

Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Hydraulische Berechnungen

Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 1

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	2.696	0,60	1.618
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle: 1,0	162	1,00	162
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	2.376	0,30	713
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	5.234
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	2.493
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,48

Bemerkungen:

Flächen aus dem PFA 3 sind bereits enthalten (A_{ges}):

Planum: 529 m² / Böschung: 313 m² / Grabensohle: 32 m²

$$Q_R = r_{15;0,1} [l/(s*ha)] * \Psi [-] * A_E [ha] = 173,3 * 0,48 * 0,5234 = 43,5 \text{ l/s}$$

Das Wasser wird ungedrosselt in die bereits genutzte Vorflut geleitet. Ein unzulässiger Einstau in den Oberbau kann für das 10-jährige Regenereignis ausgeschlossen werden.

Berechnung der Vollfülleistung einer Rohrleitung mit Kreisquerschnitt nach Prandtl-Colebrook

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rohrleitung

Leitung vom bestehenden Durchlass km 50,397 (DL03) Str. 1100 zum Durchlass durch BAB A1 mit DN 500.

Eingabedaten:

$$Q_{\text{voll}} = \pi * d^2/4 * (-2 * \lg [(2,51 * \nu / d / (2g * I_E * d)^{0,5}) + k_b / (3,71*d)]) * (2g * I_E * d)^{0,5} * 1000$$

$$Q_{\text{Bem}} = A_u * r_{D(n)} / 10000 + Q_{\text{zu}}$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	5.234
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,48
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	2.512
konstanter Zufluss	Q_{zu}	l/s	0,00
Innendurchmesser Rohr mit Kreisquerschnitt	d	mm	250
Kinematische Viskosität	ν	m ² /s	1,31E-06
Fallbeschleunigung	g	m/s ²	9,81
Sohlgefälle Rohrleitung	$I_l \approx I_E$	%	0,54
betriebliche Rauheit	k_b	mm	1,50
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
gewählte Dauer des Bemessungsregens	D	min	15
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	173,3

Ergebnisse:

Bemessungsabfluss	Q_{Bem}	l/s	43,5
Vollfülleistung der Rohrleitung	Q_{voll}	l/s	44,3
Abflussverhältnis	$Q_{\text{Bem}}/Q_{\text{voll}}$	-	0,98
Fließtiefe im Profil bei Bemessungsabfluss	h	cm	20

Bemerkungen:

Schachtsohle 4,36 m ü.NN und 4,23 m ü.NN - Differenz: 0,13 m - Länge: 24m
resultierendes Gefälle: 0,54 %

Das existierende Rohr kann den Bemessungsabfluss von 43,5 l/s ohne Einstau in den Oberbau abführen.

Grundlagendaten wurden dem Plan zum Neubau einer LWL-Kabelanlage an der BAB A1 des Landesbetriebes für Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein entnommen.

Entwurfsbearbeitung: Tele-Kabel-Ingenieurgesellschaft mbH; gez. 24.02.2014

Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 2

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	668	0,60	401
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle: 1,0	44	1,00	44
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	412	0,30	124
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	1.124
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	569
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,51

Bemerkungen:

$$Q_R = r_{15;0,1} [l/(s \cdot ha)] * \Psi [-] * A_E [ha] = 173,3 * 0,51 * 0,1124 = \mathbf{9,92 \text{ l/s}}$$

Das Wasser wird ungedrosselt in die bereits genutzte Vorflut geleitet. Ein unzulässiger Einstau in den Oberbau kann für das 10-jährige Regenereignis ausgeschlossen werden.

Berechnung der Vollfülleistung einer Rohrleitung mit Kreisquerschnitt nach Prandtl-Colebrook

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rohrleitung

Leitung vom bestehenden Durchlass km 107,621 der BAB A1 zum Durchlass
Bau-km 151,077 der Str. 1100 mit DN 300.

Eingabedaten:

$$Q_{\text{voll}} = \pi * d^2/4 * (-2 * \lg [(2,51 * \nu / d / (2g * I_E * d)^{0,5}) + k_b / (3,71*d)]) * (2g * I_E * d)^{0,5} * 1000$$

$$Q_{\text{Bem}} = A_u * r_{D(n)} / 10000 + Q_{\text{zu}}$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	1.124
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,51
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	569
konstanter Zufluss	Q_{zu}	l/s	0,00
Innendurchmesser Rohr mit Kreisquerschnitt	d	mm	300
Kinematische Viskosität	ν	m ² /s	1,31E-06
Fallbeschleunigung	g	m/s ²	9,81
Sohlgefälle Rohrleitung	$I_l \approx I_E$	%	0,50
betriebliche Rauheit	k_b	mm	1,50
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
gewählte Dauer des Bemessungsregens	D	min	15
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	173,3

Ergebnisse:

Bemessungsabfluss	Q_{Bem}	l/s	9,9
Vollfülleistung der Rohrleitung	Q_{voll}	l/s	69,1
Abflussverhältnis	$Q_{\text{Bem}}/Q_{\text{voll}}$	-	0,14
Fließtiefe im Profil bei Bemessungsabfluss	h	cm	8

Bemerkungen:

Schachtsohlen sind nicht bekannt. Für die Berechnung wird ein geringes Sohlgefälle von 0,5% angenommen.

Das existierende Rohr ist mit dem Zufluss des Bahnkörpers zu 14% ausgelastet.

Grundlagendaten wurden dem Plan zum Neubau einer LWL-Kabelanlage an der BAB A1 des Landesbetriebes für Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein entnommen.

Entwurfsbearbeitung: Tele-Kabel-Ingenieurgesellschaft mbH; gez. 24.02.2014

Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 3

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0	167	1,00	167
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9	572	0,90	515
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	3.782	0,60	2.269
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3	150	0,30	45
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	319	1,00	319
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	3.512	0,30	1.054
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	8.502
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	4.369
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,51

Bemerkungen:

Ergänzend zum Bahnkörper sind folgende Flächen berücksichtigt:

- Straße und Mulde Sebenter Weg
- Dachentwässerung des ESTW-Modulgebäudes

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 1 mit Einleitung über Meliorationsgraben in den Hoheliethgraben.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	8.502
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,51
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	4.336
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	1,1
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	504
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	218
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 58 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 1 mit Einleitung über Meliorationsgraben in den Hoheliethgraben.

örtliche Regendaten:

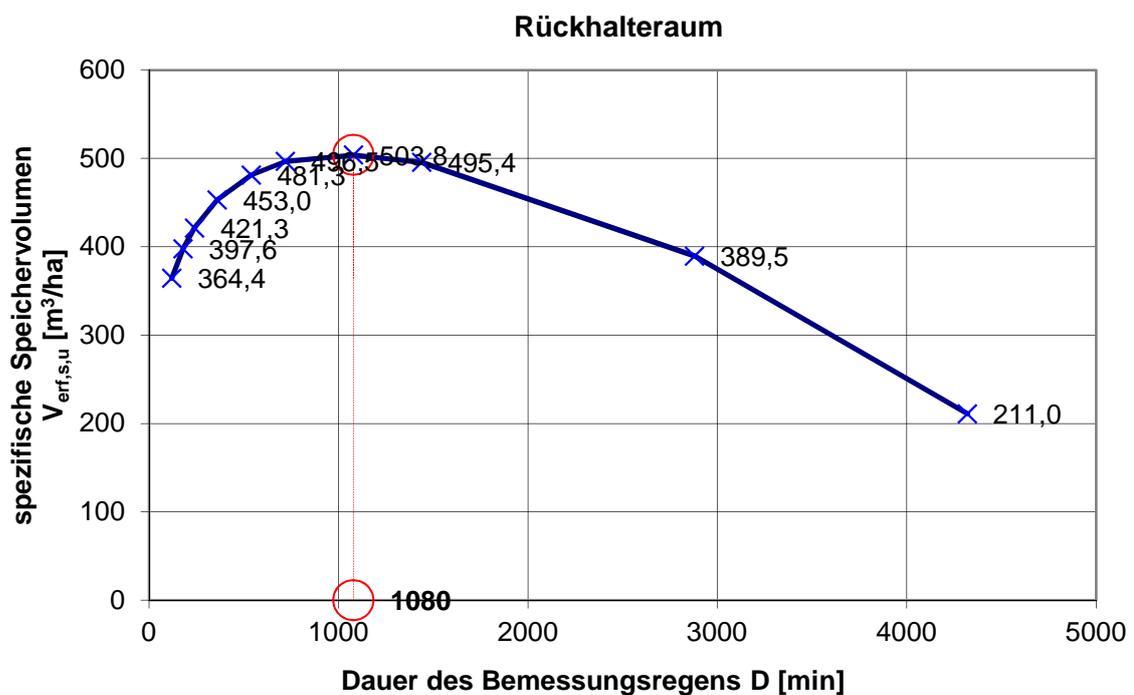
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Fulldauer RÜB:

$D_{RBU}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,4
397,6
421,3
453,0
481,3
496,5
503,8
495,4
389,5
211,0



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 4

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	4.373	0,60	2.624
	Geh- Radweg und Wendeanlage: 0,6	494	0,60	296
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	286	1,00	286
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	4.094	0,30	1.228
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	9.247
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	4.434
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,48

Bemerkungen:

Ergänzend zum Bahnkörper sind folgende Flächen berücksichtigt:

- Geh- und Radweg in Verlängerung des Bruchweges
- Wendeanlage am südlichen Widerlager der EÜ Oldenburger Bruch

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 2 mit Einleitung in den Hoheliethgraben.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	9.247
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,48
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	4.439
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	1,1
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	508
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	226
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 59 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 2 mit Einleitung in den Hoheliethgraben.

örtliche Regendaten:

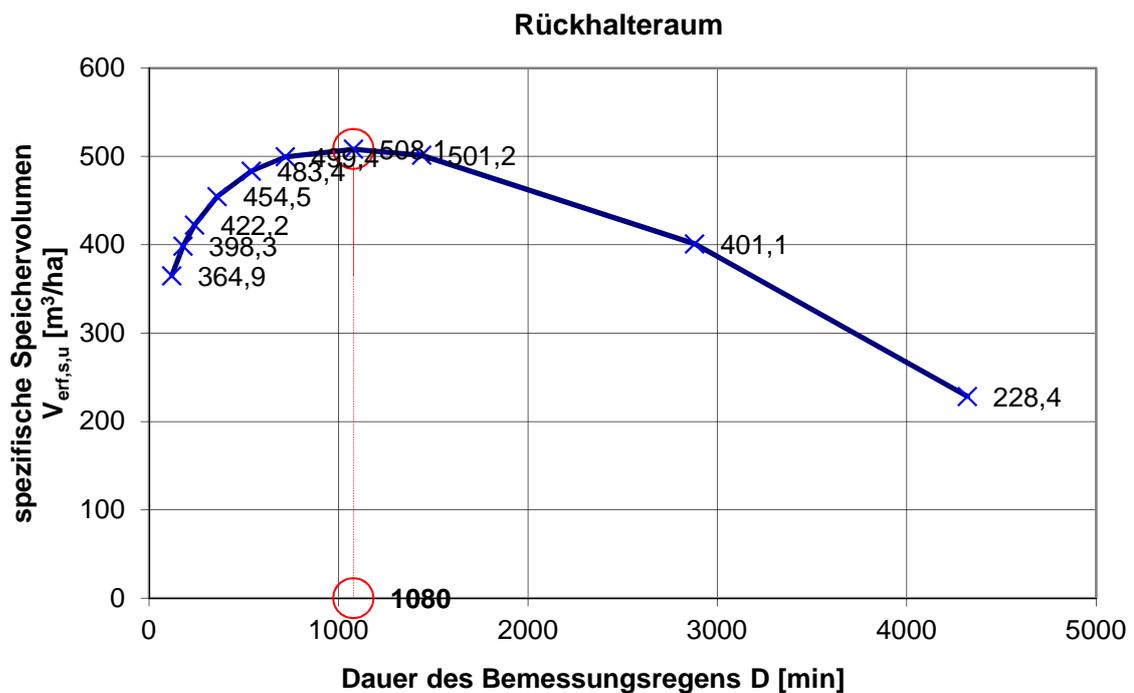
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Fulldauer RÜB:

$D_{RBU}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,9
398,3
422,2
454,5
483,4
499,4
508,1
501,2
401,1
228,4



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerung EÜ Oldenburger Bruch

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9	6.060	0,90	5.454
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle: 1,0			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	6.060
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	5.454
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,90

Bemerkungen:

$$Q_R = r_{15;0,1} [l/(s \cdot ha)] * \Psi [-] * A_E [ha] = 173,3 * 0,9 * 0,6060 = \mathbf{94,52 \text{ l/s}}$$

Das Wasser wird ungedrosselt über Fallrohre an jedem Brückpfeiler in die Torfniederung eingeleitet.

Anzahl Brückpfeiler: 28 Stück - pro Fallrohr werden 3,4 l/s in die anstehende Fläche abgeleitet

Daraus ergibt sich keine signifikante Änderung der hydrologischen Verhältnisse.

Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 5

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	1.289	0,60	773
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle: 1,0			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	765	0,30	230
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	2.054
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	1.003
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,49

Bemerkungen:

$$Q_R = r_{15,0,1} [l/(s*ha)] * \Psi [-] * A_E [ha] = 173,3 * 0,49 * 0,2054 = 17,4 \text{ l/s}$$

Das Wasser wird ungedrosselt über die Böschungsschulter in das anstehende Gelände geleitet.

Länge der Böschung: 236 m - pro m werden 0,07 l/s in die anstehende Fläche abgeleitet

Daraus ergibt sich keine signifikante Änderung der hydrologischen Verhältnisse.

Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 6

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	1.163	0,60	698
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	95	1,00	95
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	631	0,30	189
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	1.889
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	982
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,52

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Ruckhalterraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird über Meliorationsgraben in den Burgtortgraben eingeleitet.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	1.889
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,52
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	982
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	0,24
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	502
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	49
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 58 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird über Meliorationsgraben in den Burgtorgraben eingeleitet.

rtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

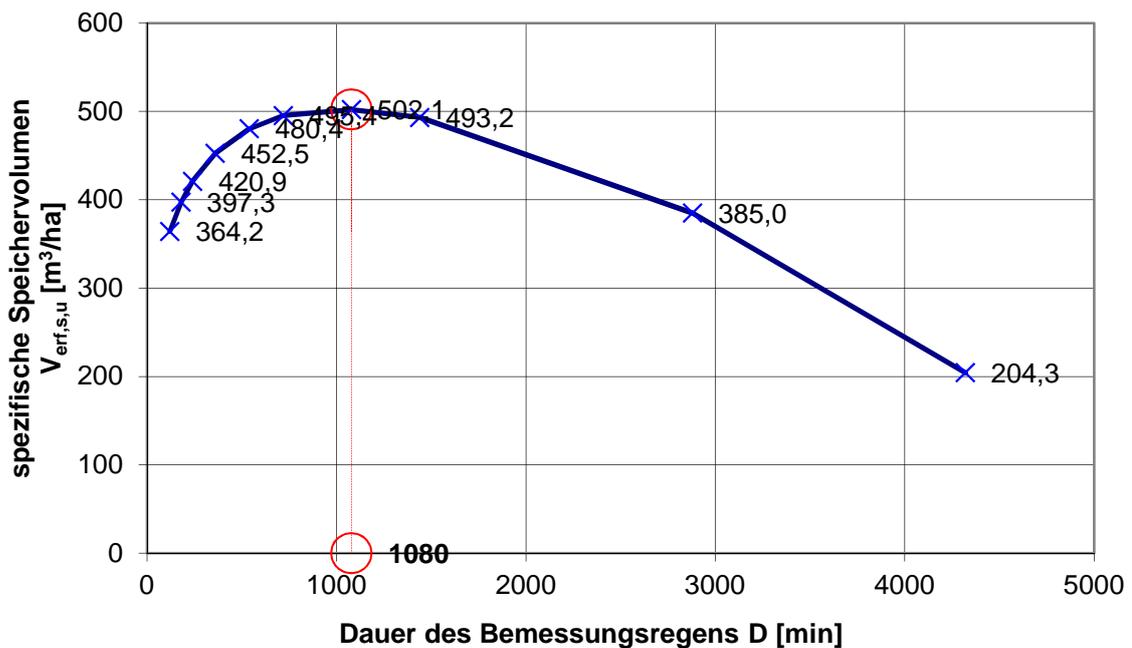
Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,2
397,3
420,9
452,5
480,4
495,4
502,1
493,2
385,0
204,3

Rückhalteraum



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 7

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	3.054	0,60	1.832
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	283	1,00	283
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	2.675	0,30	803
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	6.012
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	2.918
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,49

Bemerkungen:

Die oben aufgeführten Flächen berücksichtigen die bahnlinke Seite des Bahnkörpers von Bau-km 152,388 bis Bau-km 152,937.

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung der Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Grooprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	6.012
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,49
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	2.946
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	0,70
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	507
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	149
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 58 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung der Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

rtliche Regendaten:

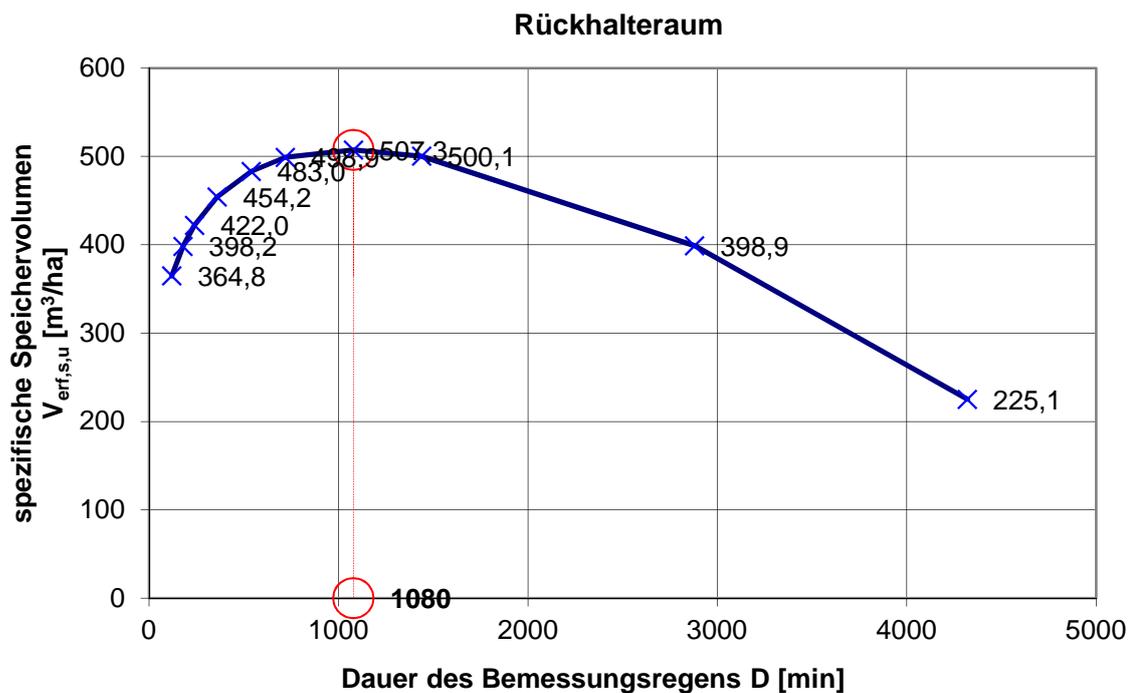
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,8
398,2
422,0
454,2
483,0
498,9
507,3
500,1
398,9
225,1



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	2.057	0,60	1.234
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	168	1,00	168
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	1.446	0,30	434
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	3.671
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	1.836
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,50

Bemerkungen:

Die oben aufgeführten Flächen berücksichtigen die bahnrechtliche Seite des Bahnkörpers von Bau-km 152,593 bis Bau-km 152,927.

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung der Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Grooprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	3.671
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,50
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	1.836
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	0,44
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	506
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	93
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 58 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung der Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

rtliche Regendaten:

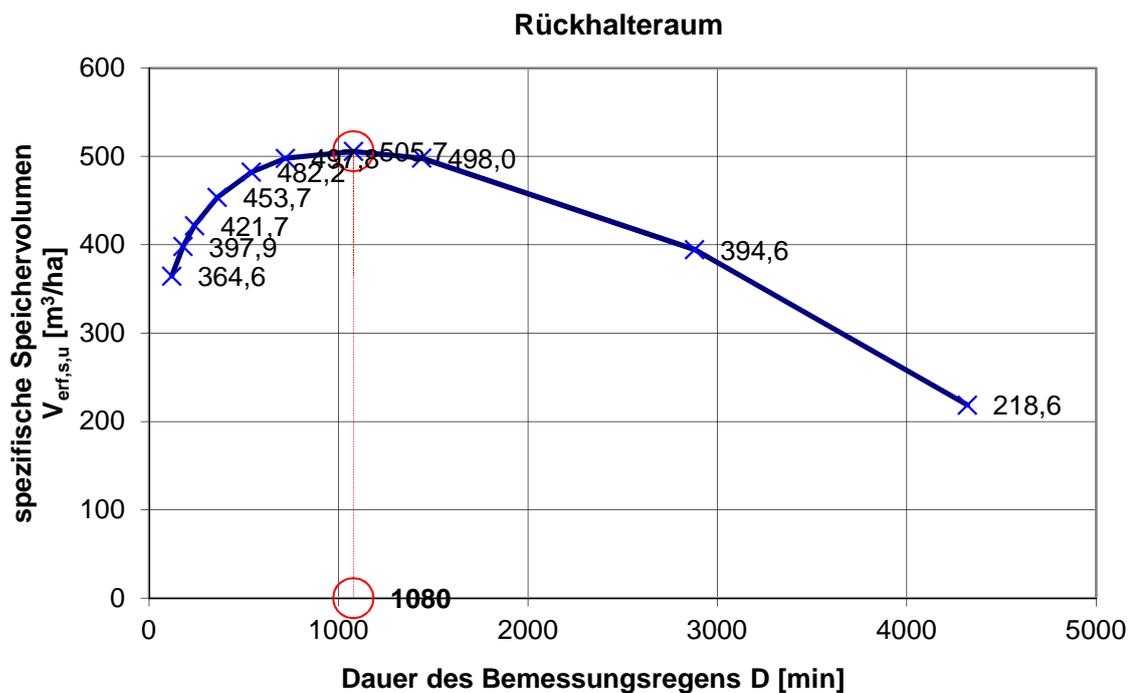
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,6
397,9
421,7
453,7
482,2
497,8
505,7
498,0
394,6
218,6



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 8

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	726	0,60	436
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	53	1,00	53
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	258	0,30	77
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	1.037
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	566
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,55

Bemerkungen:

Die oben aufgeführten Flächen berücksichtigen die bahnlinke Seite des Bahnkörpers von Bau-km 152,955 bis Bau-km 153,070.

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung der Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	1.037
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,55
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	570
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	0,14
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	508
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	29
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 59 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung der Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

rtliche Regendaten:

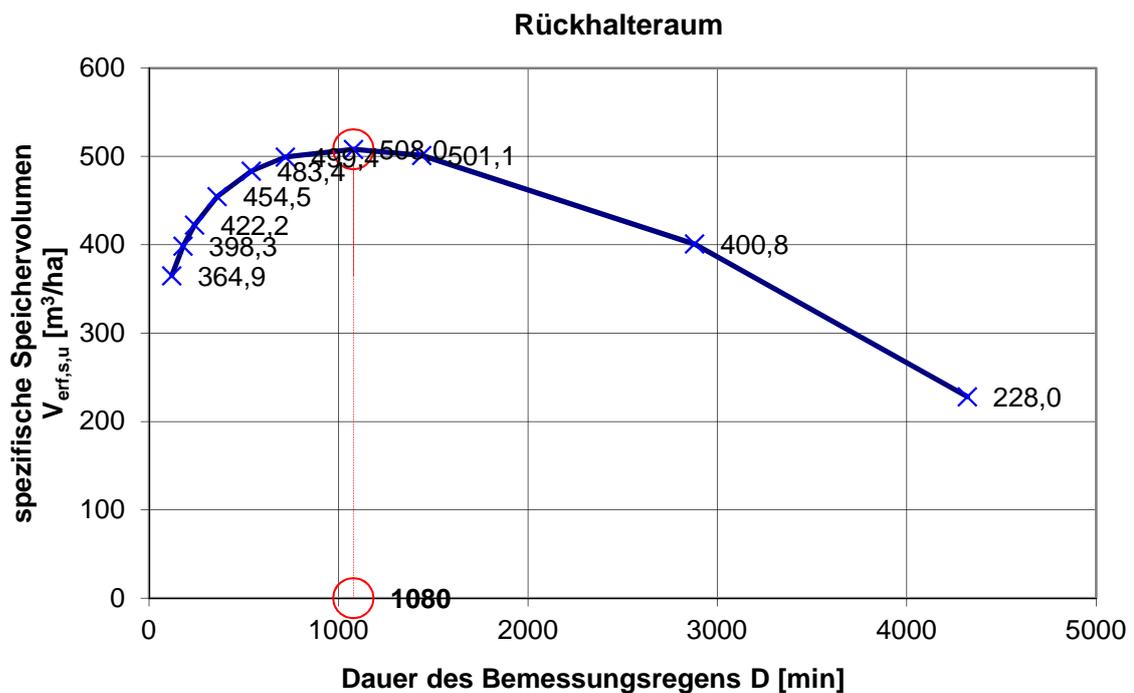
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,9
398,3
422,2
454,5
483,4
499,4
508,0
501,1
400,8
228,0



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	771	0,60	463
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	64	1,00	64
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	301	0,30	90
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	1.136
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	617
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,54

Bemerkungen:

Die oben aufgeführten Flächen berücksichtigen die bahnrechtliche Seite des Bahnkörpers von Bau-km 152,955 bis Bau-km 153,070.

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Grooprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	1.136
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,54
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	613
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	0,15
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m³/ha	502
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	31
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 59 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird im Bahngraben am Dammfuß bereitgestellt. Oberflächenwasser wird gedrosselt in den Burgtorgraben eingeleitet.

rtliche Regendaten:

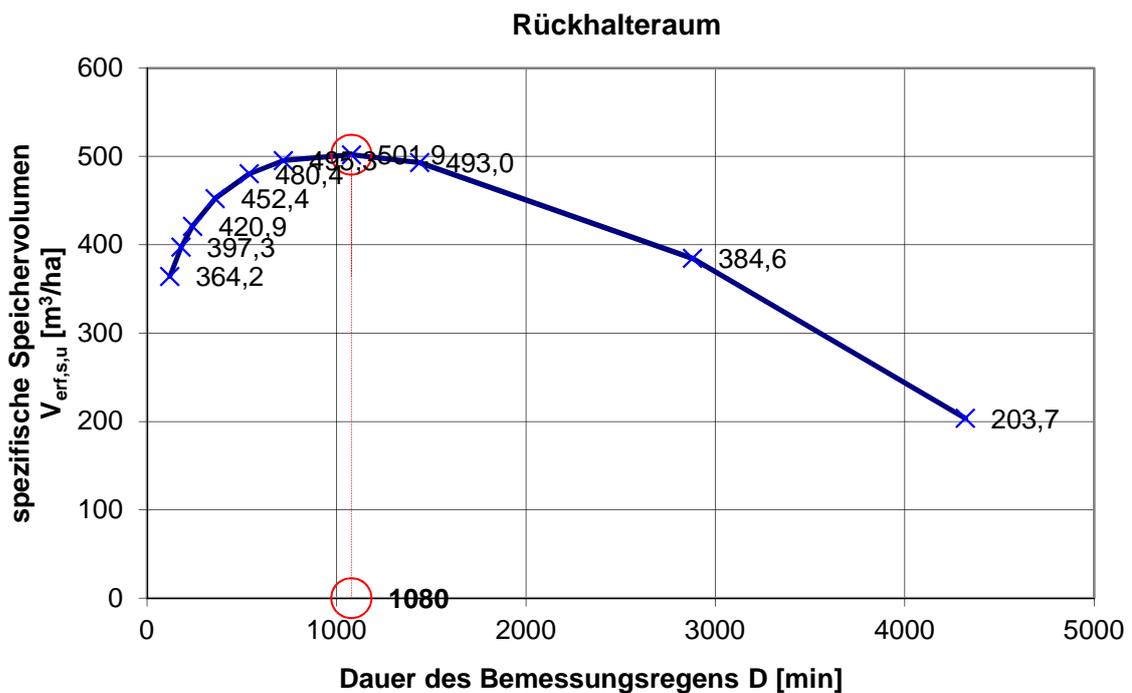
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,2
397,3
420,9
452,4
480,4
495,3
501,9
493,0
384,6
203,7



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 9

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Bahnsteigbefestigung: 0,9	1.760	0,90	1.584
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	13.252	0,60	7.951
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	755	1,00	755
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	10.646	0,30	3.194
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	26.413
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	13.484
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,51

Bemerkungen:

Die aufgeführten Flächen berücksichtigen die Flächen, welche an das Regenrückhaltebecken 3 angeschlossen sind. Die hydraulische Berechnung der Rampenkonstruktion erfolgt separat.

Ergänzend zum Bahnkörper sind folgende Flächen berücksichtigt:

- Bahnsteig beidseitig

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Grooprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Ruckhalterraum:

Regenrückhaltebecken 3 mit Einleitung in den Burgtorgraben über Hebeanlage an der E Bahnsteigzugang Haltepunkt Oldenburg (Holst)

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	26.413
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,51
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	13.471
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	3,2
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	507
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	683
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 59 h.

Für den Trockenwetterabfluss wurde ein unterirdischer Zufluss von 0,05 l/(s*m) angenommen. Daraus ein Trockenwetterabfluss von ca. **31 l/s**.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 3 mit Einleitung in den Burgtorgraben über Hebeanlage an der E Bahnsteigzugang Haltepunkt Oldenburg (Holst)

rtliche Regendaten:

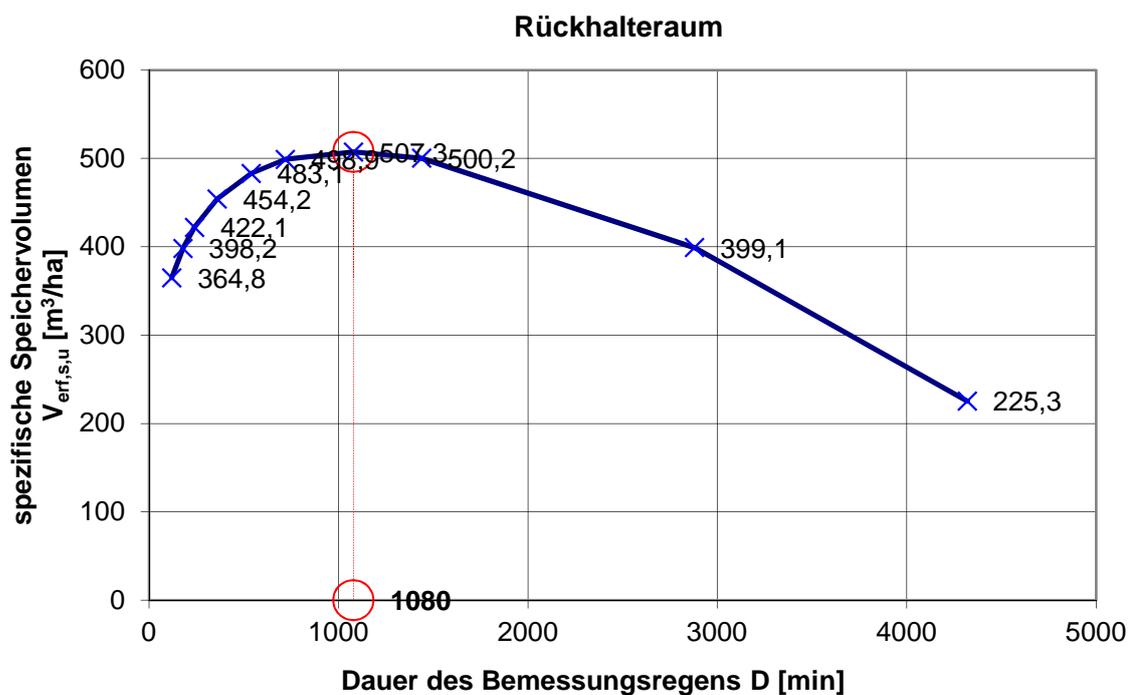
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Fulldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,8
398,2
422,1
454,2
483,1
498,9
507,3
500,2
399,1
225,3



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Bahnsteigbefestigung: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75	1.320	0,75	990
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	142	1,00	142
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	1.737	0,30	521
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	3.199
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	1.653
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,52

Bemerkungen:

Die aufgeführten Flächen berücksichtigen die Flächen der Rampenkonstruktion inkl. der anschließenden Böschungsf lächen.

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Einleitung in den Stauraumkanal über Hebeanlage an der
E Bahnsteigzugang Haltepunkt Oldenburg (Holst)

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	3.199
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,52
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	1.663
vorgelagertes Volumen RB	$V_{RB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RB	$Q_{dr,RB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	6,0
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	6,40
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	505
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	84
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 59 h.

Für den Trockenwetterabfluss wurde ein unterirdischer Zufluss von 0,05 l/(s*m)
angenommen. Daraus ein Trockenwetterabfluss von ca. **6 l/s**.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Einleitung in den Stauraumkanal über Hebeanlage an der
E Bahnsteigzugang Haltepunkt Oldenburg (Holst)

rtliche Regendaten:

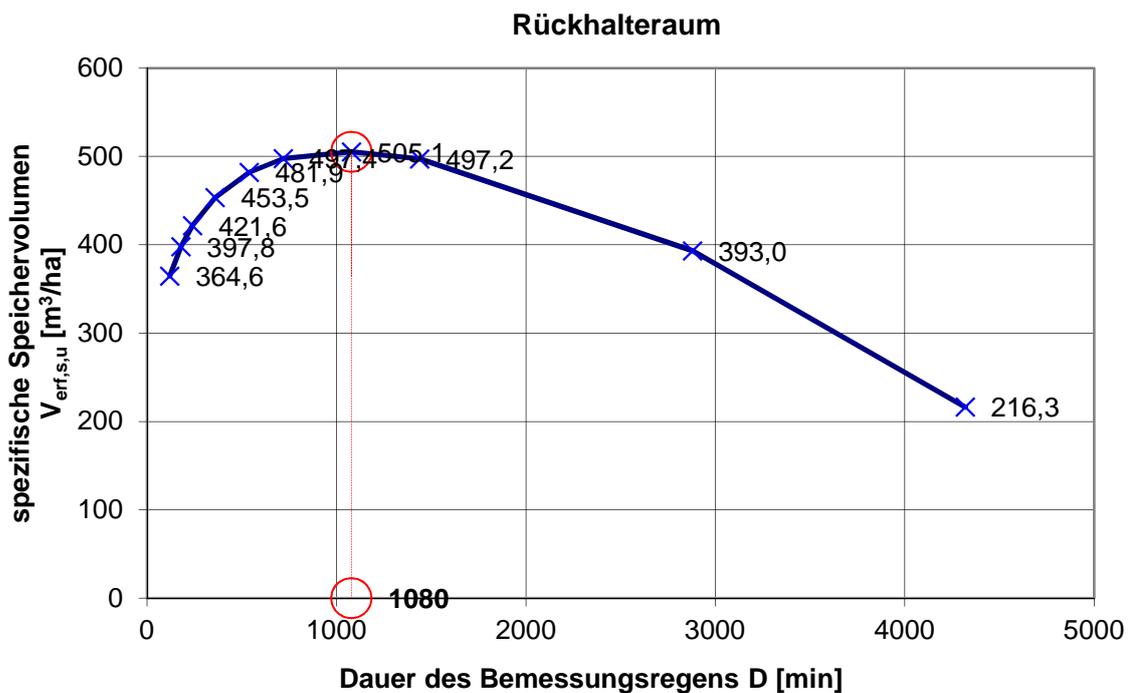
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,6
397,8
421,6
453,5
481,9
497,4
505,1
497,2
393,0
216,3



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 10

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	1.825	0,60	1.095
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle: 1,0			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	941	0,30	282
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	2.766
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	1.377
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,50

Bemerkungen:

$$Q_R = r_{15,0,1} [l/(s \cdot ha)] * \Psi [-] * A_E [ha] = 173,3 * 0,50 * 0,2766 = 24 \text{ l/s}$$

Das Wasser wird ungedrosselt über die Böschungsschulter in das anstehende Gelände geleitet.

Länge der Böschung: 316 m - pro m werden 0,75 l/s in die anstehende Fläche abgeleitet

Daraus ergibt sich keine signifikante Änderung der hydrologischen Verhältnisse.

Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 11

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	8.030	0,60	4.818
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	471	1,00	471
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	6.139	0,30	1.842
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	14.640
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	7.131
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,49

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 4 mit Einleitung in einen Graben (namenlos) des WBV.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	14.640
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,49
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	7.174
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	1,7
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m³/ha	508
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	364
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 58 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 4 mit Einleitung in einen Graben (namenlos) des WBV.

rtliche Regendaten:

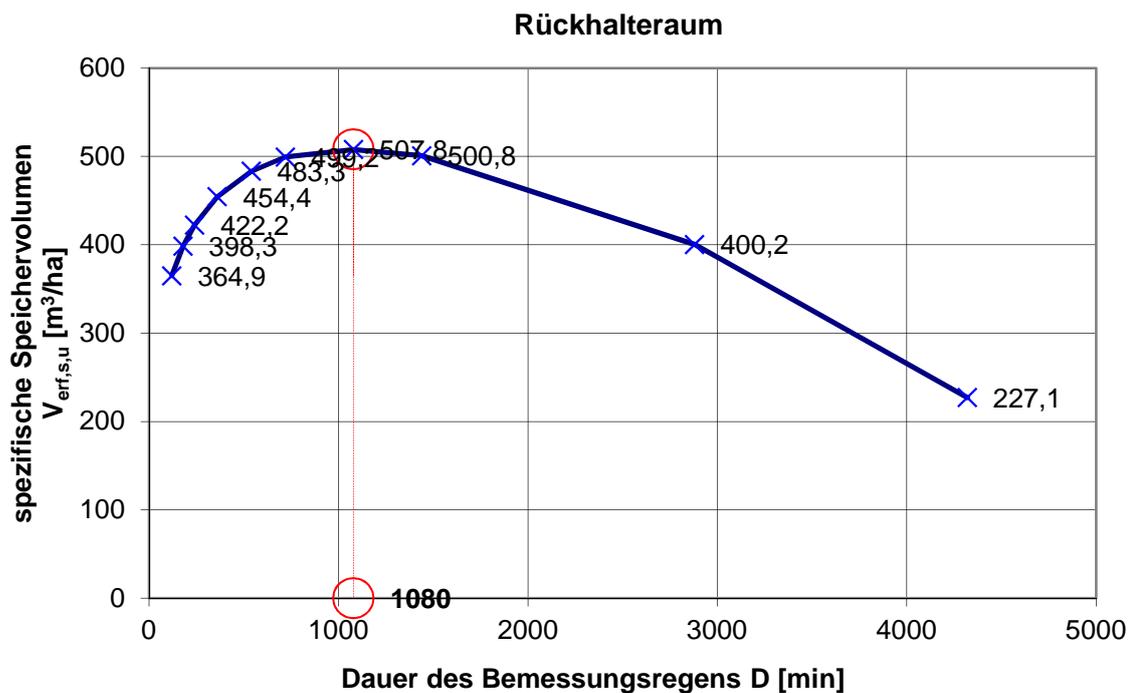
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,9
398,3
422,2
454,4
483,3
499,2
507,8
500,8
400,2
227,1





Entwässerungsabschnitt 12

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	1.547	0,60	928
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	101	1,00	101
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	471	0,30	141
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	2.119
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	1.170
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,55

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Grooprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Sammelleitung als Stauraumkanal und Einleitung gedrosselt in den Bahngraben bei Bau-km 154,845.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	2.119
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,55
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	1.165
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	0,28
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m³/ha	505
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	59
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 58 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Sammelleitung als Stauraumkanal und Einleitung gedrosselt in den Bahngraben bei Bau-km 154,845.

rtliche Regendaten:

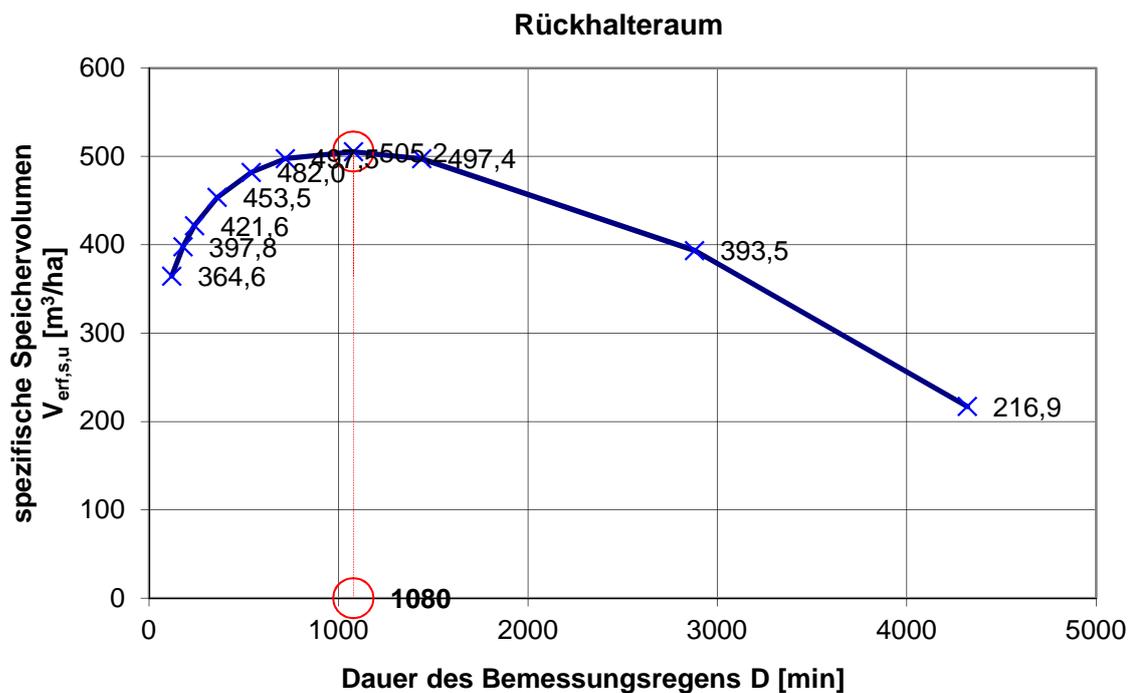
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,6
397,8
421,6
453,5
482,0
497,5
505,2
497,4
393,5
216,9



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 13

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	6.418	0,60	3.851
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	6.418
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	3.851
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,60

Bemerkungen:

Das Wasser wird über eine Drainageleitung gesammelt und einer Leitung der ZVO mit DN 100 zugeführt.

Berechnung der Vollfülleistung einer Rohrleitung mit Kreisquerschnitt nach Prandtl-Colebrook

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rohrleitung

Mischwasserleitung DN 100 Steinzeug der ZVO

Eingabedaten:

$$Q_{\text{voll}} = \pi * d^2/4 * (-2 * \lg [(2,51 * \nu / d / (2g * I_E * d)^{0,5}) + k_b / (3,71*d)]) * (2g * I_E * d)^{0,5} * 1000$$

$$Q_{\text{Bem}} = A_u * r_{D(n)} / 10000 + Q_{\text{zu}}$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	6.418
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,60
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	3.851
konstanter Zufluss	Q_{zu}	l/s	0,00
Innendurchmesser Rohr mit Kreisquerschnitt	d	mm	100
Kinematische Viskosität	ν	m ² /s	1,31E-06
Fallbeschleunigung	g	m/s ²	9,81
Sohlgefälle Rohrleitung	$I_l \approx I_E$	%	2,00
betriebliche Rauheit	k_b	mm	1,00
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	
gewählte Dauer des Bemessungsregens	D	min	
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	

Ergebnisse:

Bemessungsabfluss	Q_{Bem}	l/s	
Vollfülleistung der Rohrleitung	Q_{voll}	l/s	7,9
Abflussverhältnis	$Q_{\text{Bem}}/Q_{\text{voll}}$	-	
Fließtiefe im Profil bei Bemessungsabfluss	h	cm	

Bemerkungen:

Für die Berechnung wird ein geringes Sohlgefälle von 2% angenommen.

Die Rohrleitung hat eine hydraulische Leistungsfähigkeit von ca. **8 l/s**. Dieser Wert wird für die Berechnung des erforderlichen Speichervolumens als Drosselabfluss angesetzt.

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird in einer überdimensionierten Drainageleitung zur Verfügung gestellt.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	6.418
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,60
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	3.851
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	0,0
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	8,0
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	20,8
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	120
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	44,6
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	206
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	79
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Berechnung möglicher Drosselabfluss siehe Berechnung der Vollfülleistung des Rohres.
Ein unzulässiger Einstau in den Oberbau kann durch die überdimensionierte Drainageleitung für das 10-jährige Regenereignis rechnerisch ausgeschlossen werden.

Die Entleerungszeit beträgt ca. 3h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Speichervolumen wird in einer überdimensionierten Drainageleitung zur Verfügung gestellt.

rtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

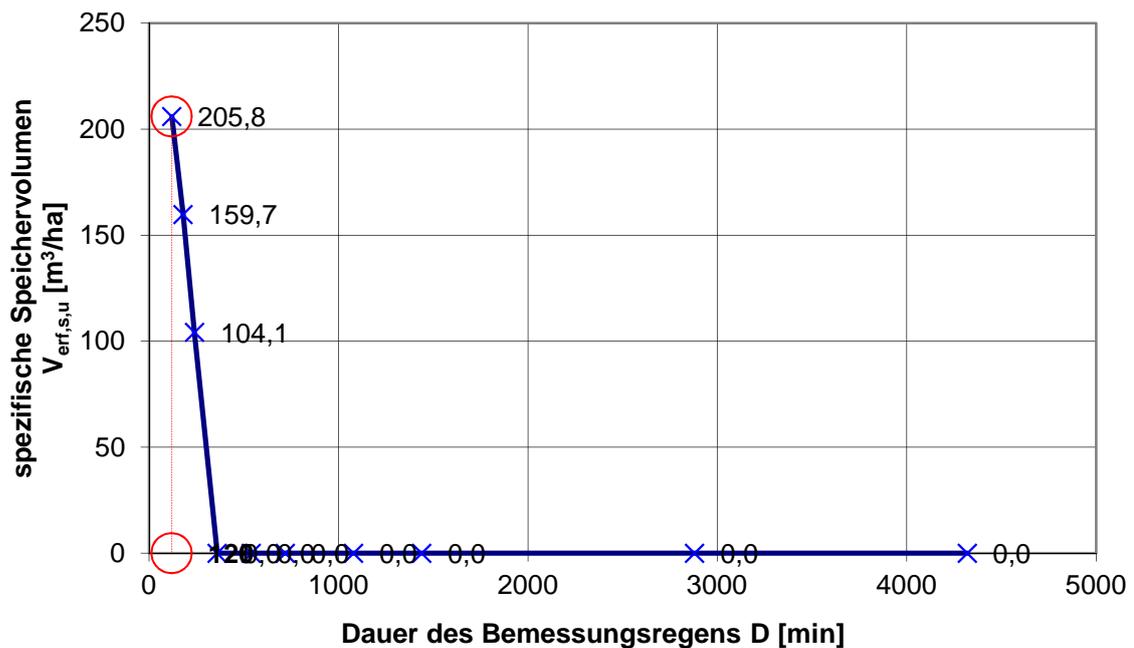
Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
205,8
159,7
104,1
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Rückhalteraum



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 14

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	5.480	0,60	3.288
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle: 1	375	1,00	375
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	2.895	0,30	869
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	8.750
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	4.532
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,52

Bemerkungen:

Das Wasser wird über einen Stauraumkanal in eine Leitung der ZVO mit DN 300 eingeleitet.

Berechnung der Vollfülleistung einer Rohrleitung mit Kreisquerschnitt nach Prandtl-Colebrook

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rohrleitung

Mischwasserleitung DN 300 der ZVO bei Bau-km 155,929 bahnrechts.

Eingabedaten:

$$Q_{\text{voll}} = \pi * d^2/4 * (-2 * \lg [(2,51 * \nu / d / (2g * I_E * d)^{0,5}) + k_b / (3,71*d)]) * (2g * I_E * d)^{0,5} * 1000$$

$$Q_{\text{Bem}} = A_u * r_{D(n)} / 10000 + Q_{\text{zu}}$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	8.750
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,52
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	4.550
konstanter Zufluss	Q_{zu}	l/s	0,00
Innendurchmesser Rohr mit Kreisquerschnitt	d	mm	300
Kinematische Viskosität	ν	m ² /s	1,31E-06
Fallbeschleunigung	g	m/s ²	9,81
Sohlgefälle Rohrleitung	$I_l \approx I_E$	%	1,00
betriebliche Rauheit	k_b	mm	1,50
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	
gewählte Dauer des Bemessungsregens	D	min	
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	

Ergebnisse:

Bemessungsabfluss	Q_{Bem}	l/s	
Vollfülleistung der Rohrleitung	Q_{voll}	l/s	97,9
Abflussverhältnis	$Q_{\text{Bem}}/Q_{\text{voll}}$	-	
Fließtiefe im Profil bei Bemessungsabfluss	h	cm	

Bemerkungen:

Für die Berechnung wird ein geringes Sohlgefälle von 1% angenommen.

Die Rohrleitung hat eine hydraulische Leistungsfähigkeit von ca. **98 l/s**. Für die Berechnung des Speichervolumens wird ein Drosselabfluss von ca. 8% der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Vorflutleitung angesetzt (ca. 8 l/s).

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Grooprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Stauraumkanal mit Einleitung in eine Mischwasserleitung der ZVO mit DN 300.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	8.750
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,52
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	4.550
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	8,0
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	17,6
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	120
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	44,6
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	233
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	106
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Mischwasserleitung wird durch den Drosselabfluss von 8 l/s ca. 8% ausgelastet.

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 4 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Stauraumkanal mit Einleitung in eine Mischwasserleitung der ZVO mit DN 300.

rtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

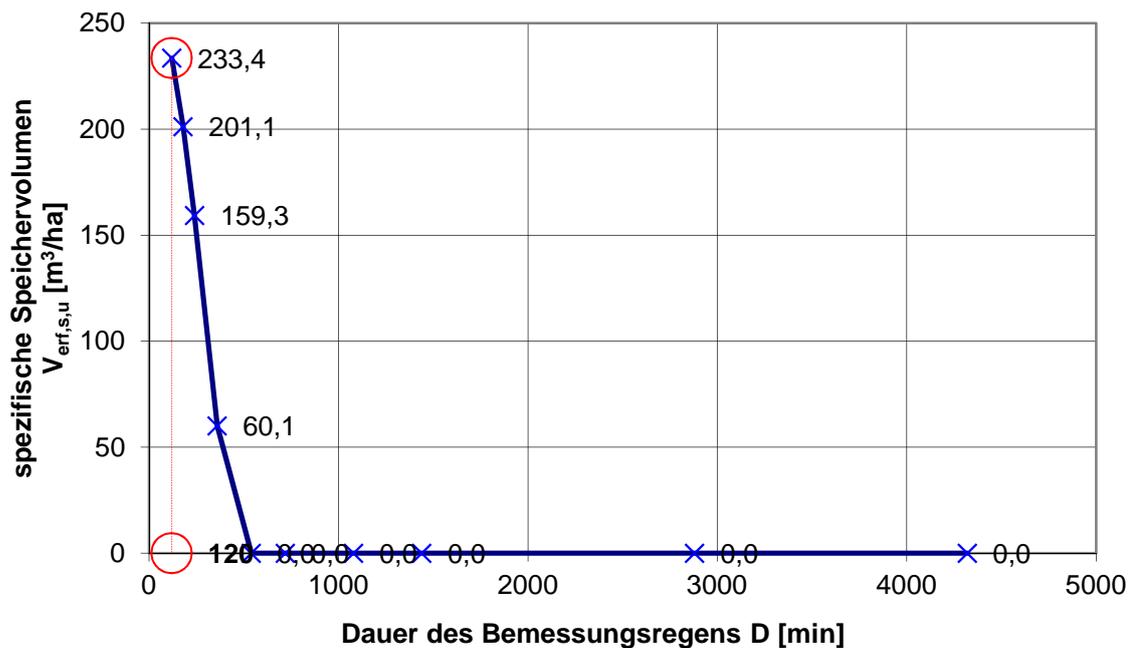
Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
233,4
201,1
159,3
60,1
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Rückhalteraum



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerungsabschnitt 15

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag / PSS: 0,6	9.943	0,60	5.966
	Geh- Radweg und Wendeanlage: 0,6			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Bankett / Seitenstreifen: 0,3			
Böschungen, Bankette und Gräben	Grabensohle bzw. Mulde: 1,0	681	1,00	681
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3	5.505	0,30	1.652
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	16.129
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	8.299
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,51

Bemerkungen:

Flächen aus dem PFA 5 sind bereits enthalten (A_{ges}):

Planum: 2260 m² / Böschung: 1393 m² / Grabensohle: 158 m²

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 5 mit Einleitung in Wasserleitung des WBV mit untergeordneter Bedeutung und Weiterleitung in verrohrte Leitung DN 400.

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	16.129
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,51
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	8.226
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	2,0
Drosselabflusssspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	2,4
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	8,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m³/ha	503
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	414
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

Die Entleerungszeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$V = V / [q_s / 1000 * A_u / 10000] / (60 * 60)$$

Die Entleerungszeit beträgt ca. 58 h.

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Schienenanbindung an die Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)

Auftraggeber:

DB Netz AG
Großprojekt Schienenanbindung Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Rückhalteraum:

Regenrückhaltebecken 5 mit Einleitung in Wasserleitung des WBV mit untergeordneter Bedeutung und Weiterleitung in verrohrte Leitung DN 400.

rtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
120	44,6
180	33,1
240	26,8
360	19,9
540	14,8
720	12,0
1080	8,9
1440	7,2
2880	4,3
4320	3,1

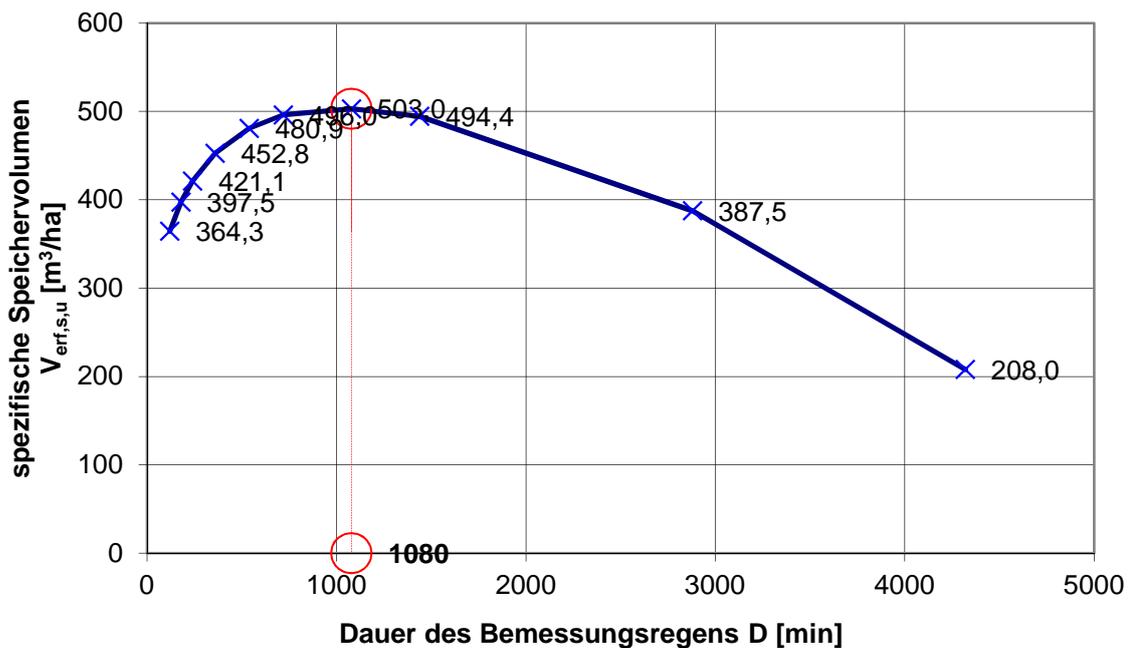
Flldauer RB:

$D_{RB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m ³ /ha]
364,3
397,5
421,1
452,8
480,9
496,0
503,0
494,4
387,5
208,0

Rückhalteraum



Vorhaben:
ABS/NBS Hamburg - Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)
Planfeststellungsabschnitt 4, Bau-km 150,752 - Bau-km 157,055
Hydraulische Berechnungen



Entwässerung Dezentrales Umrichterwerk Göhl

Einzugsflächen der Oberflächenentwässerung Urw Göhl

Niederschlagshöhen und -spenden für Göhl (SH)						KOSTRA-DWD 2010R Spalte 42; Zeile 12	
Bemessungsregen $r_{15(1)}$		94,4 l/s ha					
Flächenart	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	ψ_s [-]	Fläche A_u [m ²]	Q_R [l/s]	Bemerkung
Gebäude							
Gebäude 1 - Betriebsgebäude	aus Cad		224,00	0,90	201,60	1,90	Entwässerung in die Seitenbereiche
Gebäude 2 - Umrichter 1	aus Cad		270,00	0,90	243,00	2,29	
Gebäude 3 - Umrichter 2	aus Cad		270,00	0,90	243,00	2,29	
Gebäude 4 - Tk-/Ose-Gebäude	aus Cad		28,00	0,90	25,20		
Gebäude 5 - Trafostation	aus Cad		7,00	0,90	6,30		
Verkehrsflächen Umrichterwerk							
Pflaster Verkehrsflächen im Urw	aus Cad		1.404,00	0,70	982,80	9,28	
Pflaster sonstige							
Zufahrt und Umpflasterungen ausserhalb des Urw							
	aus Cad		411,00	0,70	287,70	2,72	
Summe angeschlossener Flächen					1.989,60		
Summe Ableitung Oberflächenwasser						18,48	bauzeitl. Maximum
Summe Ableitung RRB 4						18,48	



Trafowannen max. Fassungsvermögen an Niederschlagswasser gem. Datenblatt.						23,00 m ³	
Anzahl Trafostandorte	2						
max. Gesamtmenge Niederschlagswasser						46,00 m ³	
In der Praxis werden die Wannen vor Erreichen der max. Füllmenge ausgepumpt. Das Auspumpen erfolgt i. d. R. nicht bei durch Niederschlagswasser gefüllten Anlagen, so dass keine Addition der Mengen aus Niederschlag- und Trafowanne erfolgt. Verschmutztes Wasser wird ordnungsgemäß entsorgt.							

Auspumpen der Wannen in niederschlagsarmer Periode (in Matrix nicht berücksichtigt)

Versickerungsmulde im Umrichterwerk Göhl - Verkehrsflächen, Umrichter und Freiluftschaltanlagen

Berechnung für Werksflächen nach DWA-A 138

alle Werte für n = 0,20 (5-jährige Überschreitungshäufigkeit)

1989,60 m²

Modellrechnung (iterativ) nach Matrix Versickerungsmulde

Niederschlagsdaten: aus KOSTRA-DWD für Göhl (Spalte 42; Zeile 12)

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[13]
Dauerstufe	Nieder- schlags- höhe	Regenspende (KOSTRA)	undurch- lässige Fläche	Zufluss Q _{Zu}	Drosselabfluss Q _{Dr}	Abmind- faktor (geschätzt)	Zuschlags- faktor	erf. Speicher- volumen	vorh. Rückhalte- raum (ca.)	Reserve	Entleerungs- dauer des vorhandenen Speichers
D min	HN mm	r _{D,n} l/(s,ha)	A _{E,U} ha	l/s	l/s	f _A	f _Z	V m³	V _{vorh} m³	V _{res} m³	h
			lt. Anlage	[3]*[4]				$(([5]-[6])*[1]*60*[7]*[8])/1000$		[10]-[9]	$((12)/((5)*3,6)$
geplante Beckengröße (ca.)											
5	7,3	244,0	0,199	48,55	0,33	1,00	1,20	17,36	88,69	71,33	74,37
10	11,0	182,7	0,199	36,35	0,33	1,00	1,20	25,93	88,69	62,75	74,37
15	13,5	149,6	0,199	29,76	0,33	1,00	1,20	31,79	88,69	56,90	74,37
20	15,3	127,8	0,199	25,43	0,33	1,00	1,20	36,14	88,69	52,55	74,37
30	18,0	100,2	0,199	19,94	0,33	1,00	1,20	42,35	88,69	46,34	74,37
45	20,8	76,9	0,199	15,30	0,33	1,00	1,20	48,50	88,69	40,19	74,37
60	22,7	63,0	0,199	12,53	0,33	1,00	1,20	52,72	88,69	35,97	74,37
90	25,3	46,8	0,199	9,31	0,33	1,00	1,20	58,19	88,69	30,50	74,37
120	27,3	37,9	0,199	7,54	0,33	1,00	1,20	62,29	88,69	26,40	74,37
180	30,4	28,1	0,199	5,59	0,33	1,00	1,20	68,16	88,69	20,52	74,37
240	32,8	22,7	0,199	4,52	0,33	1,00	1,20	72,32	88,69	16,37	74,37
360	36,5	16,9	0,199	3,36	0,33	1,00	1,20	78,57	88,69	10,12	74,37
540	40,6	12,5	0,199	2,49	0,33	1,00	1,20	83,82	88,69	4,87	74,37
720	43,8	10,1	0,199	2,01	0,33	1,00	1,20	87,00	88,69	1,69	74,37
1080	48,8	7,5	0,199	1,49	0,33	1,00	1,20	90,28	88,69	-1,59	74,37
1440	52,7	6,1	0,199	1,21	0,33	1,00	1,20	91,49	88,69	-2,80	74,37
2880	62,6	3,6	0,199	0,72	0,33	1,00	1,20	79,83	88,69	8,85	74,37
4320	69,2	2,7	0,199	0,54	0,33	1,00	1,20	64,06	88,69	24,63	74,37
Volumenberechnung (Pyramidenstumpf) $V=1/3*h(A_{unten}+Wurzel(A_{oben}*A_{unten})+A_{oben})$											
104,75 m³											
Die versickerungswirksame Fläche ist annähernd genau mit A_{oben} anzusetzen.											
Standortbedingungen											
OK Gelände 9,30 m											
Sohlhöhe Mulde 8,70 m											
Beckentiefe 0,50 m											
Böschung n=1: 1,50											
Böschungsbreite sählig 0,75 m											
Bemessungswert k_r 0,0000005 Versickerung über die Beckensohle / belebte Oberbodenzone (aus Baugrunduntersuchung abgeschätzt - Mergel)											
Bemerkung: Die Versickerungsrate (Versickerungsleistung) des gewählten Beckens beträgt:											
Q = 0,09 l/s											
sonstiger Drosselabfluss zur Vorflut: 0,24 l/s (Vorgabe DB Netz I.TV-SO-P-EF: Einleitmenge RRB 4 max. 1,20 l/s*ha)											