

Vorbemerkungen zur Anlage 13.1 – Wassertechnische Berechnungen

Seite 1 – Anpassung des Inhaltsverzeichnisses

Seite 10-11 - Änderung der Regenwasserbehandlungsanlage EA 4 bestehend aus einem Absetzbecken mit Regenrückhaltebecken zu einer Retentionsbodenfilteranlage mit Regenrückhaltung

Seite 2 bis 9 – Aktualisierung der hydraulischen Bemessung der Kanalisation EA 4 auf Grundlage der aktuellen Regenspende gem. KOSTRA-DWD2010R-Atlas

Entfall Seite 10 und 11 alt – Bemessung des RRB mit vorgeschaltetem Absetzbecken EA 4, ersetzt durch Seite 13 und 14 – Bemessung des Retentionsbodenfilters gem. DWA-A178, Anpassung des Einzugsgebietes für EA4 von 3,51 ha auf 3,45 ha

Seite 10, 11, 12 neu (12, 13, 14 alt) – Bemessung des Rückhaltevolumens gem. DWA-A117 auf Grundlage der aktuellen Regenspenden gem. KOSTRA-DWD2010R-Atlas

Seite 10 neu (12 alt) – Ergänzung der angeschlossenen Einzugsfläche A_E als Grundlage für die Bemessung des Retentionsbodenfilters

Seite 13 - Anpassung des Einzugsgebietes für die Bemessung des Retentionsbodenfilterbeckens von 3,51 ha auf 3,45 ha

Seite 18, 20, 23, 24 – Aktualisierung der Bemessung der Mulden EA5 auf Grundlage der aktuellen Regenspende gem. KOSTRA-DWD2010R-Atlas

Neubau der Bundesautobahn A 20

Von Bau-km **10+449,335** bis Bau-km **14+440,408**

von NK nicht vorhanden nach NK 2222 112-0,563 km

Nächster Ort: **Glückstadt**

Baulänge: **3,991 km**

Planfeststellung

A 20 – Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt
Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein
bis B 431

Wassertechnische Berechnungen

<p>Aufgestellt:</p> <p>DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH</p> <p>gez. i.A. Haß</p> <p>Berlin, den 11.12.2020</p>	
<p>Bearbeitet:</p> <p>OBERMEYER Planen + Beraten GmbH</p> <p>gez. i.V. Kohl</p> <p>Hamburg, den 12.06.2020</p>	

<u>Inhalt</u>	Seite
13.1.1 Entwässerungsabschnitt 4	
13.1.1.1 Einzugsgebiete der Kanalisation	2
13.1.1.2 Hydraulische Bemessung der Kanalisation	4
13.1.1.3 Bemessung des Rückhaltevolumens des RBF in EA 4	10
13.1.1.4 Bemessung des Retentionsbodenfilterbeckens	13
13.1.1.5 Dimensionierung des Pumpwerks für den Hochwasserschutz	15
13.1.2 Entwässerungsabschnitt 5	
13.1.2.1 Bemessung der Mulden	17
13.1.2.2 Nachweis der Drosselung und Rückhaltung	21
13.1.2.3 Hydraulischer Nachweis der Drainageleitungen nach RAS-Ew	27
13.1.3 Trogbauwerk	
13.1.3.1 Hydraulische Berechnungen der Sammelleitungen	28
13.1.3.2 Bemessung des Pufferbeckens	41
13.1.4 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	
13.1.4.1 Abkürzungen	43
13.1.4.2 Kurzzeichen	44

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Anlage 13.1.1

13.1.1.1: Einzugsgebiete der Kanalisation, Bau-km 12+687 bis 13+500

Haltung	Bau-km von	Bau-km bis	Länge	Fahrbahn ü. Ablauf $\Psi = 0,90$	Mittel- streifen $\Psi = 0$	Fahrbahn ü. D-Mulde $\Psi = 0,90$	Bankett $\Psi = -0,483$	Böschung $\Psi = -0,483$	Mulde $\Psi = -0,483$	Einzugs- gebiet A_E	Undurch- lässige Fläche A_U	Mittlerer Abfluss- beiwert
			m	m ²	m ²	m ²		m ²	m ²	m ²	m ²	-
HR24.1 ¹⁾	12.690	12.690	0,0	800	0					800	720	0,90
HR24.2	12.740	12.690	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.3	12.790	12.740	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.4	12.840	12.790	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.5	12.890	12.840	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.6	12.940	12.890	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.7	12.990	12.940	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.8	13.040	12.990	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.9	13.090	13.040	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.10	13.140	13.090	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.11	13.190	13.140	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.12	13.240	13.190	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.13	13.290	13.240	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.14	13.340	13.290	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.15	13.390	13.340	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.16	13.440	13.390	50,0	625	200					825	563	0,68
HR24.17	13.483	13.440	43,0	538	172					710	484	0,68
			793	10.713	3.172	0	0	0	0	13.885	9.641	0,69

¹⁾ An die Haltung HR24.1 wird die Entwässerung der östlichen FW-Aufstellfläche angeschlossen.

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Anlage 13.1.1

Haltung	Bau-km von	Bau-km bis	Länge m	Fahrbahn ü. Ablauf $\Psi = 0,90$ m ²	Mittel- streifen $\Psi = 0$ m ²	Fahrbahn ü. D-Mulde $\Psi = 0,90$ m ²	Bankett $\Psi = -0,483$	Böschung $\Psi = -0,483$ m ²	Mulde $\Psi = -0,483$ m ²	Einzugs- gebiet A _E m ²	Undurch- lässige Fläche A _U m ²	Mittlerer Abfluss- beiwert -
HR34.1	12.690	12.690	0,0	800			0		0	800	720	0,90
HR34.2	12.740	12.690	50,0	625						625	563	0,90
HR34.3	12.790	12.740	50,0	625						625	563	0,90
HR34.4	12.840	12.790	50,0	625						625	563	0,90
HR34.5	12.890	12.840	50,0	625						625	563	0,90
HR34.6	12.940	12.890	50,0	625						625	563	0,90
HR34.7	12.990	12.940	50,0	625						625	563	0,90
HR34.8	13.040	12.990	50,0	625						625	563	0,90
HR34.9	13.090	13.040	50,0	625						625	563	0,90
HR34.10	13.140	13.090	50,0	625						625	563	0,90
HR34.11	13.190	13.140	50,0	625						625	563	0,90
HR34.12	13.240	13.190	50,0	625						625	563	0,90
HR34.13	13.290	13.240	50,0	625						625	563	0,90
HR34.14	13.340	13.290	50,0	625						625	563	0,90
HR34.15	13.390	13.340	50,0	625						625	563	0,90
HR34.16	13.440	13.390	50,0	625						625	563	0,90
HR34.17	13.472	13.440	32,0	400						400	360	0,90
			782	10.575	0	0	0	0	0	10.575	9.518	0,90
Zwischensumme:										24.460	19.159	
Zuzüglich nördliches Trogbauwerk:												
Strecke	12.290	12.687	397,0	10.124						10.124	9.111	0,90
Portalbögen				250						250	225	0,90
Betriebsgebäude				220						220	198	0,90
				10.594	0	0	0	0	0	10.594	9.534	0,90
Gesamt:										35.053	28.693	

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Anlage 13.1.1

13.1.1.2 Hydraulische Bemessung der Kanalisation nach dem Zeitbeiwertverfahren

Haltung	von Schacht	bis Schacht	DN mm	I %	kb mm	Erläuterung	r l/(sxha)	A _E ha	Ψ -	Q _B l/s	v _V m/s	Q _V l/s	Auslastung %
Zulaufkanal zum RRB EA 4													
HRZ4.1	RZ4.1	RZ4.2	600	0,54	1,5	von HR34.1 von Pumpwerk nördl. Trog:				237,88 20,00			
						Gesamtfluss:				257,88	1,59	448,2	57,54
Kanal R34													
HR34.1	R34.1	RZ4.1	500	0,86	1,5	Abfluss: von HR34.2 von HR24.1	101,1	0,080	0,9	7,28 90,32 140,28			
						Gesamtfluss aus EA4:				237,88	1,79	350,6	67,85
HR34.2	R34.2	R34.1	400	0,50	1,5	Abfluss: von HR34.3	101,1	0,063	0,9	5,73 84,59			
						Gesamt:				90,32	1,18	148,4	60,86
HR34.3	R34.3	R34.2	400	0,90	1,5	Abfluss: von HR34.4	101,1	0,063	0,9	5,73 78,86			
						Gesamt:				84,59	1,59	199,5	42,40
HR34.4	R34.4	R34.3	400	0,60	1,5	Abfluss: von HR34.5	101,1	0,063	0,9	5,73 73,13			
						Gesamt:				78,86	1,29	162,7	48,47
HR34.5	R34.5	R34.4	400	1,00	1,5	Abfluss: von HR34.6	101,1	0,063	0,9	5,73 67,40			
						Gesamt:				73,13	1,67	210,3	34,77

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Anlage 13.1.1

13.1.1.2 Hydraulische Bemessung der Kanalisation nach dem Zeitbeiwertverfahren

Haltung	von Schacht	bis Schacht	DN mm	I %	kb mm	Erläuterung	r l/(sxha)	A _E ha	Ψ -	Q _B l/s	v _v m/s	Q _v l/s	Auslastung %
HR34.6	R34.6	R34.5	400	0,60	1,5	Abfluss: von HR34.7 Gesamt:	101,1	0,063	0,9	5,73 61,67 67,40	1,29	162,7	41,43
HR34.7	R34.7	R34.6	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR34.8 Gesamt:	101,1	0,063	0,9	5,73 55,94 61,67	0,91	114,8	53,72
HR34.8	R34.8	R34.7	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR34.9 Gesamt:	101,1	0,063	0,9	5,73 50,21 55,94	0,91	114,8	48,73
HR34.9	R34.9	R34.8	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR34.10 Gesamt:	101,1	0,063	0,9	5,73 44,48 50,21	0,91	114,8	43,74
HR34.10	R34.10	R34.9	300	0,30	1,5	Abfluss: von HR34.11 Gesamt:	101,1	0,063	0,9	5,73 38,75 44,48	0,76	53,5	83,14
HR34.11	R34.11	R34.10	300	0,30	1,5	Abfluss: von HR34.12 Gesamt:	101,1	0,063	0,9	5,73 33,02 38,75	0,76	53,5	72,43
HR34.12	R34.12	R34.11	300	0,30	1,5	Abfluss: von HR34.13 Gesamt:	101,1	0,063	0,9	5,73 27,29 33,02	0,76	53,5	61,72
HR34.13	R34.13	R34.12	300	0,30	1,5	Abfluss:	101,1	0,063	0,9	5,73			

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

13.1.1.2 Hydraulische Bemessung der Kanalisation nach dem Zeitbeiwertverfahren

Haltung	von Schacht	bis Schacht	DN mm	I %	kb mm	Erläuterung	r l/(sxha)	A _E ha	Ψ -	Q _B l/s	v _V m/s	Q _V l/s	Auslastung %
						von HR34.14				21,56			
						Gesamt:				27,29	0,76	53,5	51,01
HR34.14	R34.14	R34.13	300	0,30	1,5	Abfluss:	101,1	0,063	0,9	5,73			
						von HR34.15				15,83			
						Gesamt:				21,56	0,76	53,5	40,30
HR34.15	R34.15	R34.14	300	0,30	1,5	Abfluss:	101,1	0,063	0,9	5,73			
						von HR34.16				10,10			
						Gesamt:				15,83	0,76	53,5	29,59
HR34.16	R34.16	R34.15	300	0,30	1,5	Abfluss:	101,1	0,063	0,9	5,73			
						von HR34.17				4,37			
						Gesamt:				10,10	0,76	53,5	18,88
HR34.17	R34.17	R34.16	300	0,31	1,5	Abfluss:	101,1	0,048	0,9	4,37			
						Gesamt:				4,37	0,77	54,3	8,05

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Anlage 13.1.1

13.1.1.2 Hydraulische Bemessung der Kanalisation nach dem Zeitbeiwertverfahren

Haltung	von Schacht	bis Schacht	DN mm	I %	kb mm	Erläuterung	r l/(sxha)	A _E ha	Ψ -	Q _B l/s	v _v m/s	Q _v l/s	Auslastung %
Kanal R24 (im Mittelstreifen)													
HR24.1	R24.1	R34.1	400	0,80	1,5	von HR24.2 von HR14.1 Gesamt:				132,88 7,40 140,28	1,49	187,7	74,74
HR14.1	R14.1	R24.1	300	0,48	1,5	Abfluss: Gesamt:	101,1	0,080	0,9	7,28 7,40	0,95	67,4	10,98
HR24.2	R24.2	R24.1	400	0,90	1,5	Abfluss: von HR24.3 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 124,50 132,88	1,58	199,2	66,71
HR24.3	R24.3	R24.2	400	0,70	1,5	Abfluss: von HR24.4 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 116,12 124,50	1,40	175,5	70,94
HR24.4	R24.4	R24.3	400	0,70	1,5	Abfluss: von HR24.5 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 107,74 116,12	1,40	175,5	66,17
HR24.5	R24.5	R24.4	400	0,70	1,5	Abfluss: von HR24.6 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 99,36 107,74	1,40	175,5	61,39
HR24.6	R24.6	R24.5	400	0,50	1,5	Abfluss: von HR24.7 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 90,98 99,36	1,18	148,2	67,04

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Anlage 13.1.1

13.1.1.2 Hydraulische Bemessung der Kanalisation nach dem Zeitbeiwertverfahren

Haltung	von Schacht	bis Schacht	DN mm	I %	kb mm	Erläuterung	r l/(sxha)	A _E ha	Ψ -	Q _B l/s	v _V m/s	Q _V l/s	Auslastung %
HR24.7	R24.7	R24.6	400	0,40	1,5	Abfluss: von HR24.8 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 82,60 90,98	1,05	132,5	68,66
HR24.8	R24.8	R24.7	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.9 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 74,22 82,60	0,91	114,6	72,08
HR24.9	R24.9	R24.8	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.10 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 65,84 74,22	0,91	114,6	64,76
HR24.10	R24.10	R24.9	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.11 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 57,46 65,84	0,91	114,6	57,45
HR24.11	R24.11	R24.10	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.12 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 49,08 57,46	0,91	114,6	50,14
HR24.12	R24.12	R24.11	400	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.13 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 40,70 49,08	0,91	114,6	42,83
HR24.13	R24.13	R24.12	300	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.14 Gesamt:	147,8	0,063	0,9	8,38 32,32 40,70	0,76	53,4	76,22
HR24.14	R24.14	R24.13	300	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.15	147,8	0,063	0,9	8,38 23,94			

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Anlage 13.1.1**13.1.1.2 Hydraulische Bemessung der Kanalisation nach dem Zeitbeiwertverfahren**

Haltung	von Schacht	bis Schacht	DN mm	I %	kb mm	Erläuterung	r l/(sxha)	A _E ha	Ψ -	Q _B l/s	v _v m/s	Q _v l/s	Auslastung %
						Gesamt:				32,32	0,76	53,4	60,52
HR24.15	R24.15	R24.14	300	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.16	147,8	0,063	0,9	8,38			
						Gesamt:				15,56			
										23,94	0,76	53,4	44,83
HR24.16	R24.16	R24.15	300	0,30	1,5	Abfluss: von HR24.17	147,8	0,063	0,9	8,38			
						Gesamt:				7,18			
										15,56	0,76	53,4	29,14
HR24.17	R24.17	R24.16	300	0,35	1,5	Abfluss: Gesamt:	147,8	0,054	0,9	7,18			
										7,18	0,82	58,0	12,38

Programm zur Bemessung von Regenrückhalteräumen
- Einfaches Verfahren -
 (gemäß DWA-A 117, April 2006)

13.1.1.3 Bemessung des Rückhaltevolumens des RBF in EA 4

a) Eingabewerte RBF EA 4:

2,88 [ha]	A_u	angeschlossene undurchlässige Fläche
3,45 [ha]	A_E	angeschlossene Einzugsgebietfläche
0,5 [1/a]	n	Bemessungsjährlichkeit (nur: 1 / 0,5 / 0,2 / 0,1)
10,5 [l/s]	$Q_{Dr, max}$	max. Drosselabfluss
10 [min]	t_f	Fließzeit im Einzugsgebiet
4 [-]	f_z	Zuschlagsfaktor für Risikomaß:
	1 = gering	→ $f_z = 1,20$ Volumen zu 56% ausreichend bemessen
	2 = mittel	→ $f_z = 1,15$ Volumen zu 89% ausreichend bemessen
	3 = hoch	→ $f_z = 1,10$ Volumen zu 98% ausreichend bemessen
	4 =	→ $f_z = 1,00$ nach RAS-Ew 2005 für außerörtliche Straße

b) Berechnung des erforderlichen Rückhaltevolumens

Der Speicherbedarf des RBF wird gem. DWA-A 117 für ein 2-jährliches Regenereignis ($n = 0,5$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für das RRB erfordert. Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_{s,u} = (r - q_{Dr, r, u}) \times D \times f_z \times f_A \times 0,06 \text{ in m}^3$$

- mit
- $V_{s,u}$ = spezifisches Speichervol. aus Tabelle "Speichervolumen" in m^3/ha
 - r = Regenspende aus Tabelle "Speichervolumen" in $l/(sxha)$
 - $q_{Dr, r, u}$ = mittlere Drosselabflussspende für den Regenanteil in $l/(sxha)$
 - $q_{Dr, r, u} = ((Q_{Dr, max} + Q_{Dr, min}) / 2) - Q_{t24} / A_u$
 - $q_{Dr, r, u} = ((10,5 + 0) / 2 - 0) / 2,88$
 - $q_{Dr, r, u} = 1,8 \text{ l/(sxha)}$
 - D = Regendauer aus Tabelle "Speichervolumen" im min
 - f_z = 1,00 - Risikomaß für Zuschlagsfaktor f_z , s. o.
 - f_A = 1,00 - Abminderungsfaktor für die Fließzeit (gem. Bild 3, DWA-A 117)

Programm zur Bemessung von Regenrückhalteräumen

- Einfaches Verfahren -

(gemäß DWA-A 117, April 2006)

D	r (l/s*ha)	V _{s,u}	D [min]
5 Min.	208,3	62	
10 Min.	158,8	94	
15 Min.	130,5	116	
20 Min.	111,4	131	
30 Min.	86,8	153	
45 Min.	65,8	173	
60 Min.	53,3	185	
90 Min.	39,2	202	
2 Std.	31,5	214	
3 Std.	23,2	231	
4 Std.	18,6	242	
6 Std.	13,7	257	
9 Std.	10,1	269	
12 Std.	8,1	272	720
18 Std.	5,9	265	
24 Std.	4,8	259	
48 Std.	2,9	190	
72 Std.	2,1	78	

Regenspenden nach
DWD-KOSTRA 2010R für Herzhorn (S-H),
Bemessung nach RAS-Ew 2005
i. V. m. DWA-A 117.

→ Maßgebliche Regendauer

Tabelle "Speichervolumen"

c) Berechnungsergebnisse

Das größte spezifische Rückhaltevolumen ergibt sich bei einer Regendauer von 720 min:

$$V_{s,u} = (8,1 - 1,8) \times 720 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,06$$

$$V_{s,u} = 272 \text{ m}^3$$

Mit einer angeschlossenen Fläche von 2,88 ha ergibt sich somit ein erforderliches Rückhaltevolumen von:

$$\text{erf. } V = V_{s,u} \times A_u$$

$$\text{erf. } V = 783 \text{ m}^3$$

Die rechnerische Entleerungszeit ergibt sich zu:

$$t_E = V / (3,6 \times Q_{Dr}) \text{ in h}$$

$$t_E = 783 / (3,6 \times 5,3)$$

$$t_E = 41,4 \text{ h}$$

Programm zur Bemessung von Regenrückhalteräumen

- Einfaches Verfahren -

(gemäß DWA-A 117, April 2006)

d) Ergebnisübersicht

5,3 [l/s]	Q_{Dr}	mittlerer Drosselabfluss
12 [h]	D	maßgebliche Regendauer
272 [m ³ /ha]	$V_{s,u}$	spez. RRB-Volumen
783 [m ³]	V	erf. Regenrückhaltevolumen
41,4 [h]	t_E	rechnerische Entleerungszeit

13.1.1.4 Bemessung des Retentionsbodenfilterbeckens gem. DWA-A 178

Filteroberfläche	$A_F = 0,01 * A_{E,b,a}$
Tiefe Retentionsraum	$h_{RBF} \geq 0,5 \text{ m}$
Filterabfluss	$Q_{Dr,RBF} = q_{Dr,RBF} * A_F$
Grobpartikelrückhalt (Schlammsammelraum gem. REWS)	$V_{GS} = 2,5 \text{ m}^3/\text{ha} * A_{E,b,a}$
Überfallhöhe (gem. DWA-A 111)	$h_{\ddot{u}} = [(3 * Q_{\ddot{u}}) / (2 * \mu * c * L_{\ddot{u}} * \sqrt{2g})]^{2/3}$

a) Eingabewerte

3,45 [ha]	$A_{E,b,a}$	angeschlossene, befestigte Einzugsgebietsfläche (in diesem speziellen Fall ist $A_{E,b,a} = A_E$)
0,05 [l/s*m²]	$q_{Dr,RBF}$	Drosselabflussspende Filter

b) Berechnungsergebnisse

345,00 [m²]	$A_{F\text{erf}}$	erf. Filtergrundfläche
8,63 [m²]	$V_{GS\text{erf}}$	erf. Sammelraum
17,75 [l/s]	$Q_{Dr,RBF}$	Filterabfluss
0,038 [m]	$h_{\ddot{u}}$	Überfallhöhe

c) Festlegungen Retentionsbodenfilter

355,00 [m²]	A_F	gewählte Filterfläche
--------------------	-------	-----------------------

d) Berechnung eines Überfalls nach Poleni

1. Formeln und Bezeichnungen

Poleni-Formel:

$$h_{\ddot{u}} = \left[\frac{(3 * Q_{\ddot{u}})}{(2 * \mu * c * L_{\ddot{u}} * \sqrt{2g})} \right]^{2/3}$$

Bei vollkommenem Überfall ist c = 1 einzusetzen. Bei unvollkommenen Überfall ist c aus Hydrauliktabellen zu ermitteln.

Bei scharfkantigem Überfall kann $\mu = 0,62$ bei amderem Überfall $\mu = 0,5$ angesetzt werden.

- $h_{\ddot{u}}$ = Überfallhöhe
- $Q_{\ddot{u}}$ = Überlaufmenge = max. Zulauf zum Schacht
- μ = Überfallbeiwert
- c = Leistungsabminderung bei unvollkommenem Überfall
- $L_{\ddot{u}}$ = Länge des Überlaufs
- g = Fallbeschleunigung = 9,81 m/s²

2. Vorgaben:

lfd-Nr. -->	1	2	3	4	5	Einheit
$Q_{\ddot{u}}$	0,0233					[m ³ /s]
$L_{\ddot{u}}$	2,00					[m]
c	1,00					[-]
μ	0,50					[-]
g	9,81					[m/s ²]

3. Ergebnisse:

$h_{\ddot{u}} =$	0,040					[m]
------------------	--------------	--	--	--	--	-----

Neubau der A 20 - Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431

Bau-km: 10+449,335 bis 14+440,408

Wassertechnische Berechnungen

Regen- dauer D min	1x in		5 Jahr(en)
	hN	r	$k_f =$
	mm	l/(s*ha)	$1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ V m ³
5	8,5	282,4	53,91
10	12,5	208,2	69,95
15	15,3	169,5	75,29
20	17,3	144,3	74,66
30	20,3	112,8	63,75
45	23,3	86,2	34,53
60	25,4	70,6	-1,74
90	28,0	51,9	-88,52
120	30,0	41,7	-180,51
180	33,1	30,6	-372,75
240	35,4	24,6	-570,51
360	39,1	18,1	-975,21
540	43,0	13,3	-1595,13
720	46,1	10,7	-2222,39
1080	50,8	7,8	-3493,46
1440	54,5	6,3	-4768,21
2880	62,5	3,6	-9933,36
4320	68,1	2,6	-15120,56

Regenspenden nach
KOSTRA-DWD 2010R.
Bemessung nach RAS-Ew 2005

Tabelle "Speichervolumen"

Bei einer Regendauer von 15 min mit einer Regenspende von **169,5 l/(sxha)** ergibt sich das größte erforderliche Speichervolumen in Höhe von **75,29 m³**.

$$V_{\text{erf}} = 6.440 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 169,5 \text{ l/(sxha)} \times 10^{-7} + 4.865 \text{ m}^2 \times (169,5 - 150) \text{ l/(sxha)} \times 10^{-7} \times 15 \text{ min} \times 60 \text{ s/min}$$

erford. Speichervolumen $V_{\text{erf}} = 75,29 \text{ m}^3$

Bemessungszufluss ($r_{15,0,2}$): **106,11 l/s**

Nachweis des vorhandenen Speichervolumens

Muldenabmessungen:

Muldenlänge:	207,00 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
Muldenbreite, oben:	3,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)
Querschnittsfläche:	0,81 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts; grafisch ermittelt)

vorhandenes Speichervolumen:

$$\begin{aligned} \text{vorh. Speichervolumen } V_{\text{vorh}} &= A \times l \\ &= 0,81 \text{ m}^2 \times 207,00 \text{ m} \\ &= 167,93 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Das vorhandene Speichervolumen ist mit **167,93 m³** größer als das erforderliche Speichervolumen von **75,29 m³**.

Regen- dauer D min	1x in		5 Jahr(en)	$k_f =$ $1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ V m ³
	hN	r		
	mm	l/(s*ha)		
5	8,5	282,4	154,75	
10	12,5	208,2	208,83	
15	15,3	169,5	234,48	
20	17,3	144,3	244,25	
30	20,3	112,8	238,16	
45	23,3	86,2	194,83	
60	25,4	70,6	132,77	
90	28,0	51,9	-29,19	
120	30,0	41,7	-205,00	
180	33,1	30,6	-578,58	
240	35,4	24,6	-966,82	
360	39,1	18,1	-1767,73	
540	43,0	13,3	-3003,28	
720	46,1	10,7	-4258,36	
1080	50,8	7,8	-6812,50	
1440	54,5	6,3	-9376,40	
2880	62,5	3,6	-19807,85	
4320	68,1	2,6	-30297,92	

Regenspenden nach
KOSTRA-DWD 2010R.
Bemessung nach RAS-Ew 2005

Tabelle "Speichervolumen"

Bei einer Regendauer von **20 min** mit einer Regenspende von **144,3 l/(sxha)** ergibt sich das größte erforderliche Speichervolumen in Höhe von **244,25 m³**.

$$V_{\text{erf}} = 17.540 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 144,3 \text{ l/(sxha)} \times 10^{-7} + 16.635 (144,3 - 150) \text{ l/(sxha)} \times 10^{-7} \times 20 \text{ min} \times 60 \text{ s/min}$$

erford. Speichervolumen $V_{\text{erf}} = 244,25 \text{ m}^3$

Bemessungszufluss ($r_{15,0,2}$): **294,25 l/s**

Nachweis des vorhandenen Speichervolumens

Muldenabmessungen:

Muldenlänge:	668,00 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
Muldenbreite, oben:	3,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)
Querschnittsfläche:	0,81 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts; grafisch ermittelt)

vorhandenes Speichervolumen:

$$\begin{aligned} \text{vorh. Speichervolumen } V_{\text{vorh}} &= A \times l \\ &= 0,81 \text{ m}^2 \times 668,00 \text{ m} \\ &= 541,92 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Das vorhandene Speichervolumen ist mit **541,92 m³** größer als das erforderliche Speichervolumen von **244,25 m³**.

Berechnung

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis (n = 0,2) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V = (A_{Fb} \times \Psi \times r \times 10^{-7} + A_{BBM} \times (r - q_{VR}) \times 10^{-7}) \times D \times 60 \text{ in m}^3$$

- mit $V =$ X m³ (erforderliches Speichervol. aus Tab. "Speichervolumen")
- $A_{Fb} =$ 24.000 m² (Fläche der Fahrbahn, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
- $\Psi =$ 0,90 - (Abflussbeiwert für Fahrbahnabflüsse)
- $r =$ X l/(sxha) (Regenspende aus Tabelle "Speichervolumen")
- $A_{BBM} =$ 7.650 m² (aus Tabelle "Einzugsgebiet": Summe der Flächen aus Bankett, Böschung und Mulde)
- $q_{VR} =$ 150 l/(sxha) (= $k_{f,u} = 1,5 \times 10^{-5}$ m/s)
- $D =$ X min (Regendauer aus Tabelle "Speichervolumen")

Regen- dauer D min	1x in		5 Jahr(en)
	hN	r	$k_{f,u} =$ 1,5 x 10 ⁻⁵ m/s
	mm	l/(s*ha)	V m ³
5	8,5	282,4	213,38
10	12,5	208,2	296,54
15	15,3	169,5	342,93
20	17,3	144,3	368,79
30	20,3	112,8	387,34
45	23,3	86,2	370,94
60	25,4	70,6	330,32
90	28,0	51,9	200,11
120	30,0	41,7	52,00
180	33,1	30,6	-272,65
240	35,4	24,6	-616,25
360	39,1	18,1	-1335,04
540	43,0	13,3	-2457,46
720	46,1	10,7	-3605,15
1.080	50,8	7,8	-5957,39
1.440	54,5	6,3	-8322,26
2.880	62,5	3,6	-18009,22
4.320	68,1	2,6	-27771,98

Regenspenden nach
KOSTRA-DWD 2010R.
Bemessung nach RAS-Ew 2005

Tabelle "Speichervolumen"

Ergebnis: erforderliches Speichervolumen

Bei einer Regendauer von 30 min mit einer Regenspende von 112,8 l/(sxha)
ergibt sich das größte erforderliche Speichervolumen in Höhe von **387,34 m³**

$$V_{\text{erf}} = (24.000 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 112,8 \text{ l/(sxha)} \times 10^{-7} + 7.650 \times (112,8 - 150) \text{ l/(sxha)} \times 10^{-7}) \times 30 \text{ min} \times 60 \text{ s/min}$$

$$\text{erford. Speichervolumen } V_{\text{erf}} = \mathbf{387,34 \text{ m}^3}$$

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsfläche ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt.

(Formeln: Kreisabschnitt, z. B. Schneider Bautabellen, S. 2.12)

Grunddaten zur Mulde

Muldenlänge:	1.000 m (= l)
Muldenbreite:	3,00 m (= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m (= h)

Zwischenergebnisse

Winkel:	59,73 ° (= Winkel a, gerundet)
Radius:	3,013 m (= r)
Querschnittsfläche:	0,811 m ² (= A, Fläche des Kreisabschnitts)

**Das vorhandene Volumen ist mit
Speichervolumen, welches**

**811 m³ größer als das erforderliche
387 m³ beträgt.**

Berechnung des Drosselabflusses

Aus dem Bemessungsbeispiel zur Mulde ergibt sich für einen 1 km langen Abschnitt ein maximaler Speicherbedarf bei einem 30-minütigen Regenereignis in Höhe von rd. 384 m³. Entsprechend der Breite des Streifens verteilt sich das Sickerwasser auf 4.750 m², wodurch sich eine Stauhöhe von

$$z_W = 387 \text{ m}^3 / 4.750 \text{ m}^2$$

$$z_W = 0,08 \text{ m}$$

ergibt. Da der Boden nur 10 % des Volumens als Poren zur Speicherung des Wassers zur Verfügung stellt, fällt die Stauhöhe tatsächlich höher aus:

$$z_P = z_W / p_n$$

$$z_P = 0,08 \text{ m} / 0,1$$

$$z_P = 0,80 \text{ m}$$