

Hydraulische Berechnungen

1 Darstellung der Baumaßnahme

Im vorliegenden Plangebiet kommt es zu einer deutlich höheren Versiegelung der bisher z. T. landwirtschaftlich genutzten Flächen. Um eine damit verbundene stärkere Belastung der Vorfluter zu vermeiden, ist die Anlage von mehreren Regenrückhaltebecken geplant. Das gesamte Gebiet ist in acht einzelne Einzugsflächen unterteilt.

In einer ersten Berechnung wird der hydraulische IST-Zustand des gesamten Gebietes berechnet. Dabei wird der Abfluss der angeschlossenen Flächen in den Hauptvorfluter östlich des Friesendamms ermittelt.

Im Weiteren erfolgt für jede Einzugsfläche eine Berechnung des erforderlichen Rückhaltebeckens. Die Rückhaltebecken werden in der Regel auf der Einzugsfläche selbst angelegt. Nur bei der Einzugsfläche Nr. 2 ist das Anlegen eines Beckens aus Platzgründen nicht möglich. Dies erfolgt auf der Fläche Nr. 3.

Der Zufluss zu den Rückhaltebecken erfolgt über Entwässerungsgräben. Die gedrosselte Abflussmenge wird ebenfalls mit Hilfe von Gräben an den vorhandenen auf der westlichen Seite gelegenen Vorfluter angeschlossen, der an der Südwestseite in die Maade entwässert. Lediglich die Einzugsfläche 4 (Kraftwerkstandort) regelt die Rückhaltung selbst und entwässert direkt in die Jade.

Mit den folgenden hydraulischen Berechnungen erfolgt die Ermittlung der vorhandenen Einleitmengen sowie die Rückhaltevolumina, die zur Drosselung der geplanten Abflussmenge erforderlich sind.

Weiterhin wird nach dem Merkblatt ATV-DVWK-M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ eine Bewertung des Regenabflusses geliefert.

2 Oberflächenentwässerung

2.1 Angeschlossene Flächen

Das gesamte Plangebiet wurde in acht Einzugsgebiete unterteilt mit jeweils folgenden Flächengrößen:

Teilgebietsnummer	Teilgebietsfläche $A_{E,K}$ [ha]	bef. Fläche $A_{E,b}$ [ha]	unbef. Fläche $A_{E,nb}$ [ha]	Anteil bef. Fläche [%]
1	18,8	9,4	9,4	50
2	10,2	7,6	2,6	75
3	41,6	27,0	14,6	65
4	36,0	26,9	9,1	75
5	24,6	16,7	7,9	68
6	87,1	52,4	34,7	60
7	64,4	43,6	20,9	68
8	52,2	40,4	11,8	77
Gesamt	334,9	223,9	111,1	67

Tabelle 1: Angeschlossene Flächen

2.2 Bestandsnachweis

Anhand der Einzugsgebietsflächen erfolgt eine Berechnung der vorhandenen Abflüsse in den Hauptvorfluter östlich des Friesendammes.

2.2.1 Berechnungsgrundlagen

Grundlage der Berechnung ist das Arbeitsblatt DWA-A 118, „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“ (März 2006).

Regenspende – Bestand:	$r_{15(1)}=97,2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$
Regenhäufigkeit – Bestand:	$n = 1 \text{ a}^{-1}$
Mittlere Geländeneigung:	$J_g < 1 \% = \text{Geländegruppe 1}$
Befestigungsgrad – Grünfläche	10 %
Befestigungsgrad – befestigte Fläche	50 %

2.2.2 Bemessung nach DWA-A 118

Das Einzugsgebiet Nr. 7 ist bereits durch das INEOS-Werk zum Teil befestigt. Der Abflussbeiwert ergibt sich aus dem Mittel zwischen befestigter und unbefestigter Fläche.

$$A = 20 \text{ ha} * 50\% + 44,4 * 10\% = 14,44 \text{ ha}$$

$$\text{mittlerer Befestigungsgrad} = 14,44 / 64,4 = 0,22 = 22\%$$

mittlerer Spitzenabflussbeiwert $\psi_m = 0,20$ (interpoliert aus Tabelle 6, DWA-A 118)

Nach der DWA-A 118 ergibt sich der maßgebliche Abfluss aus folgender Formel:

$$Q_r = r_{(D;T)} * \psi_s * A$$

Teileinzugsgebiet Nr.	Fläche [ha]	Regenspende [l/(s·ha)]	Abflussbeiwert ψ_s	Abfluss Q [l/s]
1	18,8	97,2	0,10	182,7
2	10,2	97,2	0,10	99,1
3	41,6	97,2	0,10	404,4
5	24,6	97,2	0,10	239,1
6	87,1	97,2	0,10	846,6
7	64,4	97,2	0,20	1.251,9
8	52,2	97,2	0,10	507,4
Summe	298,9			3.531,2

Tabelle 2: Abflussmengen

Für das Einzugsgebiet Nr. 4 erfolgt keine Bestandsberechnung, da die Flächen des geplanten Kraftwerkes auf dem Gelände selbst zurückgehalten und direkt in die Jade eingeleitet werden.

Der Gesamtabfluss von ca. 3.500 l/s wird ungedrosselt in den Hauptvorfluter östlich des Friesendamms eingeleitet.

2.3 Regenrückhaltung

2.3.1 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnung erfolgt nach dem Arbeitsblatt DWA - A 117 „Richtlinien für die Bemessung, die Gestaltung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken“ (Ausgabe April 2006).

Für das Einzugsgebiet Nr. 4 erfolgt keine Rückhalteberechnung, da die Flächen des geplanten Kraftwerkes auf dem Gelände selbst zurückgehalten und direkt in die Jade eingeleitet werden.

Fließzeit t_f

Es wird von einer Fließzeit im Kanalnetz von ca. 10 Minuten ausgegangen.

Natürlicher Abfluss

Für das Einzugsgebiet wurde eine natürliche Abflussspende von 2 l/(s·ha) angenommen.

Regenhäufigkeit

Es wird eine Überschreitungshäufigkeit von 5 Jahren ($n = 0,2 \text{ a}^{-1}$) gewählt.

Regenreihen

Die Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden ergeben sich aus dem KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2005). Siehe Tabelle 3, Seite 5.

Risikofaktor

Das Ergebnis wird nach Tabelle 2, DWA - A 117 mit dem Zuschlagsfaktor $f_z = 1,2$ multipliziert.



**Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000**

Niederschlagshöhen und -spenden für Wilhelmshaven

Zeitspanne : Januar - Dezember

Rasterfeld : Spalte: 20 Zeile: 22

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	2,7	90,2	4,3	141,8	5,8	193,4	7,8	261,6	9,4	313,2	10,9	364,8	13,0	433,0	14,5	484,6
10,0 min	5,0	83,6	6,9	115,3	8,8	147,0	11,3	188,9	13,2	220,6	15,1	252,3	17,7	294,2	19,6	325,9
15,0 min	6,6	73,4	8,8	97,2	10,9	121,1	13,7	152,6	15,9	176,4	18,0	200,2	20,9	231,7	23,0	255,6
20,0 min	7,7	64,6	10,1	84,0	12,4	103,5	15,5	129,2	17,8	148,7	20,2	168,2	23,3	193,9	25,6	213,4
30,0 min	9,3	51,4	11,9	66,1	14,5	80,7	18,0	100,1	20,6	114,7	23,3	129,3	26,8	148,7	29,4	163,3
45,0 min	10,5	39,0	13,5	50,1	16,5	61,1	20,4	75,6	23,4	86,6	26,4	97,6	30,3	112,2	33,3	123,2
60,0 min	11,3	31,3	14,5	40,3	17,7	49,3	22,0	61,2	25,3	70,1	28,5	79,1	32,8	91,0	36,0	100,0
90,0 min	12,5	23,1	16,0	29,7	19,6	36,3	24,3	45,0	27,8	51,6	31,4	58,1	36,1	66,8	39,6	73,4
2,0 h	13,5	18,7	17,2	24,0	21,0	29,2	26,1	36,2	29,8	41,5	33,6	46,7	38,7	53,7	42,4	59,0
3,0 h	14,9	13,8	19,1	17,7	23,2	21,5	28,8	26,6	32,9	30,5	37,1	34,3	42,6	39,4	46,7	43,3
4,0 h	16,1	11,2	20,5	14,2	25,0	17,3	30,8	21,4	35,3	24,5	39,7	27,6	45,6	31,7	50,1	34,8
6,0 h	17,8	8,3	22,7	10,5	27,6	12,8	34,0	15,8	38,9	18,0	43,8	20,3	50,2	23,3	55,1	25,5
9,0 h	19,8	6,1	25,1	7,8	30,5	9,4	37,6	11,6	42,9	13,2	48,3	14,9	55,3	17,1	60,7	18,7
12,0 h	21,3	4,9	27,0	6,3	32,7	7,6	40,3	9,3	46,0	10,6	51,7	12,0	59,3	13,7	65,0	15,0
18,0 h	23,7	3,7	29,8	4,6	35,8	5,5	43,8	6,8	49,9	7,7	55,9	8,6	63,9	9,9	70,0	10,8
24,0 h	26,1	3,0	32,5	3,8	38,9	4,5	47,4	5,5	53,8	6,2	60,1	7,0	68,6	7,9	75,0	8,7
48,0 h	31,1	1,8	37,5	2,2	43,9	2,5	52,4	3,0	58,8	3,4	65,1	3,8	73,6	4,3	80,0	4,6
72,0 h	38,2	1,5	45,0	1,7	51,8	2,0	60,7	2,3	67,5	2,6	74,3	2,9	83,2	3,2	90,0	3,5

- T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
- h - Niederschlagshöhe (in [mm])
- rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	8,75	14,50	27,00	32,50	37,50	45,00
100 a	23,00	36,00	65,00	75,00	80,00	90,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

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

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

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

Tabelle 3: Niederschlagshöhen - KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes

2.3.2 Bemessung nach DWA - A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117

Anwendung des einfachen Verfahrens

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisiertes Einzugsgebietes	$A_{E,k}$	18,80 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	9,39 ha
unbefestigte Fläche	$A_{E,nb}$	9,41 ha
mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche	$\psi_{m,b}$	0,90
mittlerer Abflussbeiwert der unbefestigten Fläche	$\psi_{m,nb}$	0,10
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	0 l/s
vorgegebene Drosselabflussspende	$q_{Dr,k}$	2 l/(s*ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} * \psi_{m,b} + A_{E,nb} * \psi_{m,nb} \quad A_u = 9,39 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflussspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} * A_{E,k} \quad Q_{Dr,max} = 38 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u \quad q_{Dr,R,u} = 4,0 \text{ l/(s*ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit $t_f = 10 \text{ min}$

und der Häufigkeit $n = 0,20 \text{ 1/a}$

ergibt sich nach den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor $f_A = 0,998$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_Z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_Z = 1,1$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,20/a$ nach KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005)

7. Anwendung von Gleichung 2 für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,20 \text{ 1/a}$	Zugehörige Regenspende r	Drosselab- flussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zw. r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
5	7,8	261,6	4,0	257,6	85
10	11,3	188,9	4,0	184,9	122
15	13,7	152,6	4,0	148,6	147
20	15,5	129,2	4,0	125,2	165
30	18,0	100,1	4,0	96,1	190
45	20,4	75,6	4,0	71,6	212
60	22,0	61,2	4,0	57,2	226
90	24,3	45,0	4,0	41,0	243
120	26,1	36,2	4,0	32,2	254
180	28,8	26,6	4,0	22,6	268
240	30,8	21,4	4,0	17,4	275
360	34,0	15,8	4,0	11,8	280
540	37,6	11,6	4,0	7,6	270
720	40,3	9,3	4,0	5,3	251
1080	43,8	6,8	4,0	2,8	199
1440	47,4	5,5	4,0	1,5	142

Größtwert bei D = 360 min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 280 \text{ [m³/ha]}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung 3:

$$V = V_{s,u} * A_u = 28 \text{ m³/ha} * 9,39 \text{ ha} =$$

$$V = 2627 \text{ m³}$$

Tabelle 4: RRB 1 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 Anwendung des einfachen Verfahrens

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisiertes Einzugsgebietes	$A_{E,k}$	10,20 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	7,60 ha
unbefestigte Fläche	$A_{E,nb}$	2,60 ha
mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche	$\psi_{m,b}$	0,90
mittlerer Abflussbeiwert der unbefestigten Fläche	$\psi_{m,nb}$	0,10
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	0 l/s
vorgegebene Drosselabflusssspende	$q_{Dr,k}$	2 l/(s*ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} * \psi_{m,b} + A_{E,nb} * \psi_{m,nb} \quad A_u \quad 7,10 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflusssspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} * A_{E,k} \quad Q_{Dr,max} = \quad 20 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u \quad q_{Dr,R,u} = \quad 2,9 \text{ l/(s*ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit	$t_f =$	10 min
und der Häufigkeit	$n =$	0,20 1/a
ergibt sich nach den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor	$f_A =$	0,998

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_Z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu	$f_Z =$	1,1
--	---------	-----

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,20/a$ nach KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005)

7. Anwendung von Gleichung 2 für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,20 \text{ l/a}$	Zugehörige Regenspende r	Drosselab- flussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zw. r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
5	7,8	261,6	2,9	258,7	85
10	11,3	188,9	2,9	186,0	123
15	13,7	152,6	2,9	149,7	148
20	15,5	129,2	2,9	126,3	166
30	18,0	100,1	2,9	97,2	192
45	20,4	75,6	2,9	72,7	216
60	22,0	61,2	2,9	58,3	231
90	24,3	45,0	2,9	42,1	250
120	26,1	36,2	2,9	33,3	264
180	28,8	26,6	2,9	23,7	281
240	30,8	21,4	2,9	18,5	293
360	34,0	15,8	2,9	12,9	307
540	37,6	11,6	2,9	8,7	311
720	40,3	9,3	2,9	6,4	305
1080	43,8	6,8	2,9	3,9	279
1440	47,4	5,5	2,9	2,6	249

Größtwert bei D = 540 min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 311 \text{ [m³/ha]}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung 3:

$$V = V_{s,u} * A_u = 28 \text{ m³/ha} * 9,39 \text{ ha} =$$

$$V = 2205 \text{ m³}$$

Tabelle 5: RRB 2 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 Anwendung des einfachen Verfahrens

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisiertem Einzugsgebietes	$A_{E,k}$	41,60 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	26,98 ha
unbefestigte Fläche	$A_{E,nb}$	14,62 ha
mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche	$\psi_{m,b}$	0,90
mittlerer Abflussbeiwert der unbefestigten Fläche	$\psi_{m,nb}$	0,10
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	0 l/s
vorgegebene Drosselabflussspende	$q_{Dr,k}$	2 l/(s*ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} * \psi_{m,b} + A_{E,nb} * \psi_{m,nb} \quad A_u = 25,75 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflussspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} * A_{E,k} \quad Q_{Dr,max} = 83 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u \quad q_{Dr,R,u} = 3,2 \text{ l/(s*ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit $t_f = 10 \text{ min}$

und der Häufigkeit $n = 0,20 \text{ 1/a}$

ergibt sich nach den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor $f_A = 0,998$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_z = 1,1$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,20/a$ nach KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005)

7. Anwendung von Gleichung 2 für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_z * f_A * 0,06$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,20 \text{ 1/a}$	Zugehörige Regenspende r	Drosselab- flussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zw. r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
5	7,8	261,6	3,2	258,4	85
10	11,3	188,9	3,2	185,7	122
15	13,7	152,6	3,2	149,4	148
20	15,5	129,2	3,2	126,0	166
30	18,0	100,1	3,2	96,9	191
45	20,4	75,6	3,2	72,4	215
60	22,0	61,2	3,2	58,0	229
90	24,3	45,0	3,2	41,8	248
120	26,1	36,2	3,2	33,0	261
180	28,8	26,6	3,2	23,4	277
240	30,8	21,4	3,2	18,2	287
360	34,0	15,8	3,2	12,6	298
540	37,6	11,6	3,2	8,4	298
720	40,3	9,3	3,2	6,1	288
1080	43,8	6,8	3,2	3,6	254
1440	47,4	5,5	3,2	2,3	215

Größtwert bei D = 360 min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 298 \text{ [m³/ha]}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung 3:

$$V = V_{s,u} * A_u = 28 \text{ m³/ha} * 9,39 \text{ ha} =$$

$$V = 7674 \text{ m³}$$

Tabelle 6: RRB 3 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 Anwendung des einfachen Verfahrens

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisierten Einzugsgebietes	$A_{E,k}$	24,60 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	16,70 ha
unbefestigte Fläche	$A_{E,nb}$	7,90 ha
mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche	$\psi_{m,b}$	0,90
mittlerer Abflussbeiwert der unbefestigten Fläche	$\psi_{m,nb}$	0,10
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	0 l/s
vorgegebene Drosselabflussspende	$q_{Dr,k}$	2 l/(s*ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} * \psi_{m,b} + A_{E,nb} * \psi_{m,nb} \quad A_u \quad 15,82 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflussspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} * A_{E,k} \quad Q_{Dr,max} = \quad 49 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u \quad q_{Dr,R,u} = \quad 3,1 \text{ l/(s*ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit $t_f = \quad 10 \text{ min}$

und der Häufigkeit $n = \quad 0,20 \text{ 1/a}$

ergibt sich nach den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor $f_A = \quad 0,998$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_Z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_Z = \quad 1,1$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,20/a$ nach KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005)

7. Anwendung von Gleichung 2 für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,20 \text{ 1/a}$	Zugehörige Regenspende r	Drosselab- flusssspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zw. r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
5	7,8	261,6	3,1	258,5	85
10	11,3	188,9	3,1	185,8	122
15	13,7	152,6	3,1	149,5	148
20	15,5	129,2	3,1	126,1	166
30	18,0	100,1	3,1	97,0	192
45	20,4	75,6	3,1	72,5	215
60	22,0	61,2	3,1	58,1	230
90	24,3	45,0	3,1	41,9	248
120	26,1	36,2	3,1	33,1	262
180	28,8	26,6	3,1	23,5	279
240	30,8	21,4	3,1	18,3	289
360	34,0	15,8	3,1	12,7	301
540	37,6	11,6	3,1	8,5	302
720	40,3	9,3	3,1	6,2	294
1080	43,8	6,8	3,1	3,7	263
1440	47,4	5,5	3,1	2,4	227

Größtwert bei D = 360 min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 302 \text{ [m³/ha]}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung 3:

$$V = V_{s,u} * A_u = 302 \text{ m³/ha} * 15,82 \text{ ha} =$$

$$V = 4778 \text{ m³}$$

Tabelle 7: RRB 5 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 Anwendung des einfachen Verfahrens

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisiertem Einzugsgebietes	$A_{E,k}$	87,10 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	52,39 ha
unbefestigte Fläche	$A_{E,nb}$	34,71 ha
mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche	$\psi_{m,b}$	0,90
mittlerer Abflussbeiwert der unbefestigten Fläche	$\psi_{m,nb}$	0,10
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	0 l/s
vorgegebene Drosselabflussspende	$q_{Dr,k}$	2 l/(s*ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} * \psi_{m,b} + A_{E,nb} * \psi_{m,nb} \quad A_u = 50,62 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflussspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} * A_{E,k} \quad Q_{Dr,max} = 174 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u \quad q_{Dr,R,u} = 3,4 \text{ l/(s*ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit $t_f = 10 \text{ min}$

und der Häufigkeit $n = 0,20 \text{ 1/a}$

ergibt sich nach den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor $f_A = 0,998$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_z = 1,1$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,20/a$ nach KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005)

7. Anwendung von Gleichung 2 für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_z * f_A * 0,06$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,20 \text{ 1/a}$	Zugehörige Regenspende r	Drosselab- flussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zw. r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
5	7,8	261,6	3,4	258,2	85
10	11,3	188,9	3,4	185,5	122
15	13,7	152,6	3,4	149,2	147
20	15,5	129,2	3,4	125,8	166
30	18,0	100,1	3,4	96,7	191
45	20,4	75,6	3,4	72,2	214
60	22,0	61,2	3,4	57,8	228
90	24,3	45,0	3,4	41,6	246
120	26,1	36,2	3,4	32,8	259
180	28,8	26,6	3,4	23,2	275
240	30,8	21,4	3,4	18,0	284
360	34,0	15,8	3,4	12,4	293
540	37,6	11,6	3,4	8,2	290
720	40,3	9,3	3,4	5,9	278
1080	43,8	6,8	3,4	3,4	239
1440	47,4	5,5	3,4	2,1	195

Größtwert bei D = 240 min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 293 \text{ [m³/ha]}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung 3:

$V = V_{s,u} * A_u = 293 \text{ m³/ha} * 50,62 \text{ ha} =$

V = 14835 m³

Tabelle 8: RRB 6 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 Anwendung des einfachen Verfahrens

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisierten Einzugsgebietes	$A_{E,k}$	64,40 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	43,57 ha
unbefestigte Fläche	$A_{E,nb}$	20,83 ha
mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche	$\psi_{m,b}$	0,90
mittlerer Abflussbeiwert der unbefestigten Fläche	$\psi_{m,nb}$	0,10
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	0 l/s
vorgegebene Drosselabflusssspende	$q_{Dr,k}$	2 l/(s*ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} * \psi_{m,b} + A_{E,nb} * \psi_{m,nb} \quad A_u = 41,30 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflusssspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} * A_{E,k} \quad Q_{Dr,max} = 129 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u \quad q_{Dr,R,u} = 3,1 \text{ l/(s*ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit $t_f = 10 \text{ min}$

und der Häufigkeit $n = 0,20 \text{ 1/a}$

ergibt sich nach den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor $f_A = 0,998$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_z = 1,1$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,20/a$ nach KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005)

7. Anwendung von Gleichung 2 für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_z * f_A * 0,06$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,20 \text{ 1/a}$	Zugehörige Regenspende r	Drosselab- flusspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zw. r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
5	7,8	261,6	3,1	258,5	85
10	11,3	188,9	3,1	185,8	122
15	13,7	152,6	3,1	149,5	148
20	15,5	129,2	3,1	126,1	166
30	18,0	100,1	3,1	97,0	192
45	20,4	75,6	3,1	72,5	215
60	22,0	61,2	3,1	58,1	230
90	24,3	45,0	3,1	41,9	248
120	26,1	36,2	3,1	33,1	262
180	28,8	26,6	3,1	23,5	278
240	30,8	21,4	3,1	18,3	289
360	34,0	15,8	3,1	12,7	301
540	37,6	11,6	3,1	8,5	302
720	40,3	9,3	3,1	6,2	293
1080	43,8	6,8	3,1	3,7	262
1440	47,4	5,5	3,1	2,4	226

Größtwert bei D =540 min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 302 \text{ [m³/ha]}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung 3:

$V = V_{s,u} * A_u = 28 \text{ m³/ha} * 9,39 \text{ ha} =$

V = 12460 m³

Tabelle 9: RRB 7 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 Anwendung des einfachen Verfahrens

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisiertem Einzugsgebietes	$A_{E,k}$	52,20 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	40,37 ha
unbefestigte Fläche	$A_{E,nb}$	11,84 ha
mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche	$\psi_{m,b}$	0,90
mittlerer Abflussbeiwert der unbefestigten Fläche	$\psi_{m,nb}$	0,10
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	0 l/s
vorgegebene Drosselabflusspende	$q_{Dr,k}$	2 l/(s*ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} * \psi_{m,b} + A_{E,nb} * \psi_{m,nb} \quad A_u = 37,51 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflusspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} * A_{E,k} \quad Q_{Dr,max} = 104 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u \quad q_{Dr,R,u} = 2,8 \text{ l/(s*ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit $t_f = 10 \text{ min}$

und der Häufigkeit $n = 0,20 \text{ 1/a}$

ergibt sich nach den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor $f_A = 0,998$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_z = 1,1$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,20/a$ nach KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005)

7. Anwendung von Gleichung 2 für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_z * f_A * 0,06$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,20 \text{ 1/a}$	Zugehörige Regenspende r	Drosselab- flussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zw. r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
5	7,8	261,6	2,8	258,8	85
10	11,3	188,9	2,8	186,1	123
15	13,7	152,6	2,8	149,8	148
20	15,5	129,2	2,8	126,4	167
30	18,0	100,1	2,8	97,3	192
45	20,4	75,6	2,8	72,8	216
60	22,0	61,2	2,8	58,4	231
90	24,3	45,0	2,8	42,2	250
120	26,1	36,2	2,8	33,4	264
180	28,8	26,6	2,8	23,8	283
240	30,8	21,4	2,8	18,6	294
360	34,0	15,8	2,8	13,0	309
540	37,6	11,6	2,8	8,8	314
720	40,3	9,3	2,8	6,5	309
1080	43,8	6,8	2,8	4,0	286
1440	47,4	5,5	2,8	2,7	258

Größtwert bei D = 540 min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 314 \text{ [m³/ha]}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung 3:

$V = V_{s,u} * A_u = 28 \text{ m³/ha} * 9,39 \text{ ha} =$

V = 11769 m³

Tabelle 10: RRB 8 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117

2.3.3 Berechnungsergebnisse

Die erforderlichen Rückhaltevolumina sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Fläche	erf. Speicher- volumen	Flächen- bedarf RRB
Nr.	[m ³]	[m ²]
1	2.627	3.500
2	2.205	3.000
3	7.674	9.000
5	4.778	5.500
6	14.835	17.000
7	12.460	14.500
8	11.769	14.000
Gesamt	56.348	66.500

Tabelle 11: Erforderliches Rückhaltevolumen

Der Platzbedarf für das Rückhaltebecken ergibt sich aus der Speicherlamelle von maximal 1,0 m, dem Freibord von 0,5 m und den wechselnden Böschungsneigungen von 1 : 2 – 1 : 5. Hinzu kommt ein 5 m breiter Räumstreifen, der das Rückhaltebecken umgibt.

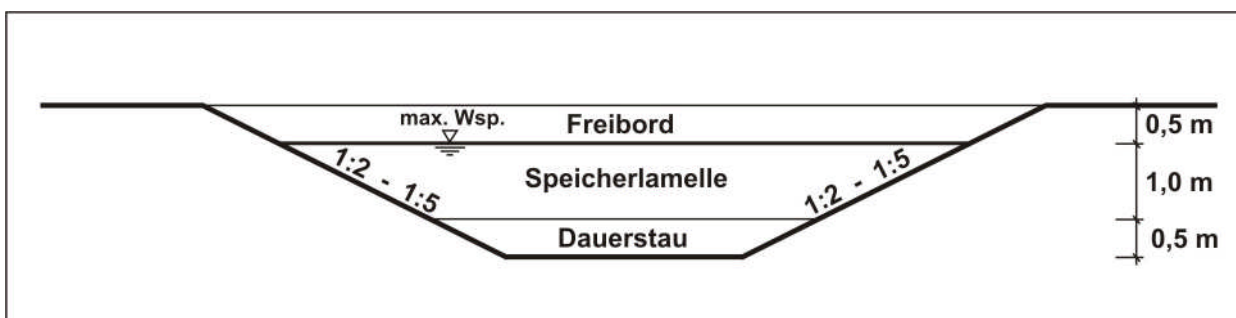


Tabelle 12: Prinzipskizze Querschnitt Regenrückhaltebecken

3 Bewertung des Regenabflusses

Die Bewertung des Regenabflusses erfolgt nach dem Merkblatt ATV-DVWK-M153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ (Ausgabe Febr. 2000).

Es wird zwischen weniger stark belasteten Gewerbeflächen (Einzugsgebiet 1-3, 7-8) und den stark belasteten Massenschüttgutlagerflächen (Einzugsgebiet 5-6) unterschieden.

3.1 Einstufung des Gewässers

Bei dem Gewässer in den der gedrosselte Regenabfluss eingeleitet werden soll, handelt es sich um einen Seitengraben entlang des Friesendamms, der der Maade, ein Gewässer II. Ordnung, zugeleitet wird. Nach Tabelle 1a des Merkblattes ATV-DVWK-M153 ist Graben dem Gewässertyp G5 zuzuordnen, der 18 Gewässerpunkte erhält.

3.2 Einflüsse aus der Luft

Für die Gewerbeflächen 1-3 und 7-8 ist nach Tabelle 2 (ATV-DVWK-M153) von einer mittleren Luftverschmutzung auszugehen, da das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen unter 15.000 Kfz/24 h liegt. Der Einfluss aus der Luft (L) ist somit mit 2 Bewertungspunkten zu beurteilen (Typ L2).

Bei den Massenschüttgutlagerflächen ist dagegen mit einer starken Luftverschmutzung zu rechnen. (L4, 8 Bewertungspunkte).

3.3 Verschmutzung von Oberflächen

Bei der Beurteilung des Verschmutzungsgrades des Regenabflusses in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche (F) wird eine pauschale Flächenermittlung vorgenommen. Hierzu werden lediglich die befestigten Flächen angesetzt, jedoch mit einem Abflussbeiwert von $\psi_m = 1$ multipliziert. Die unbefestigten Flächen bleiben unberücksichtigt.

Die Flächengrößen ergeben sich nach folgender Tabelle:

Fläche	Einzugs- gebietsfläche	Befestigte Fläche
Nr.	[ha]	[ha]
1	18,8	9,4
2	10,2	7,6
3	41,6	27,0
7	64,4	43,6
8	52,2	40,4
Gesamt	187,2	127,9
5	24,6	16,7
6	87,1	52,4
Gesamt	111,7	69,1

Tabelle 13: Flächengrößen

Somit ergibt sich für die Einzugsgebietsflächen 5-6 eine Gesamtflächengröße von $A_{u,1} = 69,1$ ha, bei der von einer mittleren Belastung ausgegangen wird (Typ F5, 27 Bewertungspunkte).

Bei den übrigen Gewerbegebieten 1-3 und 7-8 ist ein höherer Anteil an Dachflächen anzusetzen, die eine geringe Flächenverschmutzung aufweisen. Daher erfolgt hier die Bewertung für diese Flächen mit einer Größe von $A_{u,2} = 127,6$ ha als Typ F3 mit 12 Punkten.

Die Flächenanteile betragen:

$$f_1 = \frac{127,9}{197,0} = 0,65$$

$$f_2 = \frac{69,1}{197,0} = 0,35$$

Das Merkblatt ATV-DVWK-M153 gibt das Nachweisverfahren in tabellarischer Form vor:

Gewässer (Tabelle 1a)		Typ		Gewässerpunkte G		
großer Flachlandbach		G 5		G = 18		
Flächenanteil f_i (Kapitel 4)		Luft L_i (Tabelle 2)		Flächen F_i (Tabelle 3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
127,9	0,65	L2	2	F3	12	9,1
69,1	0,35	L4	8	F5	27	12,3
$\Sigma = 197,0$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i$:				B = 21,4

Tabelle 14: Bewertungsverfahren nach Merkblatt ATV-DVWK-M153

3.4 Ergebnis

Für die vorgesehene Einleitung in den Straßenseitengraben des Friesendamms mit 18 Gewässerpunkten werden die qualitativen Anforderungen nicht erfüllt. Es ist zu prüfen, in welchem Umfang eine Behandlung des Regenwassers erforderlich ist.

INHALTSVERZEICHNIS

1	DARSTELLUNG DER BAUMAßNAHME	1
2	OBERFLÄCHENTWÄSSERUNG	2
2.1	Angeschlossene Flächen	2
2.2	Bestandsnachweis	2
2.2.1	Berechnungsgrundlagen	2
2.2.2	Bemessung nach DWA-A 118	3
2.3	Regenrückhaltung	4
2.3.1	Berechnungsgrundlagen	4
2.3.2	Bemessung nach DWA - A 117	6
2.3.3	Berechnungsergebnisse.....	20
3	BEWERTUNG DES REGENABFLUSSES	21
3.1	Einstufung des Gewässers.....	21
3.2	Einflüsse aus der Luft	21
3.3	Verschmutzung von Oberflächen	21
3.4	Ergebnis.....	23

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Angeschlossene Flächen	2
Tabelle 2: Abflussmengen	3
Tabelle 3: Niederschlagshöhen - KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes	5
Tabelle 4: RRB 1 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117	7
Tabelle 5: RRB 2 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117	9
Tabelle 6: RRB 3 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117	11
Tabelle 7: RRB 5 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117	13
Tabelle 8: RRB 6 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117	15
Tabelle 9: RRB 7 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117	17
Tabelle 10: RRB 8 - Bemessung von Regenrückhalteräumen nach DWA - A 117	19
Tabelle 11: Erforderliches Rückhaltevolumen.....	20
Tabelle 12: Prinzipskizze Querschnitt Regenrückhaltebecken	20
Tabelle 13: Flächengrößen.....	22
Tabelle 14: Bewertungsverfahren nach Merkblatt ATV-DVWK-M153.....	23