

Hydraulische Berechnung / Einleitgenehmigung Bahnhof Norddeich: P+R-Anlage

1. Allgemeine Grundlagen der hydraulischen Berechnung

Die hydraulische Berechnung wird auf Grundlage der DIN EN 752-4 [1], der RAS-EW [2] und des DWA-A 138 [3] erstellt.

Entsprechend werden folgende Parameter und anfallenden Regenmengen angesetzt:

Die empfohlene Häufigkeit des Bemessungsregens beträgt nach [3], Tabelle 3

$n = 0,2$

für einfache zentrale Versickerungsanlagen.

Die maßgebliche Regendauer wird danach iterativ bestimmt. Die dafür benötigten Regenspenden sind dem KOSTRA-DWD 2000-Atlas zu entnehmen, dessen Auszug für das Gebiet von Norddeich im Anhang beigefügt ist.

Der Regenwasserabfluss Q wird für die zu entwässernden Flächen nach der Formel:

$$Q = r_{D,n} \cdot \psi \cdot A / 10.000$$

ermittelt.

Die für die Bestimmung der Einzugsflächen notwendigen Maße wurden grafisch aus dem Lageplan ermittelt. Die Ergebnisse sind in der entsprechenden Tabelle der hydraulischen Berechnungen dargestellt.

Als Abflussbeiwert ψ werden folgende Werte angesetzt:

Asphaltflächen: $\psi = 0,90$

Schotter-Splittbelag: $\psi = 0,60$

Der Durchlässigkeitsbeiwert der anstehenden Böden wird mit $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s angesetzt.

2. Beschreibung des ursprünglichen Entwässerungssystems

Das Entwässerungssystem des ursprünglichen Bahnhofsvorplatzes lässt sich anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen grob in zwei Bereiche einteilen. Der nordwestliche Bereich bis einschließlich Betriebsgebäude war nahezu vollständig befestigt und wurde über Straßenabläufe und Kanalisation in den Graben am Fuß der südwestlich an das Gelände angrenzenden Böschung entwässert. Der südöstliche Bereich war teils befestigt und teils unbefestigt und wies keine Entwässerungseinrichtungen auf. Daher kann davon ausgegangen werden, dass das auf den befestigten Flächen anfallende Niederschlagswasser über die unbefestigten Flächen versickert wurde.

3. Beschreibung des Entwässerungskonzeptes

Das neue Entwässerungskonzept sieht vor, das auf dem Gelände anfallende Wasser vollständig zu versickern. Hierzu wird zunächst die befestigte Fläche reduziert, in dem nur die Hauptfahrbahn bituminös und die Stellflächen lediglich mit einem Schotter-Splitt-Gemisch befestigt werden. Die Fahrbahn und die Stellplätze sind allesamt in Richtung der auf der Südwestseite des Geländes gelegenen Böschung geneigt. Vor dieser Böschung ist eine Bordrinne mit Straßenabläufen angeordnet, über die das Wasser, welches nicht bereits über die Schotter-Splittflächen versickert, in eine parallel zur Böschung angeordnete neue Rohr-Rigole abgeführt wird.

Diese Rohr-Rigole beginnt in Höhe der Einlassschranke mit Schacht 8008 und endet am südöstlichen Fahrbahnde beim Schacht 8001.

Die Rohrrigole ist auf einer Länge von 213 m mit einem Vollsickerr DN 200 und auf einer Länge von 73 m mit einem Vollsickerr DN 300 ausgestattet. Der Rigolenkörper mit den Querschnittsabmessungen $B \times H = 0,80 \times 0,60$ m ist mit Geotextil ummantelt und mit grobem Kies gefüllt. Darüber ist zusätzlich kiesiger Sand mit einem Feinkornanteil von lediglich 1 % aufgefüllt.

Den Schacht 8001 verbindet darüber hinaus eine Drainageleitung DN 150 mit dem am südöstlichen Grundstücksende gelegenen Schacht 8002.

Die Schächte 8001 und 8002 sind Sickerschächte, die übrigen haben jeweils eine Sohle mit Gerinne.

Die Grünflächen auf Seite der Bahnanlage versickern das Niederschlagswasser jeweils auf ihrer ganzen Fläche.

Die vorgenannte Böschung gehört ebenfalls noch zum Untersuchungsgebiet. Sie entwässert weiterhin in den am Böschungsfuß vorhandenen Graben. Eine Erhöhung des Einzugsgebietes liegt hier nicht vor. Daher braucht für diese Fläche auch kein hydraulischer Nachweis geführt werden.

Das Eisenbahnbetriebsgebäude ist an eine eigene Entwässerungsanlage angeschlossen. Über die Schächte 8005 und 8006 wird das Wasser in Richtung Böschung geleitet. Der Auslauf ist etwas oberhalb des genannten Grabens. Daher geht das Gebäude nicht in die Bemessung der Rigole mit ein.

4. Hydraulische Berechnung

Die hydraulische Berechnung wird für die Rigole mit dem Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS der ITWH GmbH Hannover durchgeführt. In der Berechnungstabelle wird vereinfachend für die gesamte Länge das Vollsickerrohr DN 200 angesetzt und auf den Ansatz der Sickerfläche der Sickerschächte verzichtet. Dafür wird das Rückhaltevolumen aller Schächte berücksichtigt.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die erforderliche Rigolenlänge um 13,6 m größer ist als die vorhandene. Das für diese Länge erforderliche Volumen beträgt $1,69 \text{ m}^3$ (Rigole) + $1,71 \text{ m}^3$ (Rohr) = $3,40 \text{ m}^3$. Das Zusatzvolumen des auf 73 Meter Länge statt DN 200 mit DN 300 vorhandenen Rohres ist mit $20,64 \text{ m}^3 - 9,17 \text{ m}^3 = 11,47 \text{ m}^3$ jedoch mehr als 3 mal so hoch.

5. Ergebniss

Die Berechnung zeigt, dass das im Untersuchungsgebiet anfallende Niederschlagswasser auf dem Gelände schadlos versickert werden kann.



Dipl.-Ing. Ulf Schmidt / Ingenieurbüro Vössing GmbH

aufgestellt am 10.05.2016

Anlagen:

- Regenspenden
- Ermittlung der Teileinzugsgebiete
- Ermittlung der abflusswirksamen Flächen
- Ermittlung Schachtvolumen
- Berechnung der Rohrrigole

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	Norddeich
Spalten-Nr. KOSTRA-Atlas	13
Zeilen-Nr. KOSTRA-Atlas	21
KOSTRA-Datenbasis	1951-2000
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

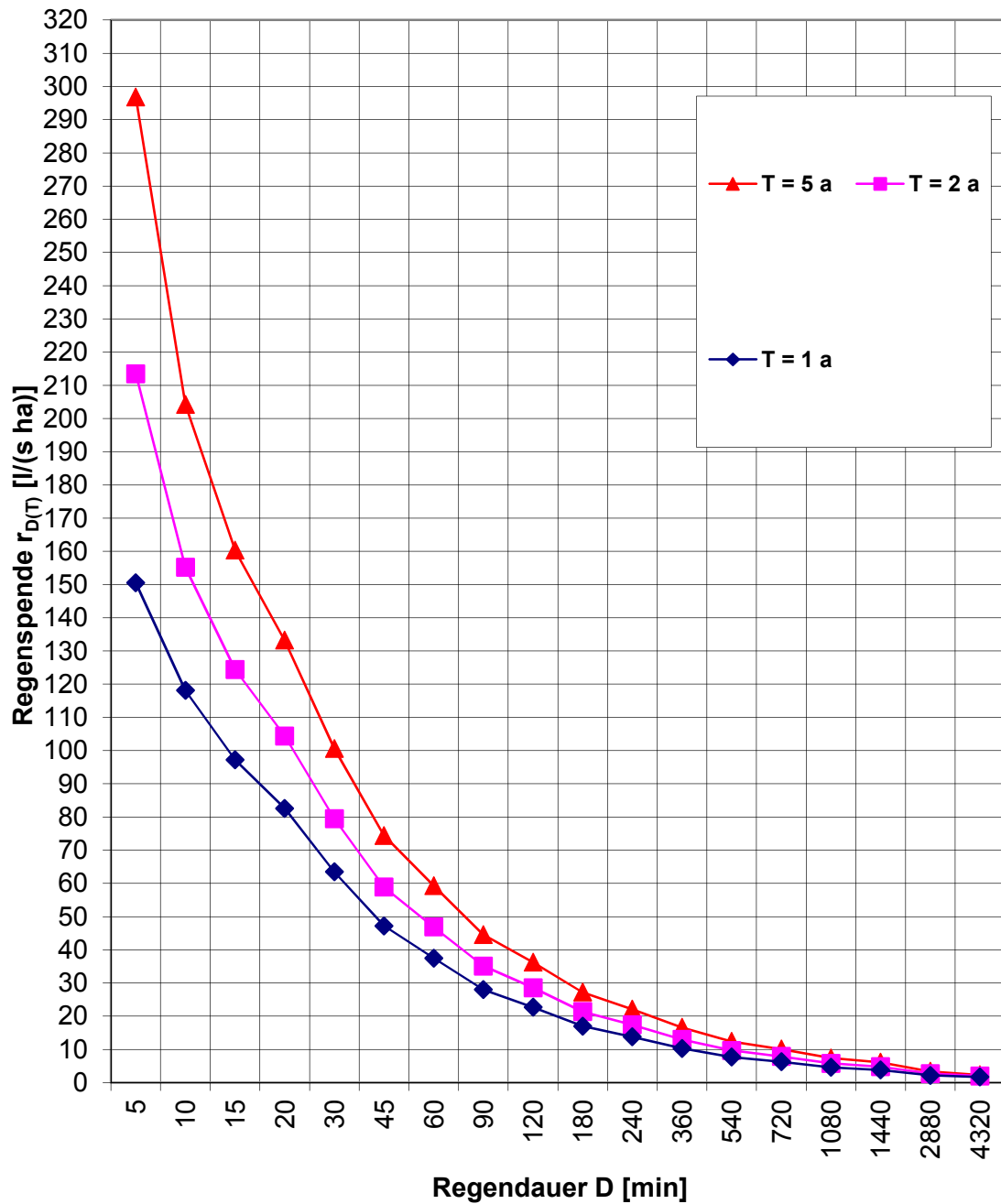
Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{D(T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	1	2	5
5	150,5	213,5	296,8
10	118,1	155,2	204,2
15	97,2	124,4	160,3
20	82,6	104,4	133,2
30	63,5	79,5	100,6
45	47,2	58,9	74,4
60	37,5	46,9	59,3
90	28,0	35,1	44,5
120	22,7	28,6	36,2
180	17,0	21,4	27,2
240	13,8	17,4	22,1
360	10,3	13,0	16,6
540	7,7	9,7	12,4
720	6,3	7,9	10,1
1080	4,6	5,8	7,4
1440	3,8	4,8	6,1
2880	2,2	2,7	3,4
4320	1,7	2,0	2,3

Bemerkungen:

Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	Norddeich
Spalten-Nr. KOSTRA-Atlas	13
Zeilen-Nr. KOSTRA-Atlas	21
KOSTRA-Datenbasis	1951-2000
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regenspendenlinien



P+R-Anlage Bf Norddeich

Ermittlung der Teileinzugsflächen

EZG	Teilfläche	Einzugsgebiet Rigole					
		L [m]	B [m]	A [m²]	ψ [-]	ΣA _U [m²]	ΣA _E [m²]
Fahrbahn	A1	17,50	7,00	122,50	0,90	110	123
	A2.1	6,00	36,00	216,00	0,90	194	216
	A3.1	26,50	6,00	159,00	0,90	143	159
	A4.1	78,64	6,00	471,84	0,90	425	472
	A5.1	38,50	6,00	231,00	0,90	208	231
	A5.4	5,00	3,00	15,00	0,90	14	15
	A6.1	19,00	5,00	300,00	0,90	270	300
	A7.1	79,50	6,00	477,00	0,90	429	477
						1793	1992
Parkflächen	A2.2	5,00	11,00	27,50	0,60	17	28
	A2.3	12,62	6,00	37,86	0,60	23	38
	A3.2	28,50	5,00	142,50	0,60	86	143
	A3.3	26,00	5,00	130,00	0,60	78	130
	A3.4	12,00	2,50	30,00	0,60	18	30
	A4.2	71,10	5,00	355,50	0,60	213	356
	A4.3	65,00	5,00	325,00	0,60	195	325
	A4.4	3,50	12,50	43,75	0,60	26	44
	A4.5	10,00	10,50	105,00	0,60	63	105
	A5.2	42,00	3,00	126,00	0,60	76	126
	A5.3	7,00	7,50	52,50	0,60	32	53
	A6.2	25,00	5,00	125,00	0,60	75	125
	A6.3	25,00	5,00	125,00	0,60	75	125
	A7.2	51,04	5,00	255,20	0,60	153	255
	A7.3	67,66	5,00	338,30	0,60	203	338
						1331	2219

von L * B abweichende Berechnungsformeln für A:

Trapezformel

$A = ((L+B)/2) * 25$ für Teilfläche A 6.1

Dreiecksfläche

$A = L * B / 2$ für Teilflächen A 2.2 und 2.3

**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)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9	1.992	0,90	1.793
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6	2.219	0,60	1.331
	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]	4.211
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	3.124
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,74

Bemerkungen:

P+R-Anlage Bf Norddeich
Einzugsgebiet Rohrrigole

P+R-Anlage Bf Norddeich

Ermittlung Stauvolumen Schächte

Schacht	RS [mNN]	OK Stau	H [m]	DN [mm]	A [m²]	V [m³]
8008	5,05	6,00	0,95	1000	3,14	2,98
8007	5,16	6,00	0,84	1000	3,14	2,64
8004	5,20	6,00	0,80	1000	3,14	2,51
8003	5,03	6,00	0,97	1000	3,14	3,05
8001	3,23	6,00	2,77	1000	3,14	8,70
8002	3,27	6,00	2,73	1000	3,14	8,58
Summe Volumen Schacht						28,46

OK Stau = 20 cm unter der niedrigsten Schachtdeckelhöhe

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH
Hans-Böckler-Allee 9, 30173 Hannover
30173 Hannover

Auftraggeber:

Aktiengesellschaft
Reederei Norden-Frisia
Mole Norddeich 1
26506 Norddeich

Rigolenversickerung:

P+R-Anlage Bf Norddeich

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	4.211
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,74
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	3.124
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,0E-05
Höhe der Rigole	h_R	m	0,6
Breite der Rigole	b_R	m	0,8
Speicherkoeffizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,35
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	210
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	200
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	1
Gesamtspeicherkoeffizient	s_{RR}	-	0,39
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	0
Wasseraustrittsfläche des Dränagerohres	$A_{Austritt}$	cm ² /m	50
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,10
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m ³	28,0

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	16,6
erforderliche Rigolenlänge	L	m	299,6
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	286,0
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m ³	53,5
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m ²	314,8
maßgebender Wasserzufluss	Q_{zu}	l/s	62
vorhandene Wasseraustrittsleistung	$Q_{Austritt}$	l/s	143

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH
Hans-Böckler-Allee 9, 30173 Hannover
30173 Hannover

Auftraggeber:

Aktiengesellschaft
Reederei Norden-Frisia
Mole Norddeich 1
26506 Norddeich

Rigolenversickerung:

P+R-Anlage Bf Norddeich

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	296,8
15	160,3
30	100,6
60	59,3
90	44,5
180	27,2
360	16,6
720	10,1
1140	6,1

Berechnung:

L [m]
13,8
112,0
172,8
217,1
248,2
288,9
299,6
271,9
192,0

Rigolenversickerung

