cdot k_i - Q_{Dr/Rohr} \cdot 10^{-3}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$V_{ÜFN} = [AC \cdot r_{D(n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 60$$

mit:	$V_R =$	Volumen Rigole [m³]	$b_R =$	Breite Rigole [m]
	$V_{ÜFN} =$	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	$l_R =$	Länge Rigole [m]
	$r_{D(n)} =$	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	$h_R =$	Höhe Rigole [m]
	$A_E =$	Gesamte angeschlossene Fläche [m²]	$Q_S =$	Versickerungsrate [l/s]
	$AC_m =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_m [m²]	$q_{Dr} =$	Drosselabflußspende [l/s/ha A_E]
	$AC_S =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_S [m²]	$Q_{Dr} =$	Drosselabfluß [l/s]
	$C_m =$	Mittlerer Abflussbeiwert (-)	$Q_{Rohr} =$	max. Rohrablauf [l/s]
	$C_S =$	Spitzenabflussbeiwert (-)	$k_i \sim 0,7 \cdot k_{f,U} =$	Durchlässigkeit Untergrund [m/s]
	$f_z =$	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2		

Eingabedaten

gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]
$A_E =$	0,5011	0,68	$AC_m =$	0,3426
			$AC_S =$	0,3927

Durchlässigkeit Untergrund	$k_i =$	7,00E-08 m/s	$k_{f,U} =$	1,00E-07 m/s
Abmessungen Rigole	$b_R =$	2,4 m	$S_R =$	0,35 Speicherkoeffizient
	$l_R =$	200,0 m	$S_{RR} =$	0,38 Gesamtspeicherkoeffizient
	$h_R =$	1,2 m	Aushubvol. =	576 m³
Versickerungsrate	$Q_S =$	0,05 l/s		
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0,60 l/s	$q_{Dr} =$	1,20 l/s/ha A_E
Rohrabfluß (Überlauf)	$Q_{Rohr} =$	343,2 l/s	$d_{i,Überlauf} =$	400 mm Rohrdurchmesser
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z =$	1,20	$I_{x,Überlauf} =$	20 ‰

Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik

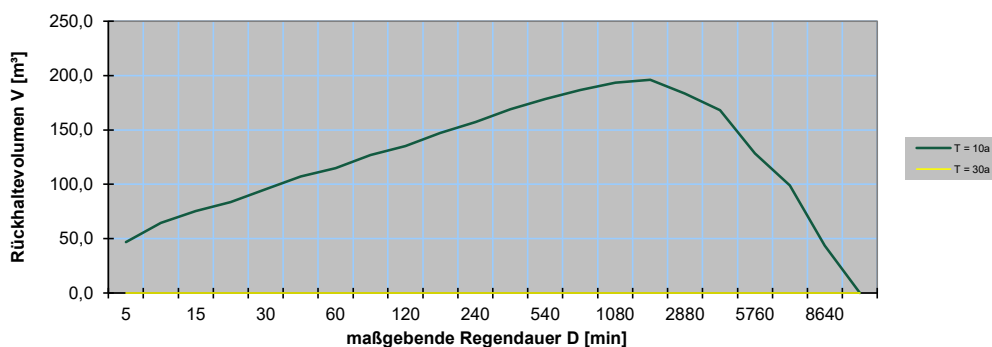
Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158

Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100

n [1/a]	0,1 (T = 10a)			0,03 (T = 30a)		
D [min]	$r_{D;0,1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V_R [m³]	$r_{D;0,03}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{ÜFN}$ [m³]
5	330,0	16	47,0	410,0	17	0,0
10	221,7	19	64,6	275,0	20	0,0
15	171,1	20	75,3	213,3	22	0,0
20	141,7	21	83,6	175,8	23	0,0
30	107,2	22	95,4	133,3	23	0,0
45	80,7	22	107,2	100,7	23	0,0
60	65,8	21	115,0	81,9	23	0,0
90	49,3	20	127,1	61,3	22	0,0
120	40,0	19	135,3	49,7	21	0,0
180	29,7	18	147,2	36,9	20	0,0
240	24,1	18	157,1	29,9	19	0,0
360	17,9	17	169,1	22,2	18	0,0
540	13,2	16	178,6	16,5	18	0,0
720	10,7	16	186,6	13,3	17	0,0
1080	7,9	16	193,4	9,9	17	0,0
1440	6,4	16	196,1	8,0	17	0,0
2880	3,8	18	183,4	4,8	19	0,0
4320	2,9	20	168,1	3,5	20	0,0
5760	2,3	22	128,3	2,9	22	0,0
7200	2,0	23	98,9	2,4	23	0,0
8640	1,7	24	43,7	2,1	24	0,0
10080	1,5	25	0,0	1,9	25	0,0

Ergebnis

Bemessungsvolumen V_R [m³] =	196,1	Überflutungsvol. $V_{ÜFN}$ [m³] =	0,0
Spezif. Rigolenvolumen [m³] =	518,3	Spezif. Überflutungsvol. [m³] =	0,0
Einstau z_M [m] =	1,08	Einstau z_M [m] =	0,00
Entleerungszeit t_E [h] =	83,56	Entleerungszeit t_E [h] =	0,00

erf. Rigolenvolumen

Gewählt: Rigole 200/2,4/1,2 m (L/B/H) mit vorh. V = 218 m³

Alternativ: Füllkörperrigole (z.B. RigoFill) 125/1,6/1,05 m

20.01.2025

Rigole EZG 2-4 nördl. Düker

Bemessungsgleichung nach DWA-A 138-1 (Oktober 2024) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)

$$V_R = [AC \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - [(b_R + h_R) \cdot L_R + b_R \cdot h_R] \cdot k_i - Q_{Dr/Rohr} \cdot 10^{-3}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$V_{ÜFN} = [AC \cdot r_{D(n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 60$$

mit:	$V_R =$	Volumen Rigole [m³]	$b_R =$	Breite Rigole [m]
	$V_{ÜFN} =$	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	$l_R =$	Länge Rigole [m]
	$r_{D(n)} =$	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	$h_R =$	Höhe Rigole [m]
	$A_E =$	Gesamte angeschlossene Fläche [m²]	$Q_S =$	Versickerungsrate [l/s]
	$AC_m =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_m [m²]	$q_{Dr} =$	Drosselabflußspende [l/s/ha A_E]
	$AC_S =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_S [m²]	$Q_{Dr} =$	Drosselabfluß [l/s]
	$C_m =$	Mittlerer Abflussbeiwert (-)	$Q_{Rohr} =$	max. Rohrablauf [l/s]
	$C_S =$	Spitzenabflussbeiwert (-)	$k_i \sim 0,7 \cdot k_{f,U} =$	Durchlässigkeit Untergrund [m/s]
	$f_z =$	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2		

Eingabedaten

gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]
$A_E =$	7,7640	0,15	$AC_m =$	1,1535
			$AC_S =$	1,9299

Durchlässigkeit Untergrund	$k_i =$	7,00E-08 m/s	$k_{f,U} =$	1,00E-07 m/s
Abmessungen Rigole	$b_R =$	4,0 m	$S_R =$	0,95 Speicherkoeffizient
	$l_R =$	35,4 m	$S_{RR} =$	0,95 Gesamtspeicherkoeffizient
	$h_R =$	1,32 m	Aushubvol. =	186,912 m³
Versickerungsrate	$Q_S =$	0,01 l/s		
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	9,32 l/s	$q_{Dr} =$	1,20 l/s/ha A_E
Rohrabfluß (Überlauf)	$Q_{Rohr} =$	0,0 l/s	$d_{l,Überlauf} =$	mm Rohrdurchmesser
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z =$	1,10	$I_{x,Überlauf} =$	%

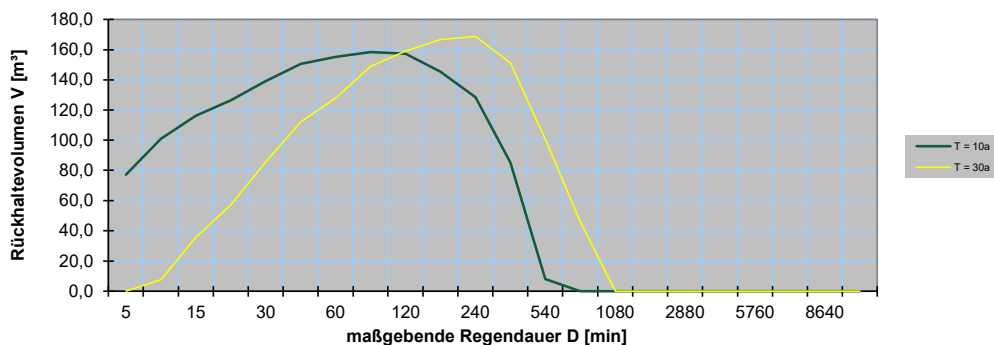
Nutzbares Muldenvolumen (Rückstau) $V_{Mulde} =$ 169,2 m³ (nur für T=10a berücksichtigt)**Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik****Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100**

Kostr-DWD-2020; Z 64, S 158

n [1/a]	1 (T = 1a)			0,1 (T = 10a)		
D [min]	$r_{D,1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V_R [m³]	$r_{D,0,1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{ÜFN}$ [m³]
5	183,3	15	77,2	330,0	16	0,0
10	123,3	14	100,9	221,7	19	7,8
15	95,6	15	116,3	171,1	20	35,6
20	79,2	15	126,4	141,7	21	56,9
30	60,0	15	139,1	107,2	22	85,6
45	45,2	15	150,4	80,7	22	112,2
60	36,9	14	155,2	65,8	21	127,8
90	27,6	13	158,3	49,3	20	148,9
120	22,4	13	157,4	40,0	19	159,0
180	16,7	12	145,5	29,7	18	166,6
240	13,5	12	128,5	24,1	18	168,8
360	10,0	12	85,3	17,9	17	151,1
540	7,4	12	8,2	13,2	16	100,8
720	6,0	13	0,0	10,7	16	46,3
1080	4,5	14	0,0	7,9	16	0,0
1440	3,6	16	0,0	6,4	16	0,0
2880	2,2	20	0,0	3,8	18	0,0
4320	1,6	22	0,0	2,9	20	0,0
5760	1,3	24	0,0	2,3	22	0,0
7200	1,1	25	0,0	2,0	23	0,0
8640	1,0	27	0,0	1,7	24	0,0
10080	0,9	28	0,0	1,5	25	0,0

Ergebnis

Bemessungsvolumen V_R [m³] =	158,3	Überflutungsvol. $V_{ÜFN}$ [m³] =	168,8
Spezif. Rigolenvolumen [m³] =	166,6	Spezif. Überflutungsvol. [m³] =	177,7
Einstau z_M [m] =	1,18	Einstau z_M [m] =	1,25
Entleerungszeit t_E [h] =	4,71	Entleerungszeit t_E [h] =	5,03

erf. RigolenvolumenGewählt: Füllkörperrigole 35,4/4/1,32 m (L/B/H) mit vorh. $V = 178$ m³

20.01.2025

Rigole EZG 2-4 südl. Düker

Bemessungsgleichung nach DWA-A 138-1 (Oktober 2024) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)

$$V_R = [AC \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - [(b_R + h_R) \cdot L_R + b_R \cdot h_R] \cdot k_i - Q_{Dr/Rohr} \cdot 10^{-3}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$V_{ÜFN} = [AC \cdot r_{D(n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 60$$

mit:	$V_R =$	Volumen Rigole [m³]	$b_R =$	Breite Rigole [m]
	$V_{ÜFN} =$	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	$l_R =$	Länge Rigole [m]
	$r_{D(n)} =$	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	$h_R =$	Höhe Rigole [m]
	$A_E =$	Gesamte angeschlossene Fläche [m²]	$Q_S =$	Versickerungsrate [l/s]
	$AC_m =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_m [m²]	$q_{Dr} =$	Drosselabflußspende [l/s/ha A_E]
	$AC_S =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_S [m²]	$Q_{Dr} =$	Drosselabfluß [l/s]
	$C_m =$	Mittlerer Abflussbeiwert (-)	$Q_{Rohr} =$	max. Rohrablauf [l/s]
	$C_S =$	Spitzenabflussbeiwert (-)	$k_i \sim 0,7 \cdot k_{f,U} =$	Durchlässigkeit Untergrund [m/s]
	$f_z =$	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2		

Eingabedaten

gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]
$A_E =$	7,2260	0,13	$AC_m =$	0,9626
			$AC_S =$	1,6852

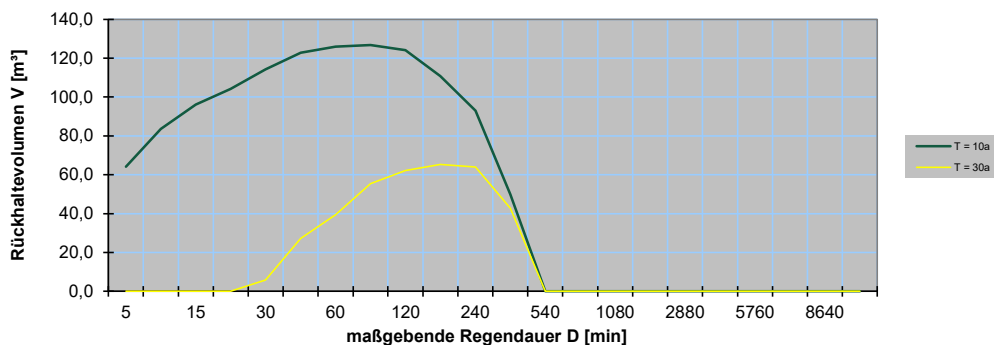
Durchlässigkeit Untergrund	$k_i =$	7,00E-08 m/s	$k_{f,U} =$	1,00E-07 m/s
Abmessungen Rigole	$b_R =$	2,4 m	$S_R =$	0,95 Speicherkoeffizient
	$l_R =$	43,2 m	$S_{RR} =$	0,95 Gesamtspeicherkoeffizient
	$h_R =$	1,32 m	Aushubvol. =	136,8576 m³
Versickerungsrate	$Q_S =$	0,01 l/s		
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	8,67 l/s	$q_{Dr} =$	1,20 l/s/ha A_E
Rohrabfluß (Überlauf)	$Q_{Rohr} =$	0,0 l/s	$d_{i,Überlauf} =$	0 mm Rohrdurchmesser
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z =$	1,10	$I_{x,Überlauf} =$	0 ‰

Nutzbares Muldenvolumen (Rückstau) $V_{Mulde} =$ 205,2 m³ (nur für T=10a berücksichtigt)**Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik**
Kostr-DWD-2020; Z 64, S 158**Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100**

n [1/a]	1 (T = 1a)			0,1 (T = 10a)		
D [min]	$r_{D,1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V_R [m³]	$r_{D,0,01}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{ÜFN}$ [m³]
5	183,3	15	64,1	330,0	16	0,0
10	123,3	14	83,6	221,7	19	0,0
15	95,6	15	96,2	171,1	20	0,0
20	79,2	15	104,3	141,7	21	0,0
30	60,0	15	114,3	107,2	22	5,8
45	45,2	15	122,8	80,7	22	27,2
60	36,9	14	126,0	65,8	21	39,5
90	27,6	13	126,8	49,3	20	55,4
120	22,4	13	124,2	40,0	19	62,2
180	16,7	12	110,7	29,7	18	65,4
240	13,5	12	93,0	24,1	18	64,0
360	10,0	12	49,9	17,9	17	42,7
540	7,4	12	0,0	13,2	16	0,0
720	6,0	13	0,0	10,7	16	0,0
1080	4,5	14	0,0	7,9	16	0,0
1440	3,6	16	0,0	6,4	16	0,0
2880	2,2	20	0,0	3,8	18	0,0
4320	1,6	22	0,0	2,9	20	0,0
5760	1,3	24	0,0	2,3	22	0,0
7200	1,1	25	0,0	2,0	23	0,0
8640	1,0	27	0,0	1,7	24	0,0
10080	0,9	28	0,0	1,5	25	0,0

Ergebnis

Bemessungsvolumen V_R [m³] =	126,8	Überflutungsvol. $V_{ÜFN}$ [m³] =	65,4
Spezif. Rigolenvolumen [m³] =	133,4	Spezif. Überflutungsvol. [m³] =	68,8
Einstau z_M [m] =	1,29	Einstau z_M [m] =	0,66
Entleerungszeit t_E [h] =	4,06	Entleerungszeit t_E [h] =	2,09

erf. RigolenvolumenGewählt: Füllkörperrigole 43,2/2,4/1,32 m (L/B/H) mit vorh. $V = 130$ m³

20.01.2025

Rigole EZG 5

Bemessungsgleichung nach DWA-A 138-1 (Oktober 2024) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)

$$V_{MU} = [AC \cdot r_{(D,n)} - Q_S - Q_{Dr}] \cdot D \cdot f_z \cdot 60$$

$$V_{ÜFN} = [AC \cdot r_{(D,n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 60$$

mit:	$V_{RRR,M}$	Volumen Rückhalteraum (Mulde) [m³]	
	$V_{ÜFN}$	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	
	$r_{(D,n)}$	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	
	A_E	Gesamte angeschlossene Fläche [m²]	Q_S = Versickerungsrate [l/s]
	AC_m	Undurchlässige Fläche bez. auf C_m [m²]	q_{Dr} = Drosselabflußspende [l/s/ha A_E]
	AC_S	Undurchlässige Fläche bez. auf C_S [m²]	Q_{Dr} = Drosselabfluß [l/s]
	C_m	Mittlerer Abflussbeiwert (-)	Q_{Rohr} = max. Rohrablauf [l/s]
	C_S	Spitzenabflussbeiwert (-)	
	f_z	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2	

Eingabedaten

gesamt	[ha]	j [-]	undurchl.	[ha]
A_E	2,8925	0,13	AC_m	0,3875
			AC_S	0,6571

Durchlässigkeit Untergrund	k_i	7,00E-08 m/s	$k_{f,U}$	1,00E-07 m/s
vorh. Versickerungsfläche	A_M	11.000,0 m²	$b_{M,oben}$	0,00 m Muldenbreite
Muldenlänge	l_M		$b_{M,sohle}$	m Muldensohle
Flächenverhältnis	A_M/A_U	1 : 0,4	h_M	m Muldenhöhe (nutzbar)
Versickerungsrate	Q_S	0,77 l/s		
Drosselabfluß	Q_{Dr}	3,47 l/s	q_{Dr}	1,20 l/s/ha A_E
Rohrabfluß	Q_{Rohr}	36,1 l/s	$d_{i,Rohr}$	300 mm Rohrdurchmesser
Zuschlagsfaktor Risiko	f_z	1,20		

Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik

Kostr-DWD-2020; Z 64, S 158

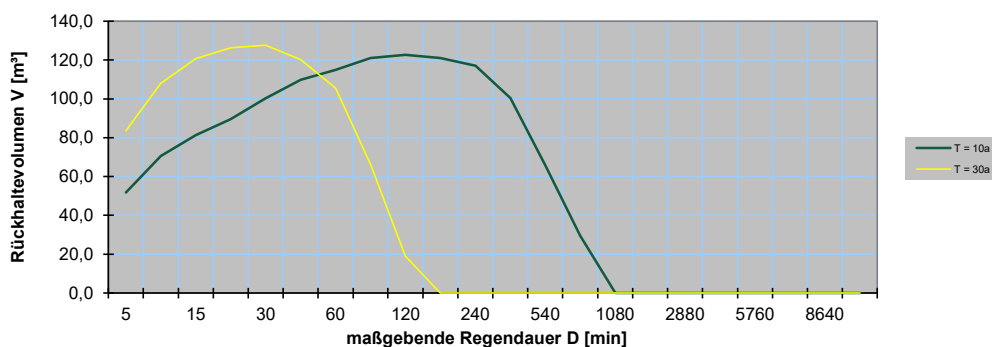
Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100

n [1/a]	0,1 (T = 10a)			0,03 (T = 30a)		
D [min]	$r_{D;0,1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V_M [m³]	$r_{D;0,03}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{ÜFN}$ [m³]
5	330,0	16	51,9	410,0	17	83,5
10	221,7	19	70,6	275,0	20	108,0
15	171,1	20	81,3	213,3	22	120,7
20	141,7	21	89,6	175,8	23	126,3
30	107,2	22	100,3	133,3	23	127,5
45	80,7	22	109,9	100,7	23	120,2
60	65,8	21	115,0	81,9	23	105,5
90	49,3	20	121,1	61,3	22	66,2
120	40,0	19	122,7	49,7	21	19,0
180	29,7	18	121,0	36,9	20	0,0
240	24,1	18	117,1	29,9	19	0,0
360	17,9	17	100,4	22,2	18	0,0
540	13,2	16	65,8	16,5	18	0,0
720	10,7	16	29,5	13,3	17	0,0
1080	7,9	16	0,0	9,9	17	0,0
1440	6,4	16	0,0	8,0	17	0,0
2880	3,8	18	0,0	4,8	19	0,0
4320	2,9	20	0,0	3,5	20	0,0
5760	2,3	22	0,0	2,9	22	0,0
7200	2,0	23	0,0	2,4	23	0,0
8640	1,7	24	0,0	2,1	24	0,0
10080	1,5	25	0,0	1,9	25	0,0

Ergebnis

Bemessungsvolumen V_M [m³] =	122,7	Überflutungsvol. $V_{ÜFN}$ [m³] =	127,5
vorh. Muldenvolumen [m³] =	11.900,0	vorh. Muldenvolumen [m³] =	11.900,0
Einstau z_M [m] =	0,01	Einstau z_M [m] =	0,01
Entleerungszeit t_E [h] =	8,04	Entleerungszeit t_E [h] =	8,35

erf. Muldenvolumen



Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

Unterlage 12.02.001

20.01.2025

Bemessungszuflüsse

Eingangsdaten

Hydrologische & hydraulische Randbedingungen

Bemessungsregenspende

T = 10a; D = 15 min

 $r_{D,10a} =$ 205,32 l/(s ha) maßgebend für Entwässerung Trogstrecken

T = 1a; D = 15 min

 $r_{D,1a} =$ 109,94 l/(s ha) maßgebend für Entwässerung außerhalb Trogstrecken

Bemessungswellenüberschlag

 $q_T =$ 0,50 l/ms $r_{S180} =$ 3,00 l/(s ha)

1,20 l/(s ha)

Relevante Flächen/EZG

Angeschlossene EZG/Teilflächen	A _E [ha]	Anteil an ges.-EZG	AC _S [ha]
Deichböschung im Bereich Portal (West)	0,07	10%	0,07
8-2 Deichböschung zw. Portal u. Düker	0,39	55%	0,35
8-3 Deichböschung südl. Düker	0,24	34%	0,22
7 Betriebsfläche Portal West	0,71	100%	0,36
6-1 DVS etc. zw. Portal und Düker	0,57	69%	0,38
6-2 DVS etc. südl. Düker	0,26	31%	0,17
5 Rückstaufäche	2,89	100%	0,66
4 Deichböschung Portal (Ost)	0,05	100%	0,04
3 Betriebsfläche Portal Ost	0,11	100%	0,11
2-1 Restfläche Ost (nördl. Düker)	7,60	51%	1,77
2-2 Restfläche Ost (südl. Düker)	7,23	49%	1,69
			5,83

Bemessungszuflüsse

Berechnungspunkt 1: Mulde 1: Übergang Portal (West) in Deichgraben

EZG 7, 8.1 innerhalb Trog-/Deichabschnitt, deshalb Regenspende T=10a maßgebend; Wellenüberlauf vorh.

Niederschlag $Q_{ZU,BP1} =$ 88,57 l/s maßgebendNiederschlag + Welle $Q_{ZU,BP1} =$ 51,29 l/s
relevante Wellenüberlaufstrecke* 100 m

Berechnungspunkt 2: Mulde 1: Deichgraben nördl. des Dükers

EZG 6.1, 7, 8.1, 8.2 innerhalb Trog-/Deichabschnitt, deshalb Regenspende T=10a maßgebend; Wellenüberlauf vorh.

Niederschlag $Q_{ZU,BP2} =$ 239,26 l/sNiederschlag + Welle $Q_{ZU,BP2} =$ 303,50 l/s maßgebend
relevante Wellenüberlaufstrecke* 500 m

Berechnungspunkt 3: Mulde 2: Deichgraben südl. des Dükers

EZG 8.3, 6.2 innerhalb Trog-/Deichabschnitt, deshalb Regenspende T=10a maßgebend; Wellenüberlauf vorh.

Niederschlag $Q_{ZU,BP3} =$ 80,63 l/sNiederschlag + Welle $Q_{ZU,BP3} =$ 181,18 l/s maßgebend
relevante Wellenüberlaufstrecke* 360 m

Berechnungspunkt 4: Mulde 3: Restfläche nördl. des Dükers

EZG 2,3 und 4 außerhalb Trog-/Deichstrecken, deshalb Regenspende T=1a maßgebend; kein Wellenüberlauf

Niederschlag $Q_{ZU,BP4} =$ 212,18 l/s maßgebend
Drosselung auf $Q_{ZU,BP4} =$ 9,32 l/s

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733



Unterlage 12.02.001

20.01.2025

Bemessungszuflüsse

Eingangsdaten

Berechnungspunkt 5: Mulde 4: Restfläche südl. des Dükers

EZG 2,3 und 4 *außerhalb Trog-/Deichstrecken, deshalb Regenspende $T=1a$ maßgebend; kein Wellenüberlauf*

Niederschlag	$Q_{zu,BP5} =$	185,27 l/s	maßgebend
Drosselung auf	$Q_{zu,BP5} =$	8,67 l/s	

Berechnungspunkt 6: Mulde 5: Einleitung Rückstaufläche in Düker

EZG 5 *innerhalb Trog-/Deichabschnitt, deshalb Regenspende $T=10a$ maßgebend; Wellenüberlauf vorh.*

Niederschlag	$Q_{zu,BP6} =$	134,92 l/s	maßgebend
Drosselung auf	$Q_{zu,BP6} =$	3,47 l/s	

* größte Streichlänge bezogen auf gleiche Windrichtung

<

Rinnenbemessung

20.01.2025

Volumen Rückstaufläche

Bemessungsgleichung nach DWA-A 117 (März 2001)

Bemessungsvolumen $[m^3]$:

$$V_{RRR} = (A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - q_{Dr} \cdot A_E) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$$

mit:	V_{RRR}	=	Volumen Regenrückhalteraum $[m^3]$	
	$V_{ÜFN}$	=	Volumen Überflutungsnachweis $[m^3]$	
	$r_{(D,n)}$	=	Maßgebende Regenspende $[l/s/ha]$	
	A_E	=	Gesamte Fläche $[m^2]$	
	A_u	=	Undurchlässige Fläche $[m^2]$	
	q_{Dr}	=	Drosselabflußspende $[l/s/ha A_E]$	Q_{Dr} = Drosselabfluß $[l/s]$
	D	=	Dauer des Bemessungsregens $[min]$	
	ψ_m	=	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)	
	f_z	=	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2	
	f_A	=	Abminderungsfaktor	

Eingabedaten

gesamt	$[ha]$	$i [-]$	undurchl.	$[ha]$
A_E	21,0010	0,18	A_u mit ψ_m	3,8155
			A_u mit ψ_s	n. erf.

vorh. Retentionsvolumen

$$V_{RRR,vorh} = 11.900,0 \text{ m}^3$$

$$Q_{Dr} = 0,0 \text{ l/s da Düker geschlossen}$$

Drosselzufluss RRB3

$$Q_{RRB3} = 1,0 \text{ l/s}$$

$$q_T = 0,5 \text{ l/(s m) Wellenüberlauf}$$

Zuschlagsfaktor Risiko

$$f_z = 1,20$$

$$l_{\text{Überlauf}} = 880,0 \text{ m}$$

Abminderungsfaktor

$$f_A = 1,00$$

Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik:

Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158

Bemessung mit Wellenüberschlag

n $[1/a]$	0,1		HQ 200
D $[min]$	$r_{D;0,1}$ inkl. Tol.	$V_{RRR,erf}$ $[m^3]$	D $[min]$ $V_{RRR,erf}$ $[m^3]$
5	382,80	526,2	5 132,0
10	263,82	725,5	10 264,0
15	205,32	847,1	15 396,0
20	171,46	943,5	20 528,0
30	130,78	1.080,0	30 792,0
45	98,45	1.220,3	45 1.188,0
60	79,62	1.316,6	60 1.584,0
90	59,16	1.469,2	90 2.376,0
120	47,60	1.577,8	120 = 2 h 3.168,0
180	35,05	1.745,9	180 = 3 h 4.752,0
240	28,44	1.892,2	240 = 4 h 6.336,0
360	20,94	2.097,1	360 9.504,0
540	15,31	2.310,3	540 14.256,0
720	12,41	2.506,9	720 19.008,0
1080	9,16	2.796,6	1080 28.512,0
1440	7,42	3.040,5	1440 38.016,0
2880	4,48	3.755,0	2880 76.032,0
4320	3,48	4.441,0	4320 114.048,0
5760	2,81	4.854,8	5760 152.064,0
7200	2,46	5.384,1	7200 190.080,0
8640	2,11	5.625,5	8640 228.096,0
10080	1,88	5.917,8	10080 266.112,0

Ergebnis

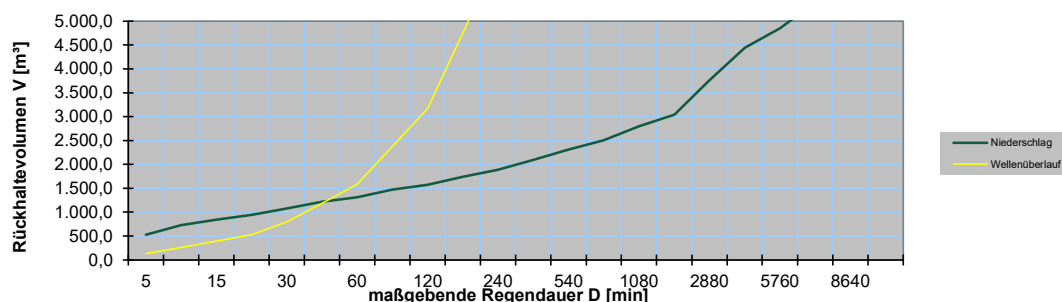
maximale Ereignisdauer

ca. 462 h

maximale Ereignisdauer

ca. 7,5 h

erf. Retentionsvolumen



21.01.2025

Flächenanalyse

Eingangsdaten für Mulden-Rigolen Bemessung	
1.1	1.1.1
1.2	1.2.1
1.3	1.3.1
1.4	1.4.1
1.5	1.5.1
1.6	1.6.1
1.7	1.7.1
1.8	1.8.1
1.9	1.9.1
1.10	1.10.1
1.11	1.11.1
1.12	1.12.1
1.13	1.13.1
1.14	1.14.1
1.15	1.15.1
1.16	1.16.1
1.17	1.17.1
1.18	1.18.1
1.19	1.19.1
1.20	1.20.1
1.21	1.21.1
1.22	1.22.1
1.23	1.23.1
1.24	1.24.1
1.25	1.25.1
1.26	1.26.1
1.27	1.27.1
1.28	1.28.1
1.29	1.29.1
1.30	1.30.1
1.31	1.31.1
1.32	1.32.1
1.33	1.33.1
1.34	1.34.1
1.35	1.35.1
1.36	1.36.1
1.37	1.37.1
1.38	1.38.1
1.39	1.39.1
1.40	1.40.1
1.41	1.41.1
1.42	1.42.1
1.43	1.43.1
1.44	1.44.1
1.45	1.45.1
1.46	1.46.1
1.47	1.47.1
1.48	1.48.1
1.49	1.49.1
1.50	1.50.1
1.51	1.51.1
1.52	1.52.1
1.53	1.53.1
1.54	1.54.1
1.55	1.55.1
1.56	1.56.1
1.57	1.57.1
1.58	1.58.1
1.59	1.59.1
1.60	1.60.1
1.61	1.61.1
1.62	1.62.1
1.63	1.63.1
1.64	1.64.1
1.65	1.65.1
1.66	1.66.1
1.67	1.67.1
1.68	1.68.1
1.69	1.69.1
1.70	1.70.1
1.71	1.71.1
1.72	1.72.1
1.73	1.73.1
1.74	1.74.1
1.75	1.75.1
1.76	1.76.1
1.77	1.77.1
1.78	1.78.1
1.79	1.79.1
1.80	1.80.1
1.81	1.81.1
1.82	1.82.1
1.83	1.83.1
1.84	1.84.1
1.85	1.85.1
1.86	1.86.1
1.87	1.87.1
1.88	1.88.1
1.89	1.89.1
1.90	1.90.1
1.91	1.91.1
1.92	1.92.1
1.93	1.93.1
1.94	1.94.1
1.95	1.95.1
1.96	1.96.1
1.97	1.97.1
1.98	1.98.1
1.99	1.99.1
1.100	1.100.1

Flächenanalyse Einzugsgebiete (EZG)

Drosselabflussspende $q_{Dr} = 1,2 \text{ l/(s ha)}$

EZG-Nr.	Beschreibung EZG		Fläche EZG A _E [ha]	Art der Fläche	Abflussbeiwert		Undurchlässige Fläche		Drosselabfluss Q _{Dr} [l/s]
					C _m [-]	C _s [-]	AC _m [ha]	AC _s [ha]	
1	FUB-7	Fläche Ost 1	0,97	Grünfläche	0,1	0,2	0,10	0,19	1,16
2	FUB-8	Fläche Ost 2	1,36	größtent. Grünfläche	0,15	0,27	0,20	0,37	1,63
3	FUB-8	Fläche Ost 3	0,03	Grünfläche	0,1	0,2	0,003	0,01	0,04
4	FUB-9	Zwischenfläche (zw. Trögen)	0,64	Grünfläche	0,1	0,2	0,06	0,13	0,76
							0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00
			3,00				0,37	0,70	3,60

Mulden-Rigole 1 *nördlich RRB5*

Angeschlossene EZG			A _E [ha]	AC _m [ha]	AC _S [ha]
1	FUB-7	Fläche Ost 1	0,97	0,10	0,19
			0,97	0,10	0,19

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde	Oberflächenentwässerung	270/1/0,2 m (L/B/H)
Rigole	Regenrückhalt für Drossel	40/1/1 m (L/B/H)
Sickerrohr Rigole	Regenrückhalt für Drossel	DN 200
Transportleitung	Anschlussleitung Schacht	DN 250

Mulden-Rigole 2 westlich RRB6 bis zu Düker

Angeschlossene EZG			A _E [ha]	AC _m [ha]	AC _S [ha]
2	FUB-8	Fläche Ost 2	1,36	0,20	0,37
			1,36	0,20	0,37

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde	Oberflächenentwässerung	600/1/0,2 m (L/B/H)
Rigole	Regenrückhalt für Drossel	80/1/1,2 m (L/B/H)
Sickerrohr Rigole	Regenrückhalt für Drossel	DN 300
Verrohrung	Durchlass Wartungsweg	DN 300

Mulde EZG4 zwischen Trögen

Angeschlossene EZG			A _E [ha]	AC _m [ha]	AC _S [ha]
4	FUB-9	Zwischenfläche (zw. Trögen)	0,64	0,064	0,13
			0,64	0,06	0,13

System gewählt	Funktion	Abmessungen
Mulde	Oberflächenentwässerung	350/1/0,2 m (L/B/H)
Transportleitung	Anschlussleitung Schacht	DN 250

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

21.01.2025

Rigole EZG 1

Bemessungsgleichung nach DWA-A 138-1 (Oktober 2024) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)

$$Riqolenversickerung [m^3]: V_R = [AC \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - [(b_R + h_R) \cdot L_R + b_R \cdot h_R] \cdot k_i - Q_{Dr/Rohr} \cdot 10^{-3}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$Überflutungsvolumen [m^3]: V_{ÜFN} = [AC \cdot r_{D(n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 60$$

mit:	V_R =	Volumen Rigole [m³]	b_R =	Breite Rigole [m]
	$V_{ÜFN}$ =	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	l_R =	Länge Rigole [m]
	$r_{D(n)}$ =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	h_R =	Höhe Rigole [m]
	A_E =	Gesamte angeschlossene Fläche [m²]	Q_S =	Versickerungsrate [l/s]
	AC_m =	Undurchlässige Fläche bez. auf C_m [m²]	q_{Dr} =	Drosselabflußspende [l/s/ha A_E]
	AC_S =	Undurchlässige Fläche bez. auf C_S [m²]	Q_{Dr} =	Drosselabfluß [l/s]
	C_m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)	Q_{Rohr} =	max. Rohrablauf [l/s]
	C_S =	Spitzenabflussbeiwert (-)	$k_i \sim 0,7 \cdot k_{f,U}$ =	Durchlässigkeit Untergrund [m/s]
	f_z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2		

Eingabedaten

Flächen:	gesamt	[ha]	i [-]	undurchl.	[ha]
	A_E =	0,9696	0,10	AC_m =	0,0970
				AC_S =	0,1939

Durchlässigkeit Untergrund	k_i =	7,00E-08 m/s	$k_{f,U}$ =	1,00E-07 m/s
Abmessungen Rigole	b_R =	1,0 m	s_R =	0,35 Speicherkoeffizient
	l_R =	40,0 m	s_{RR} =	0,37 Gesamtspeicherkoeffizient
	h_R =	1,0 m	Aushubvol. =	40 m³
Versickerungsrate	Q_S =	0,01 l/s		
Drosselabfluß	Q_{Dr} =	1,16 l/s	q_{Dr} =	1,20 l/s/ha A_E
Rohrabfluß	Q_{Rohr} =	12,2 l/s	$d_{l,Rohr}$ =	200 mm Rohrdurchmesser
Zuschlagsfaktor Risiko	f_z =	1,20		

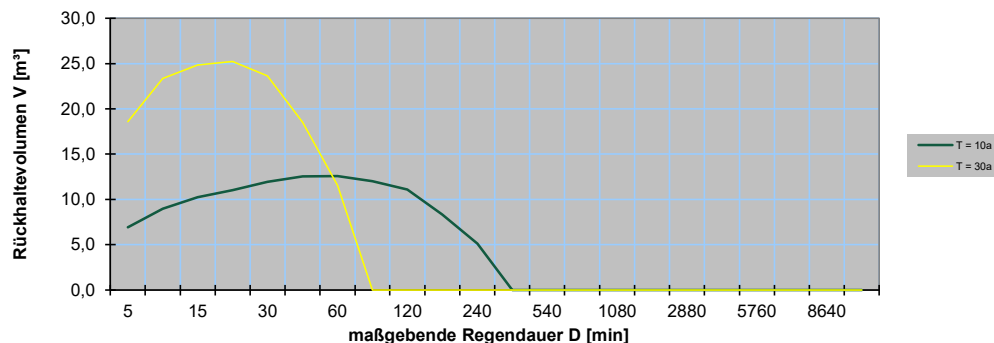
Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik**Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100**

Kostra-DWD-2020; Z 64, S 158

n [1/a]	1 (T = 1a)			0,1 (T = 10a)		
D [min]	$r_{D;0,1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V_R [m³]	$r_{D;0,03}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{ÜFN}$ [m³]
5	183,3	15	6,9	330,0	16	18,6
10	123,3	14	9,0	221,7	19	23,4
15	95,6	15	10,2	171,1	20	24,8
20	79,2	15	11,0	141,7	21	25,2
30	60,0	15	11,9	107,2	22	23,6
45	45,2	15	12,5	80,7	22	18,5
60	36,9	14	12,6	65,8	21	11,6
90	27,6	13	12,0	49,3	20	0,0
120	22,4	13	11,1	40,0	19	0,0
180	16,7	12	8,4	29,7	18	0,0
240	13,5	12	5,1	24,1	18	0,0
360	10,0	12	0,0	17,9	17	0,0
540	7,4	12	0,0	13,2	16	0,0
720	6,0	13	0,0	10,7	16	0,0
1080	4,5	14	0,0	7,9	16	0,0
1440	3,6	16	0,0	6,4	16	0,0
2880	2,2	20	0,0	3,8	18	0,0
4320	1,6	22	0,0	2,9	20	0,0
5760	1,3	24	0,0	2,3	22	0,0
7200	1,1	25	0,0	2,0	23	0,0
8640	1,0	27	0,0	1,7	24	0,0
10080	0,9	28	0,0	1,5	25	0,0

Ergebnis

Bemessungsvolumen V_R [m³] =	12,6	Überflutungsvol. $V_{ÜFN}$ [m³] =	25,2
Spezif. Rigolenvolumen [m³] =	33,9	Spezif. Überflutungsvol. [m³] =	68,1
Einstau z_M [m] =	0,85	Einstau z_M [m] =	1,70
Entleerungszeit t_E [h] =	8,06	Entleerungszeit t_E [h] =	16,18

erf. RigolenvolumenGewählt: Rigole 40/1/1 m (L/B/H) mit vorh. $V = 15 \text{ m}^3$

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

21.01.2025

Rigole EZG 2

Bemessungsgleichung nach DWA-A 138-1 (Oktober 2024) und Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100 (2016)

$$Rigolenversickerung [m^3]: V_R = [AC \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - [(b_R + h_R) \cdot L_R + b_R \cdot h_R] \cdot k_i - Q_{Dr/Rohr} \cdot 10^{-3}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$Überflutungsvolumen [m^3]: V_{ÜFN} = [AC \cdot r_{D(n)} - Q_S - Q_{Dr/Rohr}] \cdot D \cdot 60$$

mit:	$V_R =$	Volumen Rigole [m³]	$b_R =$	Breite Rigole [m]
	$V_{ÜFN} =$	Volumen Überflutungsnachweis [m³]	$l_R =$	Länge Rigole [m]
	$r_{D(n)} =$	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]	$h_R =$	Höhe Rigole [m]
	$A_E =$	Gesamte angeschlossene Fläche [m²]	$Q_S =$	Versickerungsrate [l/s]
	$AC_m =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_m [m²]	$q_{Dr} =$	Drosselabflußspende [l/s/ha A_E]
	$AC_S =$	Undurchlässige Fläche bez. auf C_S [m²]	$Q_{Dr} =$	Drosselabfluß [l/s]
	$C_m =$	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)	$Q_{Rohr} =$	max. Rohrablauf [l/s]
	$C_S =$	Spitzenabflussbeiwert (-)	$k_i \sim 0,7 \cdot k_{f,U} =$	Durchlässigkeit Untergrund [m/s]
	$f_z =$	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „hoch“ = 1,1 „mittel“ = 1,15 „gering“ = 1,2		

Eingabedaten

Flächen:	gesamt	[ha]	i [-]	undurchl.	[ha]
	$A_E =$	1,3613	0,15	$AC_m =$	0,2042
				$AC_S =$	0,3675

Durchlässigkeit Untergrund	$k_i =$	7,00E-08 m/s	$k_{f,U} =$	1,00E-07 m/s
Abmessungen Rigole	$b_R =$	1,0 m	$s_R =$	0,35 Speicherkoeffizient
	$l_R =$	80,0 m	$s_{RR} =$	0,39 Gesamtspeicherkoeffizient
	$h_R =$	1,2 m	Aushubvol. =	96 m³
Versickerungsrate	$Q_S =$	0,01 l/s		
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	1,63 l/s	$q_{Dr} =$	1,20 l/s/ha A_E
Rohrabfluß	$Q_{Rohr} =$	36,1 l/s	$d_{l,Rohr} =$	300 mm Rohrdurchmesser
Zuschlagsfaktor Risiko	$f_z =$	1,20		

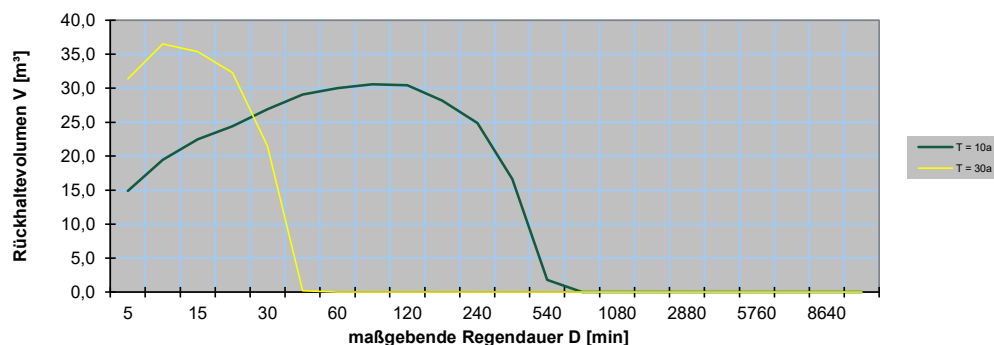
Bemessung mit örtlicher Regenspendenstatistik**Überflutungsnachweis angelehnt an DIN 1986-100**

Kostr-DWD-2020; Z 64, S 158

n [1/a]	1 (T = 1a)			0,1 (T = 10a)		
D [min]	$r_{D;0,1}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	V_R [m³]	$r_{D;0,03}$ [l/(s ha)]	Toleranz [%]	$V_{ÜFN}$ [m³]
5	183,3	15	14,9	330,0	16	31,4
10	123,3	14	19,5	221,7	19	36,5
15	95,6	15	22,5	171,1	20	35,4
20	79,2	15	24,4	141,7	21	32,3
30	60,0	15	26,9	107,2	22	21,5
45	45,2	15	29,1	80,7	22	0,2
60	36,9	14	30,0	65,8	21	0,0
90	27,6	13	30,6	49,3	20	0,0
120	22,4	13	30,4	40,0	19	0,0
180	16,7	12	28,2	29,7	18	0,0
240	13,5	12	24,9	24,1	18	0,0
360	10,0	12	16,6	17,9	17	0,0
540	7,4	12	1,8	13,2	16	0,0
720	6,0	13	0,0	10,7	16	0,0
1080	4,5	14	0,0	7,9	16	0,0
1440	3,6	16	0,0	6,4	16	0,0
2880	2,2	20	0,0	3,8	18	0,0
4320	1,6	22	0,0	2,9	20	0,0
5760	1,3	24	0,0	2,3	22	0,0
7200	1,1	25	0,0	2,0	23	0,0
8640	1,0	27	0,0	1,7	24	0,0
10080	0,9	28	0,0	1,5	25	0,0

Ergebnis

Bemessungsvolumen V_R [m³] =	30,6	Überflutungsvol. $V_{ÜFN}$ [m³] =	36,5
Spezif. Rigolenvolumen [m³] =	78,8	Spezif. Überflutungsvol. [m³] =	94,0
Einstau z_M [m] =	0,99	Einstau z_M [m] =	1,18
Entleerungszeit t_E [h] =	13,30	Entleerungszeit t_E [h] =	15,87

erf. RigolenvolumenGewählt: Rigole 80/1/1,2 m (L/B/H) mit vorh. $V = 37$ m³

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733



Unterlage 12.02.001

21.01.2025

Bemessungszuflüsse

Eingangsdaten

Hydrologische & hydraulische Randbedingungen

Bemessungsregenspende

T = 10a; D = 15 min

$r_{D,10a} = 205,32 \text{ l/(s ha)}$

T = 1a; D = 15 min

$r_{D,1a} = 109,94 \text{ l/(s ha)}$ maßgebend für Entwässerung außerhalb Trogstrecken

Bemessungswellenüberschlag

$q_T =$ nicht relevant

Drosselspende

1,20 l/(s ha)

Relevante Flächen/EZG

Angeschlossene EZG/Teilflächen			A_E [ha]	AC_S [ha]
1	Fläche Ost 1	FUB-7	0,97	0,19
2	Fläche Ost 2	FUB-8	1,36	0,37
3	Fläche Ost 3	FUB-8	0,03	0,01
4	Zwischenfläche	FUB-9	0,64	0,13
				0,70

Bemessungszuflüsse

Berechnungspunkt 1: Übergang Mulde 1 in Schacht/Verrohrung

FUB-7 *außerhalb Trogabchnitt, deshalb Regenspende T=1a maßgebend*

Niederschlag $Q_{ZU,BP1} = 21,32 \text{ l/s}$

Berechnungspunkt 2: Verrohrung unter Wartungsweg (westl. RRB6)

FUB-8 *außerhalb Trogabchnitt, deshalb Regenspende T=1a maßgebend*

Niederschlag $Q_{ZU,BP2} = 40,41 \text{ l/s}$ vereinfacht Ende FUB-8 (sichere Seite)

Berechnungspunkt 3: Übergang Mulde EZG3 in Schacht/Verrohrung

FUB-8 *außerhalb Trogabchnitt, deshalb Regenspende T=1a maßgebend*

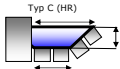
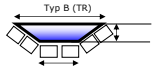
Niederschlag $Q_{ZU,BP3} = 0,77 \text{ l/s}$

Berechnungspunkt 4: Übergang Mulde 4 zu Schacht/Verrohrung

FUB-9 *innerhalb Trogabchnitt, deshalb Regenspende T=10a maßgebend*

Niederschlag $Q_{ZU,BP4} = 26,08 \text{ l/s}$

Kontinuitätsgleichung $Q = A \cdot v$
Hydraulische Berechnung:
Gerinnedydraulik nach Manning-Strickler
FR: Fertigteil Rinne
RR/TR: Rinne asphaltiert
RG/TG: Rechteck-/Trapezgraben
 $k_{st} = 80$
 $k_{st} = 60$
 $k_{st} = 40$
Steinbreite mit Fuge n. rel. cm
Fugenbreite n. rel. cm
Bemessungsabfluss Regenspende $r_{(15,10)} = 205,32$ l/s/ha
Bemessungsabfluss Regenspende $r_{(15,10)} = 109,94$ l/s/ha



Bezeichnung	Gerinnestyp	Bemessungsabfluss (mit Spitzenabflusswert %)	Rinnendaten																		Vollfüllung		Teilfüllung		Anmerkungen		
			Gefälle	Querschnittstyp	Querschnittsbezeichnung	Manning/Strickler Koeffizient	Rauheitsbeiwert	Anzahl der Steine in der Sohle	Anzahl der Steine in der Flanke links	Anzahl der Steine in der Flanke rechts	Profiltiefe	Profillbreite oben	Profillbreite der Sohle	Böschungeneigung links	Böschungeneigung rechts	Böschungeneigung links	Böschungeneigung rechts	Bemesseter Umfang	Hydraulischer Querschnitt	Hydraulischer Radius	Sohl-Schleppspannung	Abfluss bei Vollfüllung	Fließgeschwindigkeit bei Vollfüllung	Teilfüllungshöhe		Teilfüllungs- Fließgeschwindigkeit	Auslastung
			I_0	XX	NW	k_{st}	k_s	n_s	n_{n1}	n_{n2}	H	B	b	m_1	m_2	1/ m_1	1/ m_2	I_0	A	r_{hy}	t_0	Q_v	v_v	h_t		v_t	Q_{av}/Q_v
		[l/s]	[‰]	[-]	[cm]	[m ^{1/3} /s]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[cm]	[cm]	[cm]	[l _v /h]	[l _v /h]	[‰]	[‰]	[m]	[m ²]	[m]	[N/m ²]	[l/s]	[m/s]	[cm]	[m/s]	[-]	
BP1 (Mulde)	A	21	5,4	TG	100/20	40					20	100	25	1,88	1,88	28	28	1,10	0,125	0,114	6,14	86,20	0,69			0,2	Mulde
BP1 (Anschlusslt.)	E	21	3,0	K	250 mm		0,50											0,785	0,049	0,063	1,88	38,0	0,77	13,6	0,87	0,6	Anschlussleitung süd. von Mulde
BP2 (Mulde)	A	40	2,6	TG	100/20	40					20	100	25	1,88	1,88	28	28	1,10	0,125	0,114	2,95	59,81	0,48			0,7	Mulde
BP2 (Verrohrung)	E	40	2,6	K	300 mm		0,50											0,942	0,071	0,075	1,95	57,18	0,81	19,1	0,92	0,7	Verrohrung unter Wartungsweg (keine Mulde)
BP3 (Mulde)	A	0,8	3,0	TG	100/20	40					20	100	25	1,88	1,88	28	28	1,10	0,125	0,114	3,41	64,25	0,51			0,0	Mulde
BP3 (Anschlusslt.)	E	0,8	3,0	K	100 mm		0,50											0,314	0,008	0,025	0,75	3,3	0,42	3,2	0,34	0,2	Anschlussleitung in Richtung Düker
BP4 (Mulde)	A	26	1,7	TG	100/20	40					20	100	25	1,88	1,88	28	28	1,10	0,125	0,114	1,93	48,37	0,39			0,5	Mulde
BP4 (Anschlusslt.)	E	26	3,0	K	250 mm		0,50											0,785	0,049	0,063	1,88	38,0	0,77	15,6	0,88	0,7	Anschlussleitung in Richtung Pumpe

Rinnenbemessung

Vorhaben:

ABS/NBS Hamburg - Lübeck - Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt FSQ, Bau-km 170,422 bis Bau-km 176,733

Hydraulische Bemessung der Pumpstationen nach DIN EN 16932-2:2018-07

Ermittlung der Zuflüsse

Bemessungsregenspenden gemäß RiL 836 und REwS

für freie Strecken: $r_{15\min,10a} = 171,10$ l/s ha

für Trogstrecken: $r_{5\min,20a} = 376,70$ l/s ha

Pumpenförderleistung: $Q_p = Q_{zu} \cdot 1,1$

Annahme: 10% Leistungsreserve gegenüber Zuflüssen

Pumpstation	Beschreibung	A_E [m²]	A_U [m²]	Q_{zu} [l/s]	Q_p [l/s]
Pumpstation 1	FSG zu RRB2	40.802,00	0,72	122,91	135,20
Pumpstation 2	TRG zu RRB3	8.703,00	0,78	295,06	324,56
Pumpstation 3	TRG zu RRB4	10.615,00	0,96	359,88	395,87
Pumpstation 4	TRF zu RRB5	10.428,00	0,94	353,54	388,89
Pumpstation 5	TRF zu RRB6	5.050,00	0,45	171,21	188,33
Pumpstation 6	FSF zu RRB6	71.401,00	2,41	412,19	453,41

Festlegung der Pumpenanzahl

Pumpstation	Hauptpumpen	$Q_{p,Gesamt}$ [m³/h]	$Q_{p,Einzelpumpe}$ [m³/h]	
Pumpstation 1	1	486,71	486,71	+ 1 Reservepumpe (baugleich)
Pumpstation 2	2	1168,43	584,21	+ 1 Reservepumpe (baugleich)
Pumpstation 3	2	1425,13	712,56	+ 1 Reservepumpe (baugleich)
Pumpstation 4	2	1400,02	700,01	+ 1 Reservepumpe (baugleich)
Pumpstation 5	1	677,99	677,99	+ 1 Reservepumpe (baugleich)
Pumpstation 6	3	1632,28	544,09	+ 1 Reservepumpe (baugleich)

Bemessung der Pumpensümpfe

Volumen Pumpensumpf: $V_c = 0,25 \cdot Q_p / f$

max. Einschalthäufigkeit $f = 10$ /h

Pumpstation	$V_{c,Pumpe1}$ [m³]	$V_{c,Pumpe2}$ [m³]	$V_{c,Pumpe3}$ [m³]	$V_{c,Pumpe4}$ [m³]		vorh. V_c [m³]
Pumpstation 1	12,17	12,17	n.v.	n.v.	<	14,14
Pumpstation 2	14,61	29,21	29,21	n.v.	<	54,60
Pumpstation 3	17,81	35,63	35,63	n.v.	<	90,00
Pumpstation 4	17,50	35,00	35,00	n.v.	<	90,00
Pumpstation 5	16,95	16,95	n.v.	n.v.	<	16,00
Pumpstation 6	13,60	27,20	40,81	40,81	<	47,71

Wahl des Durchmessers der Pumpendruckleitung

Pumpstation	DN Sammelg.	A [m²]	v [m/s]	DN Einzellg.	A [m²]	v [m/s]
Pumpstation 1	400	0,13	1,08	300	0,07	1,91
Pumpstation 2	400	0,13	2,58	300	0,07	2,30
Pumpstation 3	400	0,13	3,15	300	0,07	2,80
Pumpstation 4	400	0,13	3,09	300	0,07	2,75
Pumpstation 5	400	0,13	1,50	300	0,07	2,66
Pumpstation 6	500	0,20	2,31	300	0,07	2,14

Berechnung der Förderhöhe

Geodätische Höhendifferenz h_z

Pumpstation	Sohle Einlauf	Maximalstau Becken	h_z
Pumpstation 1	0,37	5,87	5,50
Pumpstation 2	-5,50	3,50	9,00
Pumpstation 3	-10,70	5,00	15,70
Pumpstation 4	-11,00	4,20	15,20
Pumpstation 5	-9,50	5,50	15,00
Pumpstation 6	-3,33	5,50	8,83

Druckverlusteshöhe
$$h_l = \left(\frac{\lambda \cdot L}{D} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Pumpstation	L [m]	Re	λ	$\sum \zeta$	h_l	
Pumpstation 1		85	3,3E+05	0,016	4,65	0,48
Pumpstation 2		25	7,9E+05	0,015	4,77	1,94
Pumpstation 3		110	9,7E+05	0,015	4,89	4,53
Pumpstation 4		84	9,5E+05	0,015	4,68	3,80
Pumpstation 5		312	4,6E+05	0,016	4,68	1,93
Pumpstation 6		24	8,9E+05	0,014	4,47	1,40

Armatur etc.	ζ	Pumpst. 1	Pumpst. 2	Pumpst. 3	Pumpst. 4	Pumpst. 5	Pumpst. 6
Schieber	0,30	1	1	1	1	1	1
Rückschlagklappe	1,00	1	1	1	1	1	1
T-Stück (90°)	1,30	1	1	1	1	1	1
Rohraufweitung	0,03	1	1	1	1	1	1
90° Bogen	0,21	4	4	6	5	5	4
60° Bogen	0,18	1	0	0	0	0	0
45° Bogen	0,15	0	2	0	0	0	0
Austritt	1,00	1	1	1	1	1	1
		4,65	4,77	4,89	4,68	4,68	4,47

Förderhöhe System
$$H_s = h_z + h_l + \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Pumpstation	H_s [m]
Pumpstation 1	6,04
Pumpstation 2	11,28
Pumpstation 3	20,74
Pumpstation 4	19,49
Pumpstation 5	17,05
Pumpstation 6	10,50

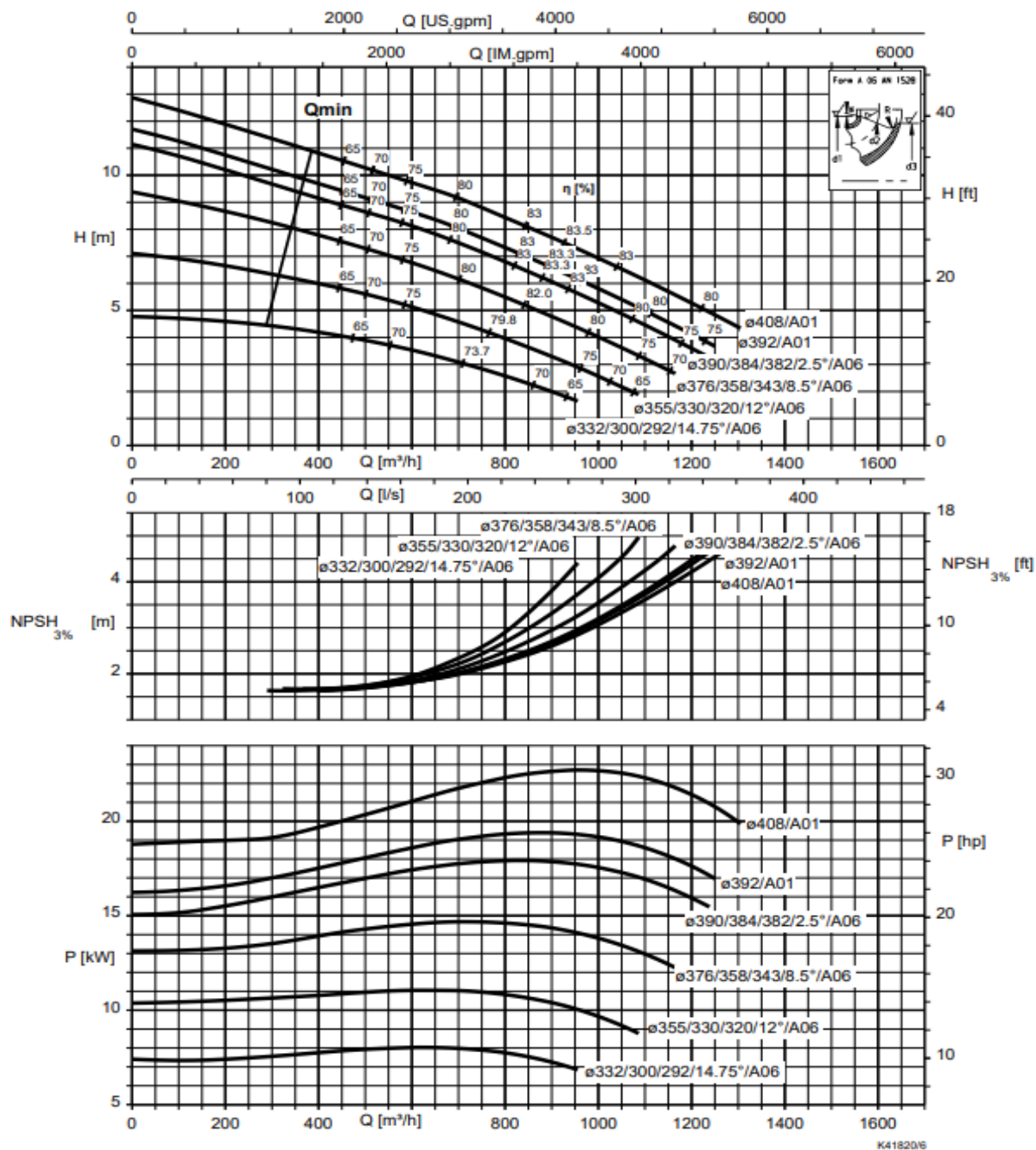
Leistungsaufnahme des Pumpenaggregats

Leistungsaufnahme Pumpe
$$P_p = Q_p \cdot H_s \cdot \rho \cdot \frac{g}{\eta_p}$$

Annahme Wirkungsgrad Pumpe $\eta = 0,8$

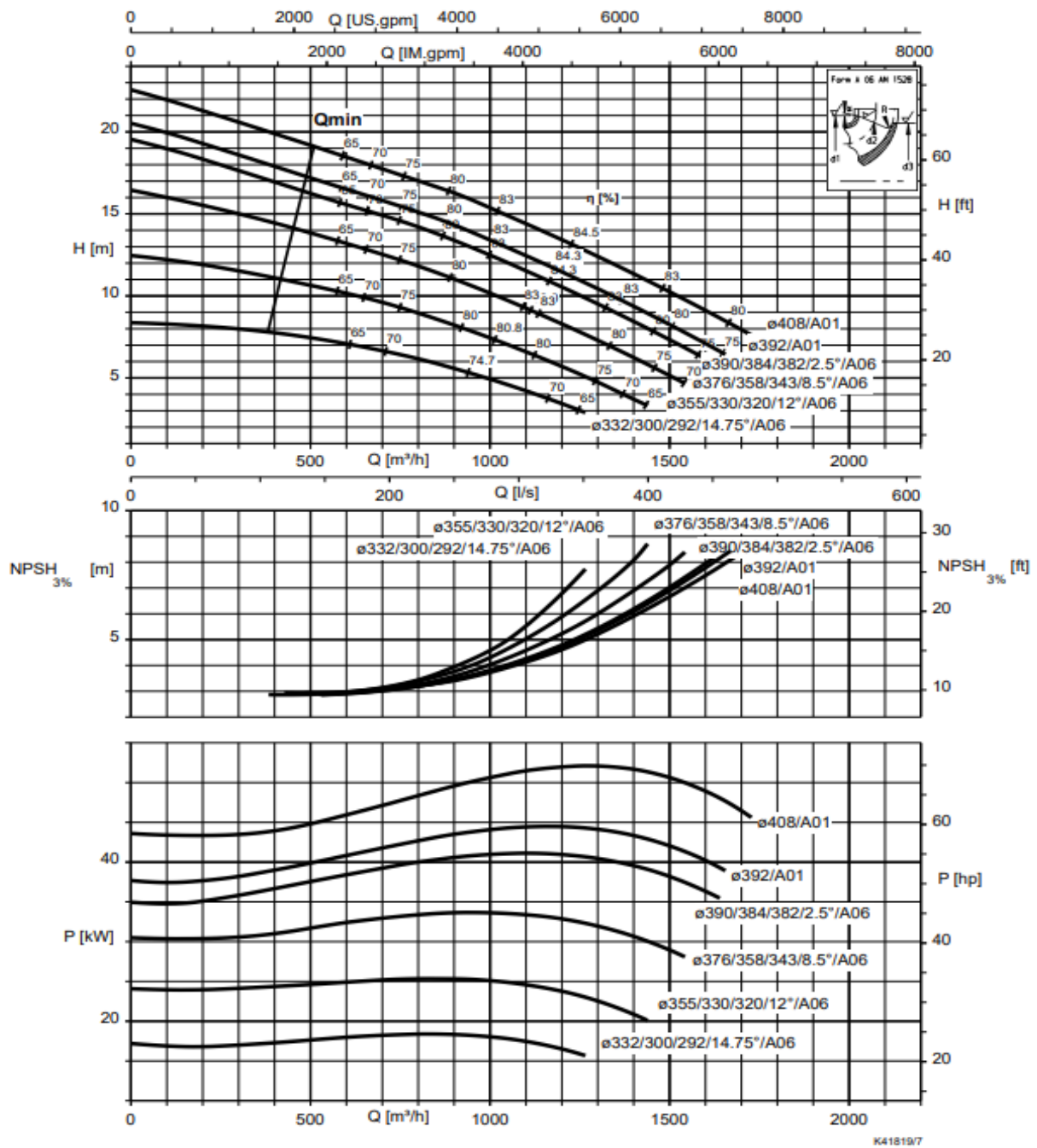
Pumpstation	P_p [W]	P_p [kW]
Pumpstation 1	10.006,57	10,01
Pumpstation 2	22.444,38	22,44
Pumpstation 3	50.329,79	50,33
Pumpstation 4	46.470,91	46,47
Pumpstation 5	39.369,34	39,37
Pumpstation 6	19.466,58	19,47

Pumpen gewählt: **Amarex KRT K 300-400**, Hersteller: KSB SE & Co. KGaA

Drehzahl $n = 725 \text{ min}^{-1}$ **Amarex KRT K 300-400, $n = 725 \text{ min}^{-1}$** Kennlinien nach ISO 9906 Klasse 2B, kleiner 10 kW gemäß § 4.4.2. $n = \text{Nennzahl}$ 

Amarex KRT K 300-400, $n = 960 \text{ min}^{-1}$

Kennlinien nach ISO 9906 Klasse 2B, kleiner 10 kW gemäß § 4.4.2. $n = \text{Nennzahl}$



K41819/7