

Wassertechnische Berechnungen

für den

**Neubau der A 20
Nord-West-Umfahrung Hamburg**

Teil B

Autobahnkreuz A 20 / A 7

von Bau-km 14+200 bis Bau-km 16+100

Deckblatt

vollständig überarbeitete Fassung 09/2012

Aufgestellt:
Itzehoe, 29.06.2009
LBV - SH
Niederlassung Itzehoe

gez. Kohlsaatt

Bearbeitet:
Schwerin, 06/2009
Mecklenburgisches Ingenieurbüro
für Verkehrsbau GmbH Schwerin

13.1 Wassertechnische Berechnungen

Änderungen - Anlage 13.1 Wassertechnische Berechnungen

Seite alt	Seite neu	Lfd.-Nr. /Bezeichnung	Art der Änderung	Deckblatt 2012
2	2	Inhaltsverzeichnis	Anpassung aufgrund entfallener Seiten	X
12	12	13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	Berechnung angepasst	X
13	13	13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	Berechnung angepasst	X
14	14	13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	Berechnung angepasst	X
15		13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	RRB A7-02 entfällt	
16		13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	RRB A7-02 entfällt	
17		13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	RRB A7-02 entfällt	
18	15	13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	Berechnung angepasst	X
19	16	13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7-02	Berechnung angepasst	X
20		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
21		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
22		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
23		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
24		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
25		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
26		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
27		13.1.3 Entwässerungsabschnitt A7-01	RRB A7-01 entfällt	
28	17	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
29	18	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
30	19	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
31	20	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
32	21	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
33	22	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
34	23	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
35	24	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
36	25	13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09		X
37		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
38		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
39		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
40		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
41		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
42		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
43		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
44		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	
45		13.1.5 Entwässerungsabschnitt A7-03	RRB 3/West entfällt	

Inhaltsverzeichnis

13.1.1	Entwässerungsabschnitt RRB 08.....	3
13.1.2	Entwässerungsabschnitt A7 - 02.....	12
13.1.4	Entwässerungsabschnitt 09	17

13.1 Wassertechnische Berechnungen

13.1.1 Entwässerungsabschnitt RRB 08

RRB 08

Berechnung der maßgeblichen Bemessungswerte

$n =$	0,5
$r_{15(1)} =$	102,8 l/(s·ha)
$f_z =$	1,0
$f_A =$	1,0
Einzugsgebiet, A_{red}	0,68 ha

gewählter Drosselabfluss gemäß Vereinbarung mit dem Kreis Segeberg

Drosselabflussspende $q_{Dr,R,u} =$	0,6 l/(s·ha)
$Q_{ab} =$	0,408 l/s
mind. Jedoch $Q_{ab} =$	2,0 l/s
gewählter Drosselabfluss =	2,0 l/s
entspricht =	2,94 l/(s·ha)

			2,94		
Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n=0,5/a$	Zugehörige Regenspende r	Drossel- abflussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speicher- volumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/(s·ha)]	[l/(s·ha)]	[l/(s·ha)]	[m³/ha]
20	13,2	110,0	2,94	107,1	128,5
30	15,3	84,7	2,94	81,8	147,2
45	17,6	65,3	2,94	62,4	168,4
60	19,5	54,3	2,94	51,4	184,9
90	21,5	39,8	2,94	36,9	199,0
120	23,0	31,9	2,94	29,0	208,5
180	25,3	23,4	2,94	20,5	220,9
240	27,0	18,8	2,94	15,9	228,3
360	29,7	13,8	2,94	10,9	234,5
540	32,7	10,1	2,94	7,2	231,9
720	35,1	8,1	2,94	5,2	222,8
1080	38,1	5,9	2,94	3,0	191,6
1440	41,2	4,8	2,94	1,9	160,4
2880	49,0	2,8	2,94	-0,1	-24,8
4320	54,8	2,1	2,94	-0,8	-218,6
5760	60,6	1,7	2,94	-1,2	-429,7

extrapoliert

Das maßgebliche Regenereignis bestimmt sich aus der Tabelle mit $r_{360(0,5)} = 13,8 \text{ l/(s·ha)}$

Das spezifische Speichervolumen beträgt 234,5 m³/ha

Dauerstufe 360 min

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 08

Bemessung des Absatzbeckens

Bemessungszufluss

$$\begin{aligned}Q_{\text{Bem}} &= Q_{\text{tf}(1)} \quad [\text{l/s}] \\Q_{\text{tf}(1)} &= A_u \cdot r_{15(1)} \cdot \varphi \quad [\text{l/s}] \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\Q_{\text{tf}(1)} &= \text{Regenwasserzufluss für } n = 1 \\A_u &= \text{undurchlässige Fläche, angeschlossene Entwässerungsfläche} \\A_u &= 0,68 \text{ ha} \\r_{15(1)} &= \text{Regenspende von 15 min und } n = 1 \\r_{15(1)} &= 102,8 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} \\\varphi_{\text{tf}(1)} &= \text{Zeitbeiwert aus Fließzeit} \\\varphi_{\text{tf}(1)} &= 1,00 \text{ nicht angesetzt} \\Q_{\text{tf}(1)} &= 69,853 \text{ l/s} \\Q_{\text{Bem}} &= 69,853 \text{ l/s}\end{aligned}$$

Erforderliche Oberfläche

$$\begin{aligned}O_{\text{erf}} &= Q_{\text{Bem}} / (1000 \cdot v_s) \quad [\text{m}^2] \\O_{\text{erf}} &= \text{Erforderliche Oberfläche} \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\v_s &= \text{Steiggeschwindigkeit} \quad [\text{m/s}] \\v_s &= 0,0025 \text{ m/s} \\O_{\text{erf}} &= 27,94 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Erforderliche Fläche unter der Tauchwand

$$\begin{aligned}A_{\text{Tw}} &= Q_{\text{Bem}} / (1000 \cdot v_{\text{horiz}}) \quad [\text{m}^2] \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\v_{\text{horiz}} &= \text{Horizontale Durchflusssgeschwindigkeit unter der Tauchwand} [\text{m/s}] \\v_{\text{horiz}} &= 0,05 \text{ m/s} \\A_{\text{Tw}} &= 1,40 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Erforderliches Schlammstapelvolumen

$$\begin{aligned}V_{\text{sch}} &= A_u \cdot 1,0 \text{ m}^3 / (\text{ha} \cdot \text{a}) \quad [\text{m}^3] \\V_{\text{sch}} &= 0,68 \text{ m}^3\end{aligned}$$

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 08

Gewählte Abmessungen

Ständiger Wasserstand	t	=	2,00 m
Eintauchtiefe der Tauchwand	t _{Tw}	=	0,30 m
Höhe unter der Tauchwand	h _{Tw}	=	1,70 m
Höhe des Ölspeicherraumes	h _{Öl}	=	0,30 m
Höhe des Schlammstapelraumes	h _{Sch}	=	0,20 m
Breite der Beckensohle	b _{So}	=	2,00 m
Oberfläche des ständigen Wasserstandes im Absetz- becken (bis Tauchwand)			
digital ermittelt (ACAD)	O _{Abs}	=	103,65 m ²
Fläche der Beckensohle im Absetzbecken:			
digital ermittelt (ACAD)	A _{So}	=	19,52 m ²
mittlere Beckenlänge im Bereich des Wassers	L _{mittel}	=	14,00 m
mittlere Beckenbreite im Bereich des Wassers	b _{mittel}	=	6,00 m

Nachweise :

Hydraulisch anrechenbare Oberfläche

$$\begin{aligned} O_{\text{hyd}} &= (O_{\text{Abs}} + A_{\text{So}}) / 2 & [\text{m}^2] \\ O_{\text{hyd}} &= 61,585 \text{ m}^2 > 27,94 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Fläche unter der Tauchwand

$$\begin{aligned} A_{\text{Tw}} &= b_{\text{So}} \cdot h_{\text{Tw}} + 2 \cdot h_{\text{Tw}}^2 & [\text{m}^2] \\ A_{\text{Tw}} &= 8,78 \text{ m}^2 > 1,40 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ölspeichervolumen

$$\begin{aligned} V_{\text{Öl}} &= O_{\text{Abs}} \cdot h_{\text{Öl}} & [\text{m}^3] \\ V_{\text{Öl}} &= 31,095 \text{ m}^3 > 30,00 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Schlammstapelvolumen:

$$\begin{aligned} V_{\text{sch}} &= A_{\text{So}} \cdot h_{\text{Sch}} & [\text{m}^3] \\ V_{\text{sch}} &= 3,90 \text{ m}^3 > 0,68 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Seitenverhältnis

$$L_{\text{mittel}} / b_{\text{mittel}} = 2,33$$

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 08

Bemessungsdaten für das Wasserspiegeldiagramm

Lastfall : zweijähriges Ereignis

Absetzbecken

Ruhewasserspiegel [Wsp]	13,20 mNN
Abflussspende	13,80 l/s·ha
Einzugsgebiet, A_{red}	0,68 ha
max Zufluss	9,38 l/s
Dauerstufe	360 min
theoretische Wasserfläche bei 0,5 m über A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	211,62 m ²
A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	160,63 m ²
ideelle Kegelspitze	5,413 m

Regenrückhaltebecken

Ruhewasserspiegel [Wsp]	12,80 mNN
Stauhöhe Regenrückhaltebecken	0,40 m
theoretische Wasserfläche bei 0,5 m über A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	415 m ²
A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	303 m ²
ideelle Kegelspitze	4,697 m

Maßgebende Ruhewasser- spiegelfläche Regenrückhaltebecken

theoretische Wasserfläche bei 0,5 m über A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	415 m ²
A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	303 m ²
ideelle Kegelspitze	4,697 m

Ablauforgan	Kreisdrossel
Durchmesser	70 mm
Abflußbeiwert μ	0,58
Einbauhöhe	12,80 mNN

Notüberlauf Regenrückhaltebecken

Wehrbreite	2,00 m
Überfallbeiwert μ	0,40
Höhe der Überlaufkante	13,20 mNN

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 08

Überschwemmungspolder

Sohle Überschwemmungspolder	12,60 mNN
Ruhewasserspiegel Graben [Wsp]	12,40 mNN
Stauhöhe Überschwemmungspolder	0,5 m
theoretische Wasserfläche	1268 m ²
bei 0,5 m über A_{Polder}	
A_{Polder}	1.041 m ²
ideelle Kegelspitze	4,824 m
Grabenlänge	64,00 m
Sohlbreite	1,00 m
Böschungsneigung Graben 1:	2

Ablauforgan Kreisdrossel

Durchmesser 45 mm

Abflußbeiwert μ 0,58

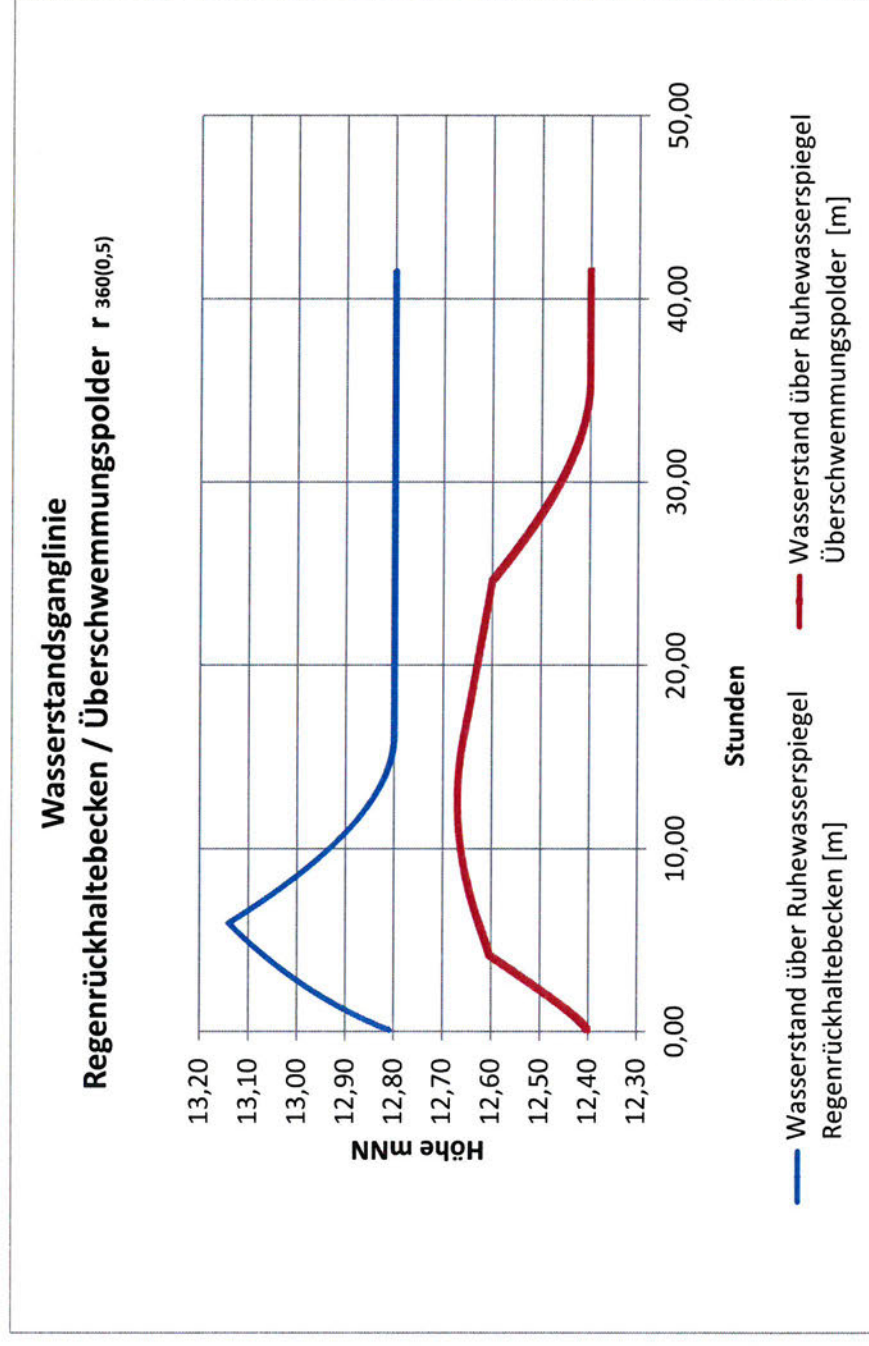
Einbauhöhe 12,40 mNN

Notüberlauf Überschwemmungspolder

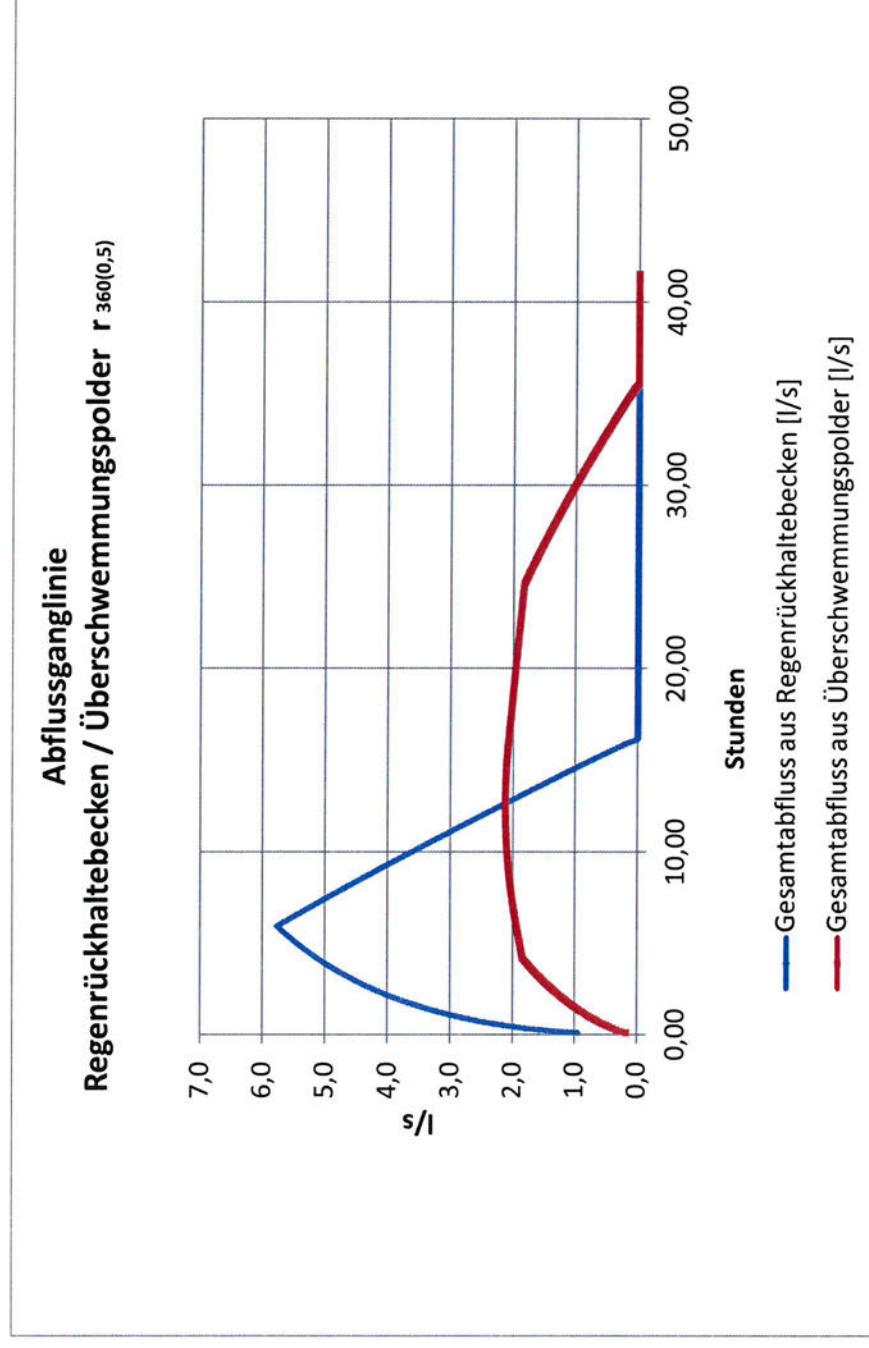
Wehrbreite 2,00 m

Überfallbeiwert μ 0,40

Höhe der Überlaufkante 12,90 mNN



13.1 Wassertechnische Berechnungen



13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 08**Streusalzeintrag in die oberirdischen Gewässer***Berechnung einer einzelnen Einleitsituation*

spezifischer Streusalzeintrag pro Streugang

$$G = 20 \text{ g/m}^2 = 200 \text{ kg/ha}$$

Betrachtete Entwässerungsabschnittsfläche

$$\begin{aligned} \text{Einzugsgebiet, } A_{\text{red}} &= 0,6795 \text{ ha} \\ r_{15(1)} &= 102,8 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \\ Q_{\text{zu}} &= 69,9 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Direkteintrag} \quad d &= 100 \% \\ \text{Regenvolumen} \quad V_{r15(1)} &= 63 \text{ m}^3 \\ \text{Salzmasse} \quad m &= 135,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Konzentration im Zulauf} = 2,16 \text{ g/l}$$

Wasservolumen Regenrückhaltebecken

$$\text{Volumen } V = 1,7 \cdot A_{\text{rrb}} = 515 \text{ m}^3$$

Abminderung durch Verdünnung im Regenrückhaltebecken

$$\text{abmittel} = 30\%$$

$$\text{Salzkonzentration im Ablauf Regenrückhalte.} = 0,65 \text{ g/l}$$

Abflussverhältnis

$$Q_{\text{zu}}/Q_{\text{ab}} = 0,0286$$

Ablaufmenge des RRB

$$\begin{aligned} Q_{\text{ab}} &= 2,0 \text{ l/s} \\ \text{Entleerungszeit} &= 31.434 \text{ s} \quad 8,7 \text{ h} \end{aligned}$$

Einleitung in den Vorfluter : Gewässer A (Ohlau)

Mittelwasserführung des Vorfluters

$$\begin{aligned} A_e &= 39,83 \text{ km}^2 \\ M_q &= 11 \text{ l/(s}\cdot\text{km}^2) \\ MQ &= 438,13 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\text{maximale Erhöhung der Salzkonzentration im Vorfluter} = 0,003 \text{ g/l}$$

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 08

Berechnung der jährlichen Belastung

spezifischer Streusalzeintrag pro Streugang		
$G = 20 \text{ g/m}^2$	=	200 kg/ha
Anzahl der Streugänge / Jahr	=	15
Anteil des Direkteintrags	d =	100 %
Jahreshektarverbrauch	$m_a =$	3.000 kg/ha

Betrachtete Entwässerungsabschnittsfläche
Einzugsgebiet, A_{red} 0,6795 ha

Abflusswirksamer Jahresniederschlag von befestigten Flächen

	$N =$	400 mm
Jahresvolumen (QA_{red})	$V =$	2.718 m ³
Jahressalzmasse	$m =$	2.039 kg

Mittelwasserführung des Vorfluters : Gewässer A (Ohlau)

$A_e =$	39,84 km ²
$M_q =$	11 l/(s·km ²)
$MQ =$	438,2 l/s

Jahresabflussvolumen	$V =$ 13.819.225 m ³
Jahressalzmasse	$m =$ 2.039 kg

Erhöhung der Salzkonzentration im Jahresdurchschnitt = 0,0001 g/l

13.1 Wassertechnische Berechnungen

13.1.2 Entwässerungsabschnitt A7 - 02

RRB A7 - 02

Berechnung der maßgeblichen Bemessungswerte

$n =$	0,5
$r_{15(1)} =$	102,8 l/(s·ha)
$f_z =$	1,0
$f_A =$	1,0
Einzugsgebiet, A_{red}	4,51 ha

gewählter Drosselabfluss gemäß Vereinbarung mit dem Kreis Segeberg

Drosselabflussspende $q_{\text{Dr,R,u}}$	= 0,6 l/(s·ha)
Q_{ab}	= 2,703 l/s
mind. jedoch Q_{ab}	= 3,0 l/s
gewählter Drosselabfluss	= 3,0 l/s
entspricht	= 0,67 l/(s·ha)

0,67					
Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n=0,5/a$	Zugehörige Regenspende r	Drossel- abflussspende $q_{\text{Dr,R,u}}$	Differenz zwischen r und $q_{\text{Dr,R,u}}$	spezifisches Speicher- volumen $V_{\text{s,u}}$
[min]	[mm]	[l/(s·ha)]	[l/(s·ha)]	[l/(s·ha)]	[m³/ha]
20	13,2	110,0	0,67	109,3	131,2
30	15,3	84,7	0,67	84,0	151,3
45	17,6	65,3	0,67	64,6	174,5
60	19,5	54,3	0,67	53,6	193,1
90	21,5	39,8	0,67	39,1	211,3
120	23,0	31,9	0,67	31,2	224,9
180	25,3	23,4	0,67	22,7	245,5
240	27,0	18,8	0,67	18,1	261,1
360	29,7	13,8	0,67	13,1	283,7
540	32,7	10,1	0,67	9,4	305,7
720	35,1	8,1	0,67	7,4	321,2
1080	38,1	5,9	0,67	5,2	339,2
1440	41,2	4,8	0,67	4,1	357,2
2880	49,0	2,8	0,67	2,1	368,8
4320	54,8	2,1	0,67	1,4	371,7
5760	60,6	1,7	0,67	1,0	357,4

extrapoliert

Das maßgebliche Regenereignis bestimmt sich aus der Tabelle mit

$$r_{4320(0,5)} = 2,1 \text{ l/(s·ha)}$$

Das spezifische Speichervolumen beträgt

$$371,7 \text{ m³/ha}$$

Dauerstufe

4320 min

DECKBLATT

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB A7 - 02

Bemessung des Absetzbeckens

Bemessungszufluss

$$\begin{aligned}Q_{\text{Bem}} &= Q_{\text{tf}(1)} \quad [\text{l/s}] \\Q_{\text{tf}(1)} &= A_u \cdot r_{15(1)} \cdot \varphi \quad [\text{l/s}] \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\Q_{\text{tf}(1)} &= \text{Regenwasserzufluss für } n = 1 \\A_u &= \text{undurchlässige Fläche, angeschlossene Entwässerungsfläche} \\A_u &= 4,51 \text{ ha} \\r_{15(1)} &= \text{Regenspende von 15 min und } n = 1 \\r_{15(1)} &= 102,8 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} \\\varphi_{\text{tf}(1)} &= \text{Zeitbeiwert aus Fließzeit} \\\varphi_{\text{tf}(1)} &= 1,00 \text{ nicht angesetzt} \\Q_{\text{tf}(1)} &= 463,114 \text{ l/s} \\Q_{\text{Bem}} &= 463,114 \text{ l/s}\end{aligned}$$

Erforderliche Oberfläche

$$\begin{aligned}O_{\text{erf}} &= Q_{\text{Bem}} / (1000 \cdot v_s) \quad [\text{m}^2] \\O_{\text{erf}} &= \text{Erforderliche Oberfläche} \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\v_s &= \text{Steiggeschwindigkeit} \quad [\text{m/s}] \\v_s &= 0,0025 \text{ m/s} \\O_{\text{erf}} &= 185,25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Erforderliche Fläche unter der Tauchwand

$$\begin{aligned}A_{\text{Tw}} &= Q_{\text{Bem}} / (1000 \cdot v_{\text{horiz}}) \quad [\text{m}^2] \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\v_{\text{horiz}} &= \text{Horizontale Durchflussgeschwindigkeit unter der Tauchwand} [\text{m/s}] \\v_{\text{horiz}} &= 0,05 \text{ m/s} \\A_{\text{Tw}} &= 9,26 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Erforderliches Schlammstapelvolumen

$$\begin{aligned}V_{\text{sch}} &= A_u \cdot 1,0 \text{ m}^3 / (\text{ha} \cdot \text{a}) \quad [\text{m}^3] \\V_{\text{sch}} &= 4,51 \text{ m}^3\end{aligned}$$

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB A7 - 02

Gewählte Abmessungen

Ständiger Wasserstand	t	=	2,00 m
Eintauchtiefe der Tauchwand	t _{TW}	=	0,30 m
Höhe unter der Tauchwand	h _{TW}	=	1,70 m
Höhe des Ölspeicherraumes	h _{Öl}	=	0,15 m
Höhe des Schlammstapelraumes	h _{Sch}	=	0,15 m
Breite der Beckensohle	b _{So}	=	2,10 m
Oberfläche des ständigen Wasserstandes im Absetz- becken (bis Tauchwand)			
digital ermittelt (ACAD)	O _{Abs}	=	221,00 m ²
Fläche der Beckensohle im Absetzbecken:			
digital ermittelt (ACAD)	A _{So}	=	39,50 m ²
mittlere Beckenlänge im Bereich des Wassers	L _{mittel}	=	28,10 m
mittlere Beckenbreite im Bereich des Wassers	b _{mittel}	=	10,10 m

Nachweise :

Hydraulisch anrechenbare Oberfläche

$$O_{hyd} = O_{Abs} \cdot h_{TW} / t \quad [m^2]$$

$$O_{hyd} = 187,85 m^2 > 185,25 m^2$$

Fläche unter der Tauchwand

$$A_{TW} = b_{So} \cdot h_{TW} + 2 \cdot h_{TW}^2 \quad [m^2]$$

$$A_{TW} = 9,35 m^2 > 9,26 m^2$$

Ölspeichervolumen

$$V_{Öl} = O_{Abs} \cdot h_{Öl} \quad [m^3]$$

$$V_{Öl} = 33,15 m^3 > 30,00 m^3$$

Schlammstapelvolumen:

$$V_{sch} = A_{So} \cdot h_{Sch} \quad [m^3]$$

$$V_{sch} = 5,93 m^3 > 4,51 m^3$$

Seitenverhältnis

$$L_{mittel} / b_{mittel} = 2,78$$

DECKBLATT

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB A7 - 02

Streusalzeintrag in die oberirdischen Gewässer

Berechnung einer einzelnen Einleitsituation

spezifischer Streusalzeintrag pro Streugang

$$G = 20 \text{ g/m}^2 = 200 \text{ kg/ha}$$

Betrachtete Entwässerungsabschnittsfläche

$$\begin{aligned} \text{Einzugsgebiet, } A_{\text{red}} &= 4,65 \text{ ha} \\ r_{15(1)} &= 102,8 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \\ Q_{\text{zu}} &= 478,0 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Direkteintrag} &100 \% \\ \text{Regenvolumen} &430 \text{ m}^3 \\ \text{Salzmasse} &930 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Konzentration im Zulauf} = 2,16 \text{ g/l}$$

Wasservolumen Rückhaltebecken

$$\text{Volumen } V = 1,7 \cdot A_{\text{rrb}} = 2.190 \text{ m}^3$$

Abminderung durch Verdünnung im RRB

$$\text{abmittel} = 30\%$$

$$\text{Salzkonzentration im Ablauf RRB} = 0,65 \text{ g/l}$$

Abflussverhältnis

$$Q_{\text{zu}}/Q_{\text{ab}} = 0,0079$$

Ablaufmenge des RRB

$$Q_{\text{ab}} = 3,0 \text{ l/s}$$

$$\text{Entleerungszeit} = 143.406 \text{ s} = 39,8 \text{ h}$$

Einleitung in den Vorfluter : Schmalfelder Au

Mittelwasserführung des Vorfluters

$$\begin{aligned} A_e &= 169,10 \text{ km}^2 \\ M_q &= 11 \text{ l/(s}\cdot\text{km}^2) \\ MQ &= 1860,1 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\text{maximale Erhöhung der Salzkonzentration im Vorfluter} = 0,001 \text{ g/l}$$

DECKBLATT

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB A7 - 02

Berechnung der jährlichen Belastung

spezifischer Streusalzeintrag pro Streugang

$$G = 20 \text{ g/m}^2 = 200 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Anzahl der Streugänge / Jahr} = 15$$

$$\text{Anteil des Direkteintrags} \quad d = 100 \%$$

$$\text{Jahreshektarverbrauch} \quad m_a = 3.000 \text{ kg/ha}$$

Betrachtete Entwässerungsabschnittsfläche

$$\text{Einzugsgebiet, } A_{\text{red}} = 4,65 \text{ ha}$$

Abflusswirksamer Jahresniederschlag von befestigten Flächen

$$N = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Jahresvolumen (QA}_{\text{red}}) \quad V = 18.600 \text{ m}^3$$

$$\text{Jahressalzmasse} \quad m = 13.950 \text{ kg}$$

Mittelwasserführung des Vorfluters : Schmalfelder Au

$$A_e = 169,15 \text{ km}^2$$

$$M_q = 11 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$$

$$MQ = 1860,6 \text{ l/s}$$

$$\text{Jahresabflussvolumen} \quad V = 58.676.244 \text{ m}^3$$

$$\text{Jahressalzmasse} \quad m = 13.950 \text{ kg}$$

$$\text{Erhöhung der Salzkonzentration im Jahresdurchschnitt} = 0,0002 \text{ g/l}$$

13.1 Wassertechnische Berechnungen

13.1.4 Entwässerungsabschnitt 09

RRB 09

Berechnung der maßgeblichen Bemessungswerte

$n =$	0,5
$r_{15(1)} =$	102,8 l/(s•ha)
$f_z =$	1,0
$f_A =$	1,0
Einzugsgebiet, A_{red}	2,746 ha

gewählter Drosselabfluss gemäß Vereinbarung mit dem Kreis Segeberg

Drosselabflussspende $q_{Dr,R,u} =$	0,6 l/(s•ha)
$Q_{ab} =$	1,647 l/s
mind. Jedoch $Q_{ab} =$	3,0 l/s
gewählter Drosselabfluss =	3,0 l/s
entspricht =	1,09 l/(s•ha)

1,09					
Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n=0,5/a$	Zugehörige Regenspende r	Drossel- abflussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speicher- volumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/(s•ha)]	[l/(s•ha)]	[l/(s•ha)]	[m³/ha]
20	13,2	110,0	1,09	108,9	130,7
30	15,3	84,7	1,09	83,6	150,5
45	17,6	65,3	1,09	64,2	173,4
60	19,5	54,3	1,09	53,2	191,5
90	21,5	39,8	1,09	38,7	209,0
120	23,0	31,9	1,09	30,8	221,8
180	25,3	23,4	1,09	22,3	240,9
240	27,0	18,8	1,09	17,7	255,0
360	29,7	13,8	1,09	12,7	274,5
540	32,7	10,1	1,09	9,0	291,8
720	35,1	8,1	1,09	7,0	302,7
1080	38,1	5,9	1,09	4,8	311,5
1440	41,2	4,8	1,09	3,7	320,3
2880	49,0	2,8	1,09	1,7	295,0
4320	54,8	2,1	1,09	1,0	261,1
5760	60,6	1,7	1,09	0,6	209,9

extrapoliert

Das maßgebliche Regenereignis bestimmt sich aus der Tabelle mit $r_{720(0,5)} = 4,8 \text{ l/(s•ha)}$

Das spezifische Speichervolumen beträgt 320,3 m³/ha

Dauerstufe 1440 min

DECKBLATT

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 09

Bemessung des Absetzbeckens

Bemessungszufluss

$$\begin{aligned}Q_{\text{Bem}} &= Q_{\text{tf}(1)} \quad [\text{l/s}] \\Q_{\text{tf}(1)} &= A_u \cdot r_{15(1)} \cdot \varphi \quad [\text{l/s}] \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\Q_{\text{tf}(1)} &= \text{Regenwasserzufluss für } n = 1 \\A_u &= \text{undurchlässige Fläche, angeschlossene Entwässerungsfläche} \\A_u &= 2,75 \text{ ha} \\r_{15(1)} &= \text{Regenspende von 15 min und } n = 1 \\r_{15(1)} &= 102,8 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} \\\varphi_{\text{tf}(1)} &= \text{Zeitbeiwert aus Fließzeit} \\\varphi_{\text{tf}(1)} &= 1,00 \text{ nicht angesetzt} \\Q_{\text{tf}(1)} &= 282,27 \text{ l/s} \\Q_{\text{Bem}} &= 282,27 \text{ l/s}\end{aligned}$$

Erforderliche Oberfläche

$$\begin{aligned}O_{\text{erf}} &= Q_{\text{Bem}} / (1000 \cdot v_s) \quad [\text{m}^2] \\O_{\text{erf}} &= \text{Erforderliche Oberfläche} \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\v_s &= \text{Steiggeschwindigkeit} \quad [\text{m/s}] \\v_s &= 0,0025 \text{ m/s} \\O_{\text{erf}} &= 112,91 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Erforderliche Fläche unter der Tauchwand

$$\begin{aligned}A_{\text{Tw}} &= Q_{\text{Bem}} / (1000 \cdot v_{\text{horiz}}) \quad [\text{m}^2] \\Q_{\text{Bem}} &= \text{Bemessungszufluss} \\v_{\text{horiz}} &= \text{Horizontale Durchflussgeschwindigkeit unter der Tauchwand} \quad [\text{m/s}] \\v_{\text{horiz}} &= 0,05 \text{ m/s} \\A_{\text{Tw}} &= 5,65 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Erforderliches Schlammstapelvolumen

$$\begin{aligned}V_{\text{sch}} &= A_u \cdot 1,0 \text{ m}^3 / (\text{ha} \cdot \text{a}) \quad [\text{m}^3] \\V_{\text{sch}} &= 2,75 \text{ m}^3\end{aligned}$$

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 09

Gewählte Abmessungen

Ständiger Wasserstand	t	=	2,00 m
Eintauchtiefe der Tauchwand	t _{Tw}	=	0,40 m
Höhe unter der Tauchwand	h _{Tw}	=	1,60 m
Höhe des Ölspeicherraumes	h _{Öl}	=	0,25 m
Höhe des Schlammstapelraumes	h _{Sch}	=	0,20 m
Breite der Beckensohle	b _{So}	=	3,00 m
Oberfläche des ständigen Wasserstandes im Absetz- becken (bis Tauchwand)			
digital ermittelt (ACAD)	O _{Abs}	=	138,00 m ²
Fläche der Beckensohle im Absetzbecken:			
digital ermittelt (ACAD)	A _{So}	=	23,84 m ²
mittlere Beckenlänge im Bereich des Wassers	L _{mittel}	=	16,00 m
mittlere Beckenbreite im Bereich des Wassers	b _{mittel}	=	5,00 m

Nachweise :

Hydraulisch anrechenbare Oberfläche

$$\begin{aligned} O_{\text{hyd}} &= O_{\text{Abs}} & [\text{m}^2] \\ O_{\text{hyd}} &= 138,00 \text{ m}^2 > 112,91 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Fläche unter der Tauchwand

$$\begin{aligned} A_{\text{Tw}} &= b_{\text{So}} \cdot h_{\text{Tw}} + 2 \cdot h_{\text{Tw}}^2 & [\text{m}^2] \\ A_{\text{Tw}} &= 9,32 \text{ m}^2 > 5,65 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ölspeichervolumen

$$\begin{aligned} V_{\text{Öl}} &= O_{\text{Abs}} \cdot h_{\text{Öl}} & [\text{m}^3] \\ V_{\text{Öl}} &= 34,5 \text{ m}^3 > 30,00 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Schlammstapelvolumen:

$$\begin{aligned} V_{\text{Sch}} &= A_{\text{So}} \cdot h_{\text{Sch}} & [\text{m}^3] \\ V_{\text{Sch}} &= 4,77 \text{ m}^3 > 2,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Seitenverhältnis

$$L_{\text{mittel}} / b_{\text{mittel}} = 3,20$$

DECKBLATT

RRB 09

Bemessungsdaten für das Wasserspiegeldiagramm

Lastfall : zweijähriges Ereignis

Absetzbecken

Ruhewasserspiegel [Wsp]	14,25 mNN
Abflussspende	4,80 l/s·ha
Einzugsgebiet, A_{red}	2,746 ha
max Zufluss	13,18 l/s
Dauerstufe	1440 min
theoretische Wasserfläche bei 0,5 m über A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	260,03 m ²
A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	202,62 m ²
ideelle Kegelspitze	6,022 m

Regenrückhaltebecken

Ruhewasserspiegel [Wsp]	13,80 mNN
Stauhöhe Regenrückhaltebecken	0,55 m
theoretische Wasserfläche bei 0,5 m über A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	720 m ²
A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	581 m ²
ideelle Kegelspitze	7,047 m

**Maßgebende Ruhewasserspiegelfläche
Regenrückhaltebecken**

theoretische Wasserfläche bei 0,5 m über A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	720 m ²
A_{Wsp} Ruhewasserspiegel	581 m ²
ideelle Kegelspitze	7,047 m

Ablauforgan	Kreisdrössel
Durchmesser	100 mm
Abflußbeiwert μ	0,58
Einbauhöhe	13,80 mNN

Notüberlauf Regenrückhaltebecken

Wehrbreite	1,50 m
Überfallbeiwert μ	0,60
Höhe der Überlaufkante	14,35 mNN

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 09

Überschwemmungspolder

Sohle Überschwemmungspolder	13,70 mNN
Ruhewasserspiegel Graben [Wsp]	13,50 mNN
Stauhöhe Überschwemmungspolder	0,50 m
bei 0,5 m über A_{Polder}	13.151 m ²
A_{Polder}	12.686 m ²
ideelle Kegelspitze	27,529 m
Grabenlänge	95,00 m
Sohlbreite	1,00 m
Böschungsneigung Graben 1:	2

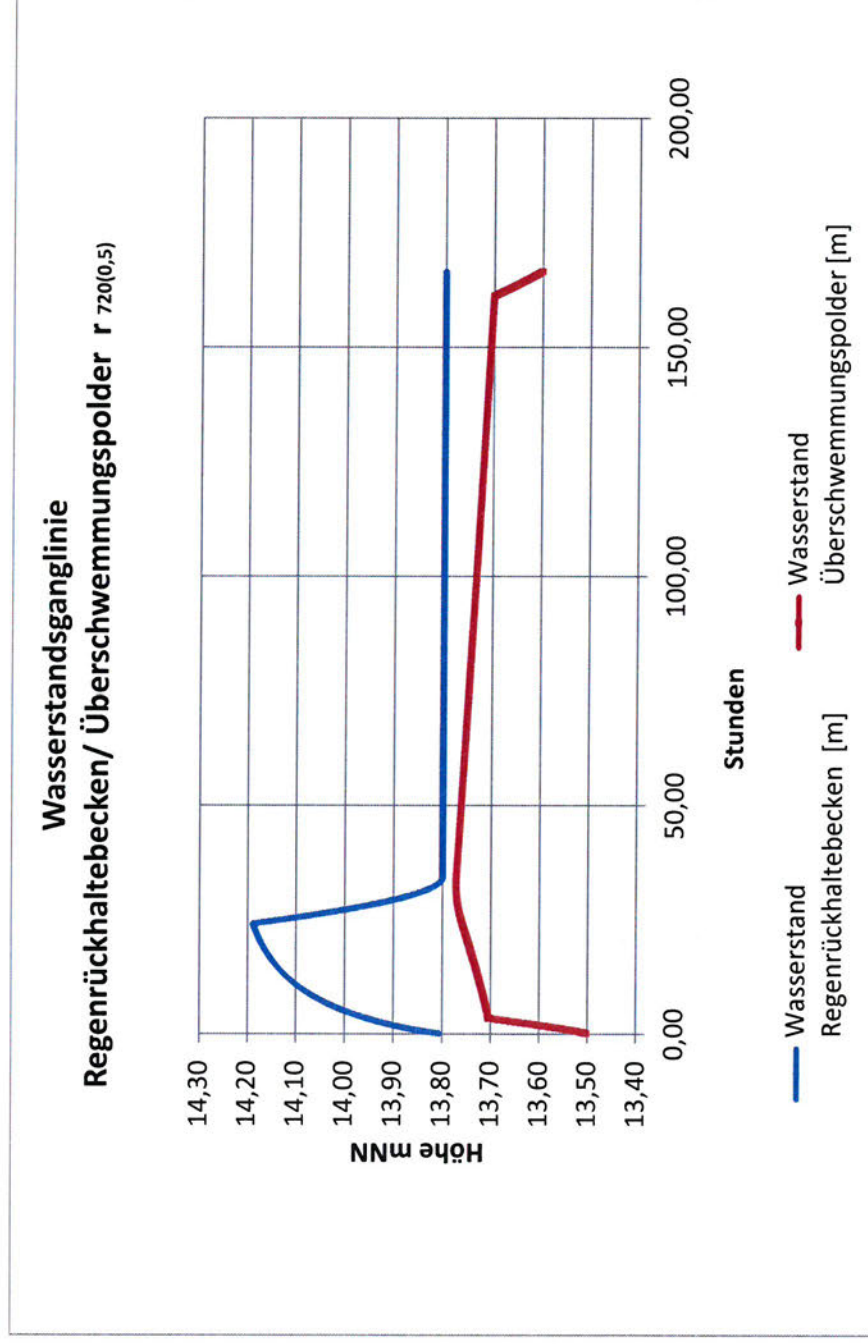
Ablauforgan Kreisdrossel

Durchmesser	45 mm
Abflußbeiwert μ	0,58
Einbauhöhe	13,50 mNN

Notüberlauf Überschwemmungspolder

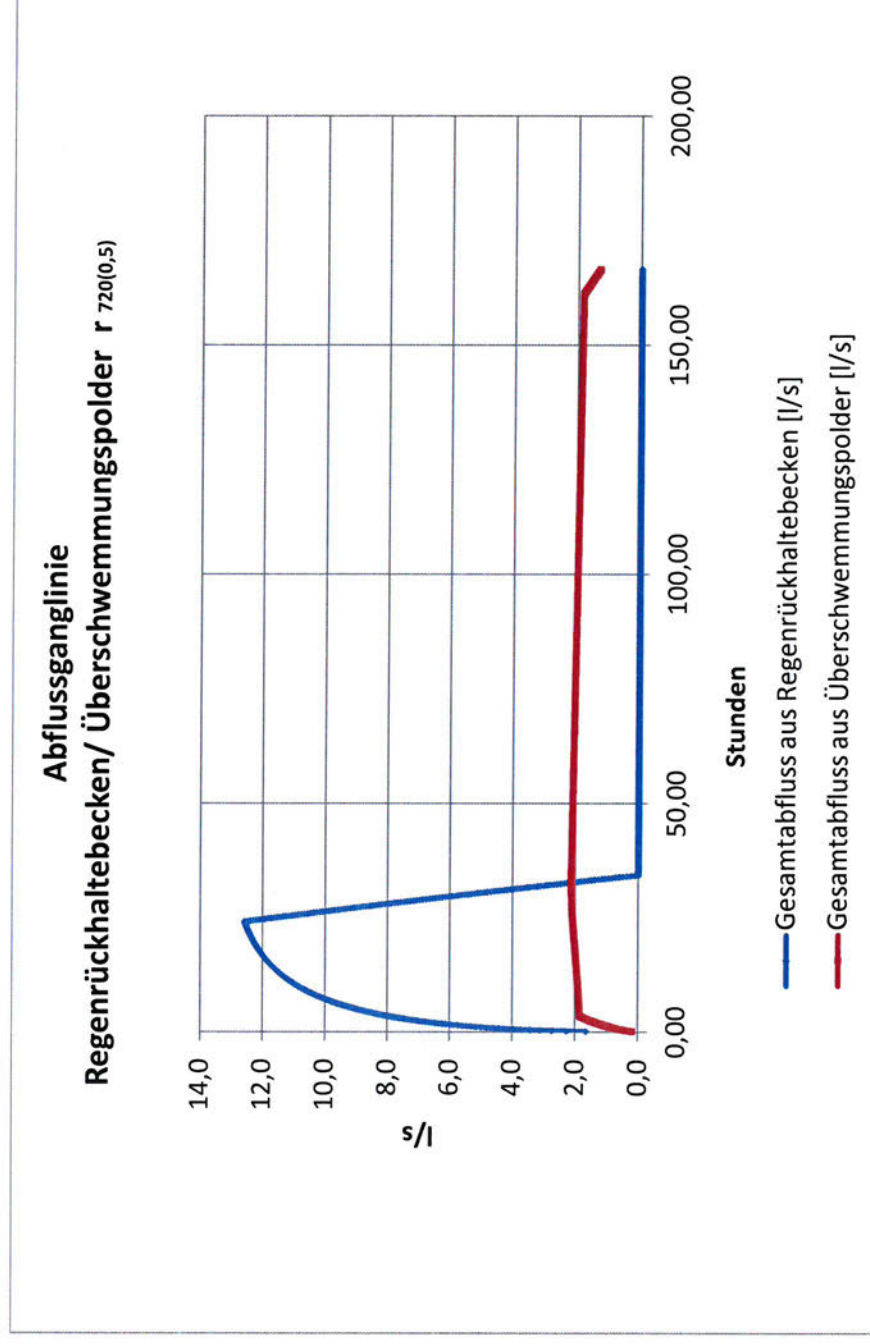
Wehrbreite	3,00 m
Überfallbeiwert μ	0,40
Höhe der Überlaufkante	14,00 mNN

13.1 Wassertechnische Berechnungen



DECKBLATT

13.1 Wassertechnische Berechnungen



DECKBLATT

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 09

Streusalzeintrag in die oberirdischen Gewässer

Berechnung einer einzelnen Einleitsituation

spezifischer Streusalzeintrag pro Streugang

$$G = 20 \text{ g/m}^2 = 200 \text{ kg/ha}$$

Betrachtete Entwässerungsabschnittsfläche

$$\begin{aligned} \text{Einzugsgebiet, } A_{\text{red}} &= 2,746 \text{ ha} \\ r_{15(1)} &= 102,8 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \\ Q_{\text{zu}} &= 282,3 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Direkteintrag} \quad d &= 100 \% \\ \text{Regenvolumen} \quad V_{r_{15(1)}} &= 254 \text{ m}^3 \\ \text{Salzmasse} \quad m &= 549,16342 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Konzentration im Zulauf} = 2,16 \text{ g/l}$$

Wasservolumen Rückhaltebecken

$$\text{Volumen } V = 1,7 \cdot A_{\text{rb}} = 987 \text{ m}^3$$

Abminderung durch Verdünnung im RRB

$$ab_{\text{mittel}} = 30\%$$

$$\text{Salzkonzentration im Ablauf RRB} = 0,65 \text{ g/l}$$

Abflussverhältnis

$$Q_{\text{zu}}/Q_{\text{ab}} = 0,0106$$

Ablaufmenge des RRB

$$\begin{aligned} Q_{\text{ab}} &= 3,0 \text{ l/s} \\ \text{Entleerungszeit} &= 84.681 \text{ s} = 23,5 \text{ h} \end{aligned}$$

Einleitung in den Vorfluter : Schmalfelder Au

Mittelwasserführung des Vorfluters

$$\begin{aligned} A_e &= 169,06 \text{ km}^2 \\ M_q &= 11 \text{ l/(s}\cdot\text{km}^2) \\ MQ &= 1859,66 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\text{maximale Erhöhung der Salzkonzentration im Vorfluter} = 0,0010 \text{ g/l}$$

DECKBLATT

13.1 Wassertechnische Berechnungen

RRB 09

Berechnung der jährlichen Belastung

spezifischer Streusalzeintrag pro Streugang

$$G = 20 \text{ g/m}^2 = 200 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Anzahl der Streugänge / Jahr} = 15$$

$$\text{Anteil des Direkteintrags} \quad d = 100 \%$$

$$\text{Jahreshektarverbrauch} \quad m_a = 3.000 \text{ kg/ha}$$

Betrachtete Entwässerungsabschnittsfläche

$$\text{Einzugsgebiet, } A_{\text{red}} = 2,7458171 \text{ ha}$$

Abflusswirksamer Jahresniederschlag von befestigten Flächen

$$N = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Jahresvolumen (QA}_{\text{red}}) \quad V = 10.983 \text{ m}^3$$

$$\text{Jahressalzmasse} \quad m = 8.237 \text{ kg}$$

Mittelwasserführung des Vorfluters : Schmalfelder Au

$$A_e = 169,09 \text{ km}^2$$

$$M_q = 11 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$$

$$MQ = 1860,0 \text{ l/s}$$

$$\text{Jahresabflussvolumen} \quad V = 58.655.763 \text{ m}^3$$

$$\text{Jahressalzmasse} \quad m = 8.237 \text{ kg}$$

$$\text{Erhöhung der Salzkonzentration im Jahresdurchschnitt} = 0,0001 \text{ g/l}$$