

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

<b>Inhalt der Technischen Berechnungen</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Hydraulische Berechnungen für Regenwasser.....</b>	<b>1</b>
1.1	Niederschlagshöhen und –spenden nach KOSTRA-DWD 2020 .....	1
1.2	Grundstücksentwässerung nach DIN 1986 – 100.....	4
1.2.1	Abflussvermögen von Entwässerungsleitungen.....	4
1.2.2	Einzugsgebiete .....	4
1.2.3	Bemessung der Entwässerungsleitungen.....	7
1.2.4	Überflutungsnachweis.....	8
1.3	Bemessung des Rückhaltevolumens .....	11
1.3.1	Bemessung der Regenwasserrückhaltung .....	14
1.3.2	Bemessung der Drosseleinrichtung .....	15
1.3.3	Bemessung des Notüberlaufs .....	15
1.3.4	Auftriebsnachweis Rigole.....	16
1.4	Bemessung Regenwasserbehandlung .....	18

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### **1 Hydraulische Berechnungen für Regenwasser**

#### **1.1 Niederschlagshöhen und –spenden nach KOSTRA-DWD 2020**

## Örtliche Regendaten zur Bemessung nach DWA-A 138-1

Datenherkunft	itwh KOSTRA-DWD Import
Ortsname (optional)	Norden (NI)
Rasterfeld Spalten-Nr.	107
Rasterfeld Zeilen-Nr.	81
KOSTRA-Datenbasis	KOSTRA-DWD 2020
Zuschlag	mit Zuschlag

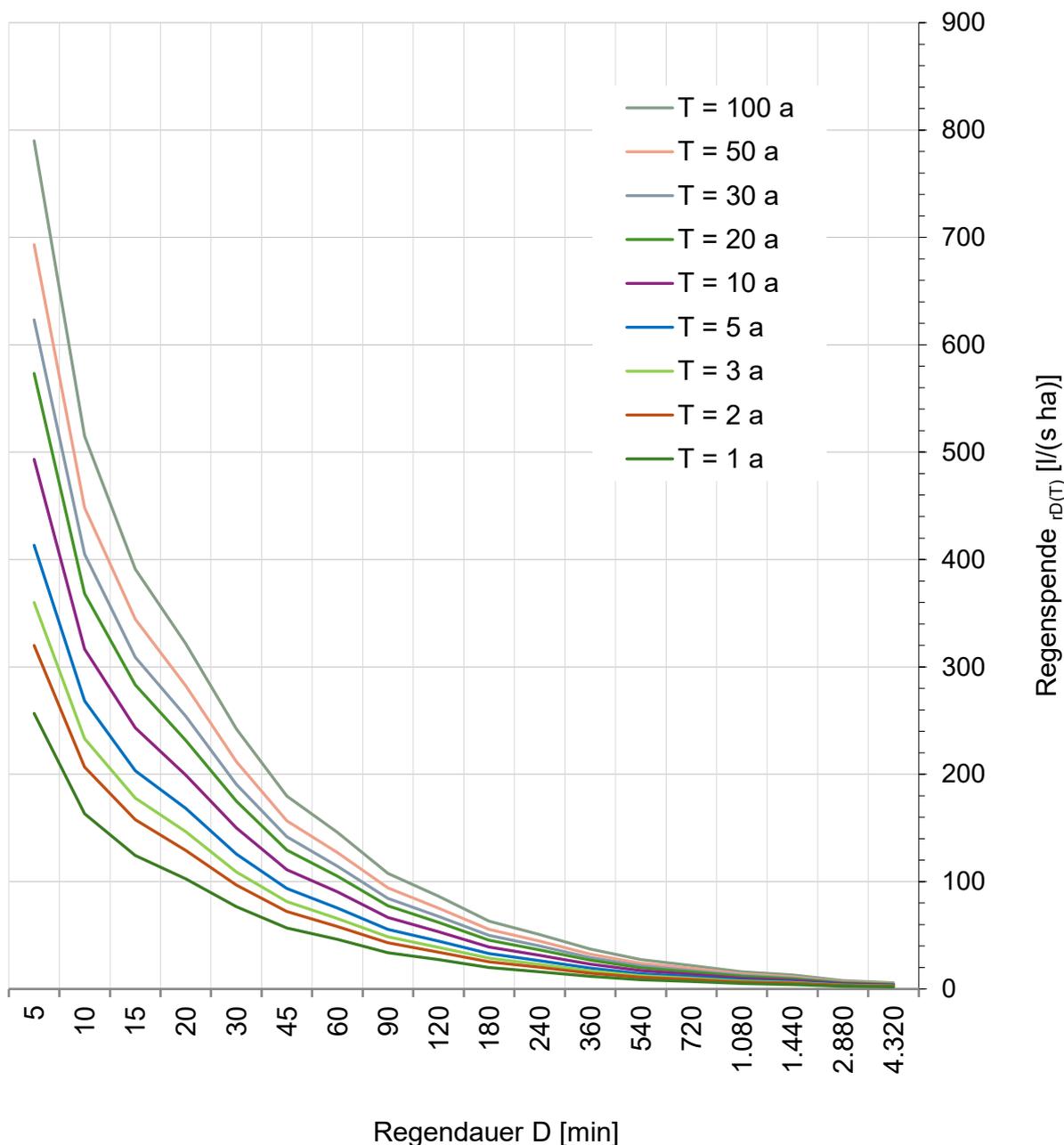
Regen- dauer D in [min]	Regenspende $r_{D(T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten								
	1	2	3	5	10	20	30	50	100
5	256,7	320,0	360,0	413,3	493,3	573,3	623,3	693,3	790,0
10	163,3	206,7	233,3	268,3	316,7	368,3	405,0	448,3	515,0
15	124,4	157,8	177,8	203,3	243,3	283,3	308,9	344,4	391,1
20	102,5	129,2	146,7	168,3	199,2	231,7	254,2	282,5	321,7
30	76,7	96,7	108,9	125,6	150,0	175,0	190,6	211,7	242,2
45	56,7	72,2	81,5	93,7	111,1	129,3	141,9	156,7	179,6
60	46,1	58,1	65,6	75,3	90,3	105,0	114,2	126,9	145,8
90	33,7	43,0	48,5	55,6	66,5	77,4	84,3	94,1	107,6
120	27,4	34,4	38,9	44,7	53,3	62,2	67,6	75,4	86,4
180	19,9	25,4	28,6	33,0	39,0	45,5	49,8	55,6	63,2
240	16,0	20,3	23,0	26,4	31,3	36,5	40,0	44,7	50,8
360	11,8	14,8	16,8	19,4	23,1	26,9	29,2	32,5	37,3
540	8,7	10,9	12,3	14,2	17,0	19,8	21,5	24,0	27,3
720	7,0	8,8	10,0	11,5	13,6	15,8	17,2	19,2	21,9
1.080	5,2	6,5	7,3	8,4	10,0	11,7	12,7	14,1	16,1
1.440	4,2	5,3	5,9	6,8	8,0	9,3	10,3	11,3	13,0
2.880	2,6	3,2	3,6	4,1	4,8	5,6	6,1	6,7	7,7
4.320	1,9	2,4	2,7	3,0	3,6	4,2	4,5	5,0	5,7

### Bemerkungen:

# Örtliche Regendaten zur Bemessung nach DWA-A 138-1

Datenherkunft	itwh KOSTRA-DWD Import
Ortsname (optional)	Norden (NI)
Rasterfeld Spalten-Nr.	107
Rasterfeld Zeilen-Nr.	81
KOSTRA-Datenbasis	KOSTRA-DWD 2020
Zuschlag	mit Zuschlag

## Regenspendenlinien



Bemessungsprogramm RW-Tools-ULTRA.xlsx 8.1.1 Lizenznummer: RWU0469  
 © 2025 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH  
 Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, www.itwh.de

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.2 Grundstücksentwässerung nach DIN 1986 – 100

#### 1.2.1 Abflussvermögen von Entwässerungsleitungen

Betriebsrauigkeit	$k_b = 1,0$	mm	Füllungsgrad $h/d_i = 0,7$		Abfluss-	Verkehrsfl. T = 2a	Dach T = 5a	
	Mindest- gefälle	Abfluss bei Vollfüllung	Fließge- schwindigkeit	$Q_t/Q_v =$ 0,83	$v_t/v_v =$ 1,11	beiwert C = $r_{(D,T)} = r_{(S,T)} =$	1 320,97	1 413
DN	$l_{min}$	$Q_v$	$v_v$	$Q_t$	$v_t$		max. Fläche	max. Fläche
mm	‰	l/s	m/s	l/s	m/s		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
100	10,00	5,6	0,71	4,6	0,79		145	113
125	8,00	9	0,74	7,5	0,82		233	181
150	6,67	13,4	0,76	11,1	0,84		347	269
200	5,00	24,9	0,79	20,7	0,88		644	500
250	4,00	40,3	0,82	33,4	0,91		1042	810
300	3,33	59,6	0,84	49,5	0,93		1541	1198
350	2,86	83,0	0,87	68,9	0,97		2146	1668
400	2,50	110,0	0,88	91,3	0,98		2845	2211
450	2,22	141,0	0,89	117,0	0,99		3646	2834
500	2,00	177,0	0,91	146,9	1,01		4577	3557
600	1,67	261,0	0,93	216,6	1,03		6749	5245
800	1,25	483,0	0,96	400,9	1,07		12490	9707
	<b>Gefälle</b>							
500	3,50	234,0	1,19	194,2	1,32		6051	4703

#### 1.2.2 Einzugsgebiete

Das Planungsgebiet ist in mehrere Flächentypen unterteilt.

Es wird vorgesehen das abflusswirksame Oberflächenwasser von den Dachflächen über separate Grundleitungen in die Regenwasserrückhaltung einzuleiten.

Das Oberflächenwasser von den Park- und Verkehrsflächen wird vor einer Einleitung in die Regenwasserrückhaltung zwei zentralen Regenwasserbehandlungsanlagen zugeführt.

Das Oberflächenwasser der Grünflächen wird Vorort versickert. Mit einer Bordanlage wird verhindert das anfallendes Oberflächenwasser nicht unkontrolliert zum Abfluss kommt.

Für die Dimensionierung der Grundleitung bedeutet dies, dass die Grünflächen mit einem Abflussbeiwert von 0,00 unberücksichtigt bleiben.

Grundleitung mit Schachtbezeichnung	Angeschlossene Einzugsgebiete
DN 500 (RW 01 – RW 02)	nördliche Parkfläche
DN 500 (RW 06 – RW 07)	südliche Parkfläche
DN 500 (RW 04 – RW 05)	Bestandsgebäude
1 x DN 500 (RW 09 – RW 11) direkter Anschluss an Rigole	Planungsgebäude

# Abflusswirksame Flächen nach DWA-A 138-1 / DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C, die potenziell einen Abfluss zum Entwässerungssystem haben. (DWA A-138-1 Tabelle 9)	Teilfläche A [m <sup>2</sup> ]	C <sub>s</sub> [-]	C <sub>m</sub> [-]	Gewählt C <sub>s</sub>   C <sub>m</sub>	AC [m <sup>2</sup> ]
<b>1 Wasserundurchlässige Flächen</b>						
<b>Dachflächen</b>						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement		1,00	0,90	C <sub>m</sub>	0
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen		1,00	0,90	C <sub>m</sub>	0
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement	10.200	1,00	0,90	C <sub>m</sub>	9.180
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90	C <sub>m</sub>	0
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung		0,80	0,80	C <sub>m</sub>	0
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)		0,70	0,40	C <sub>m</sub>	0
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)		0,20	0,10	C <sub>m</sub>	0
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)		0,40	0,20	C <sub>m</sub>	0
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)		0,50	0,30	C <sub>m</sub>	0
<b>Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)</b>						
	Betonflächen		1,00	0,90	C <sub>m</sub>	0
	Schwarzdecken (Asphalt)	9.500	1,00	0,90	C <sub>m</sub>	8.550
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss		1,00	0,80	C <sub>m</sub>	0
	oberirdische Gleisanlage, feste Fahrbahn		1,00	0,90	C <sub>m</sub>	0
<b>Rampen</b>						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00	C <sub>m</sub>	0
<b>2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen</b>						
<b>Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)</b>						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	100	0,90	0,70	C <sub>m</sub>	70
	Pflasterflächen, mit Fugenanteil > 15 % z. B. 10 cm × 10 cm und kleiner oder fester Kiesbelag		0,70	0,60	C <sub>m</sub>	0
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70	C <sub>m</sub>	0
	lockerer Kiesbelag, Schotterrassen (z. B. Kinderspielplätze)		0,30	0,20	C <sub>m</sub>	0
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker-/Drainsteine		0,40	0,25	C <sub>m</sub>	0
	Rasengittersteine mit häufigen Verkehrsbelastungen (z. B. Parkplatz)		0,40	0,20	C <sub>m</sub>	0
	Rasengittersteine ohne häufige Verkehrsbelastungen (z. B. Feuerwehzufahrt)		0,20	0,10	C <sub>m</sub>	0

## Abflusswirksame Flächen nach DWA-A 138-1 / DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C, die potenziell einen Abfluss zum Entwässerungssystem haben. (DWA A-138-1 Tabelle 9)	Teilfläche A [m <sup>2</sup> ]	C <sub>s</sub> [-]	C <sub>m</sub> [-]	Gewählt C <sub>s</sub> / C <sub>m</sub>	AC [m <sup>2</sup> ]
<b>2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen (Fortsetzung)</b>						
<b>Verkehrsflächen (Gleisanlagen)</b>						
	Gleisanlage, Schotterbau mit durchlässigen Unterbau		0,20	0,10	C <sub>m</sub>	0
	Gleisanlage, Schotterbau mit schwach durchlässigen Unterbau		0,60	0,40	C <sub>m</sub>	0
<b>Sportflächen mit Dränung</b>						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen		0,10	0,10	C <sub>m</sub>	0
	Tennenflächen (Hart-, Asche(n)-, Schlackeplatz)		0,30	0,30	C <sub>m</sub>	0
	Rasenflächen		0,10	0,10	C <sub>m</sub>	0
<b>3 Durchlässige Flächen</b>						
<b>Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten</b>						
	flaches Gelände	2.900	0,20	0,10	C <sub>m</sub>	290
	steiles Gelände		0,30	0,20	C <sub>m</sub>	0
	dauerhaft eingestaute Wasserflächen		1,00	1,00	C <sub>m</sub>	0

### Ergebnisgrößen

angeschlossene befestigte Fläche des Einzugsgebiets	A <sub>E,b,a</sub>	m <sup>2</sup>	<b>22.700</b>
Abflussbeiwert (Flächengewichteter Mittelwert aller C <sub>i</sub> )	C	-	<b>0,80</b>
Rechenwert für die Bemessung	AC	m <sup>2</sup>	<b>18.160</b>
resultierender Spitzenabflussbeiwert	C <sub>s</sub>	-	<b>0,90</b>
resultierender mittlerer Abflussbeiwert	C <sub>m</sub>	-	<b>0,80</b>
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden	A <sub>FaG</sub>	m <sup>2</sup>	<b>12.500</b>
resultierender Spitzenabflussbeiwert außerhalb von Gebäuden	C <sub>s,FaG</sub>	-	<b>0,81</b>
Summe Gebäudedachfläche	A <sub>Dach</sub>	m <sup>2</sup>	<b>10.200</b>
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen	C <sub>s,Dach</sub>	-	<b>1,00</b>
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen	C <sub>m,Dach</sub>	-	<b>0,90</b>

### Bemerkungen:

Bemessungsprogramm RW-Tools-ULTRA.xlsx 8.1.1 Lizenznummer: RWU0469  
 © 2025 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH  
 Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, www.itwh.de

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.2.3 Bemessung der Entwässerungsleitungen

Einzugsgebiet	Bemerkungen	Fläche	Abfluss- beiwert	wirksame Niederschlags- fläche	Berechnungsregenspe- nde		Zufluss aus Gebiet	Regenwasserabfluss $Q = r_{(D,T)} \times C_s \times A / 10.000$		erforderlicher Durchmesser Grundleitung	geplanter Durchmesser Grundleitung
					$r_{(D,T)} = r_{(5,2)}$ l/(s*ha)	$r_{(D,T)} = r_{(5,5)}$ l/(s*ha)		Q	$\Sigma Q$		
		ha	$C_s$	A			-	l/s	l/s	mm	mm
V1	Parkfläche Nord (Asphalt)	0,5700	1,0	0,570	320,97	-		182,95	182,95	600	500 (höheres Gefälle)
V2	Parkfläche Süd (Asphalt)	0,3800	1,0	0,380	320,97	-		121,97	121,97	500	500
V3	Betriebsweg	0,0100	0,9	0,009	320,97	-		2,89		100	100
D1	Bestandsgebäude (Flachdach Abdichtungsbahn Neigung unter < 5%	0,360	1,0	0,360	-	413,00	-	148,68	148,68	500	500
D2	Edeka (Flachdach Abdichtungsbahn Neigung unter < 5%	0,660	1,0	0,660	-	413,00	-	272,58	272,58	800	1 x 500 und 5 x 200
<b>Summe</b>		<b>1,9800</b>	<b>1,0</b>								
Grünflächen versickern vollständig		0,2900	0,2	0,058				0,00			
<b>Summe</b>		<b>2,2700</b>							<b>726,18</b>		
<b>Mittelwert</b>			<b>0,8978</b>								

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.2.4 Überflutungsnachweis

Berechnung des Überflutungsnachweises gemäß der Gleichung 20 der DIN 1986-100.

$$V_{Rück} = r_{D,30} * A_{ges} - \left( r_{D,2} * A_{Dach} * C_{s,Dach} + A_{FaG} * r_{(D,2)} * C_{s,FaG} \right) * \frac{D*60}{10000*1000} \quad (\text{Gleichung 20})$$

Maßgebende kürzeste Regendauer außerhalb von Gebäuden gemäß DWA-A 118, Tabelle 4:

Mittlere Geländeneignung	Befestigung	Kürzeste Regendauer
$\leq 1\%$	$\leq 50\%$	15 min
	$> 50\%$	<b>10 min</b>
1% bis 4%		10 min
$\leq 4\%$	$\leq 50\%$	10 min
	$> 50\%$	5 min

# Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Gleichung 20

Dr. Born-Dr. Ermel GmbH  
Büro Aurich

## Auftraggeber:

van Mar Projekta GmbH  
Unternehmensgruppe van Mark

## Projekt:

$$V_{\text{Rück}} = [ r_{(D,T)} * A_{\text{ges}} - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}}) ] * D * 60 * 10^{-7}$$

## Eingabe:

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks ( $A_{\text{ges}}$ )	$A_{E,b,a}$	$\text{m}^2$	22.700
gesamte Gebäudedachfläche	$A_{\text{Dach}}$	$\text{m}^2$	10.200
Abflussbeiwert der Dachflächen	$C_{s,\text{Dach}}$	-	1,00
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	$A_{\text{FaG}}$	$\text{m}^2$	12.500
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	$C_{s,\text{FaG}}$	-	0,81
Wiederkehrzeit	T	Jahr	30
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	10
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	$r_{(D,2)}$	$\text{l}/(\text{s} * \text{ha})$	206,7
maßgebende Regenspende für D und T = 30 Jahre	$r_{(D,T)}$	$\text{l}/(\text{s} * \text{ha})$	405,0

## Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	$\text{m}^3$	299,5
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,02

## Bemerkungen:

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

Hinweis: Die Höhe der Bordanlage von 8 cm verhindert auf den südlichen Grünflächen den Abfluss eines 30-jährigen.

Das notwendige Rückhaltevolumen ist auf der zentralen Parkfläche vorhanden.

Das Gefälle auf den Verkehrsflächen beträgt 1,5%.

Der max. Wasserstand beträgt 31,0 cm.



### Volumenermittlung Parkfläche:

$$V_{\text{Parkfläche}} = 269,86 \text{ m}^3$$

$V_{\text{verforderlich}}$	$<$	$V_{\text{vorhanden}}$
$300 \text{ m}^3$	$<$	$V_{\text{Parkfläche}} + V_{\text{Rigole, Restvolumen (siehe Kapitel 1.4.1)}}$
		$269 \text{ m}^3 + 53 \text{ m}^3$
$300 \text{ m}^3$	$<$	$322 \text{ m}^3$

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### **1.3 Bemessung des Rückhaltevolumens**

Die Rückhaltung wird nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt 117, Ausgabe Dezember 2013, angegebenen Berechnungsverfahren bemessen.

Die Berechnung erfolgt nach dem „einfachen Verfahren“ unter Berücksichtigung der Regenspende nach KOSTRA DWD 2020 zzgl. des dauerstufenspezifischen Toleranzwertes.

Mit Rückschlagklappen an den Zuläufen in das Drosselbauwerk wird ein potentieller Rückstau aus der Regenwasserkanalisation in den Regenrückhalteraum verhindert.

# Bemessung von Rückhalteräumen nach DWA-A 117

Dr. Born-Dr. Ermel GmbH

Büro Aurich

## Auftraggeber:

van Mar Projekta GmbH

Unternehmensgruppe van Mark

## Rückhalteraum:

Rigole abgedichtet

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

$$\text{mit } q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} + Q_{Dr,RÜB} - Q_{T,d,aM}) / A_u / 10.000$$

## Eingabedaten:

Einzugsgebietsfläche	$A_{E,b,a}$	$m^2$	22.700
mittlerer Abflussbeiwert	$C_m$	-	0,80
undurchlässige Fläche	$A_u$	$m^2$	18.160
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	$m^3$	0,0
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{Dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	l/s	0,0
Drosselabfluss	$Q_{Dr}$	l/s	4,5
Drosselabflussspende bezogen auf $A_u$	$q_{Dr,R,u}$	l/(s*ha)	2,5
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	10
Abminderungsfaktor	$f_A$	-	0,999

## Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	$D$	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	10
<b>erforderliches spez. Speichervolumen</b>	<b><math>V_{s,u}</math></b>	<b><math>m^3/ha</math></b>	<b>584</b>
<b>erforderliches Speichervolumen</b>	<b><math>V_{erf}</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b>1060,9</b>
<b>vorhandenes Speichervolumen</b>	<b><math>V</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b>0</b>
Beckenlänge an Böschungsoberkante	$L_o$	m	0,0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	$b_o$	m	0,0
Entleerungszeit	$t_E$	h	0,0

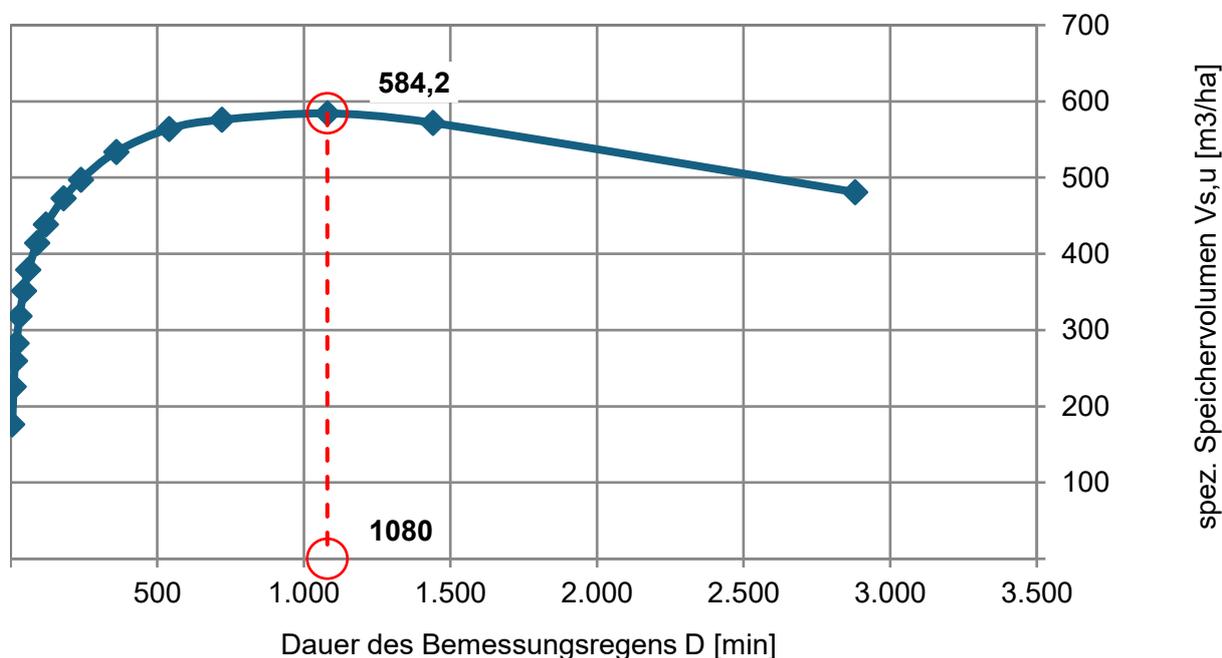
Bemessungsprogramm RW-Tools-ULTRA.xlsx 8.1.1 Lizenznummer: RWU0469

© 2025 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH

Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, www.itwh.de

# Bemessung von Rückhalteräumen nach DWA-A 117

örtliche Regendaten:		Fülldauer RÜB	Berechnung
D [min]	$r_{(D,n)}$ [l/(s*ha)]	$D_{RÜB}$ [min]	$V_{s,u}$ [m³/ha]
5	493,3	0,0	176,5
10	316,7	0,0	226,0
15	243,3	0,0	259,8
20	199,2	0,0	282,9
30	150,0	0,0	318,3
45	111,1	0,0	351,5
60	90,3	0,0	378,9
90	66,5	0,0	414,4
120	53,3	0,0	438,6
180	39,0	0,0	472,8
240	31,3	0,0	497,5
360	23,1	0,0	533,9
540	17,0	0,0	563,9
720	13,6	0,0	575,9
1.080	10,0	0,0	584,2
1.440	8,0	0,0	571,8
2.880	4,8	0,0	480,9
4.320	3,6	0,0	348,6



## Bemerkungen:

Bemessungsprogramm RW-Tools-ULTRA.xlsx 8.1.1 Lizenznummer: RWU0469  
 © 2025 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH  
 Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, www.itwh.de

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.3.1 Bemessung der Regenwasserrückhaltung

Einzugsgebiet gesamt	= 2,27 ha
Dachfläche	= 1,02 ha
Verkehrsfläche	= 0,96 ha
Abflussbeiwert für Dachfläche	= 0,90
Abflussbeiwert für Verkehrsfläche	= 0,90
Abflussbeiwert für Grünfläche	= 0,10

Der geplante Dauerstau ist mit + 1,40 m NHN angesetzt. Der Regenwasserkanal wird bei dieser Dauerstauhöhe nicht eingestaut.

$$\text{Staulamelle } \Delta h = + 1,53 \text{ m NHN bis } + 2,54 \text{ m NHN} = 1,01 \text{ m.}$$

Volumenermittlung:

$$V_{\text{RRB, brutto}} = V_{\text{Rigolenkasten, brutto}} \times \text{Anzahl} = 422 \text{ l/ St.} \times 1.890 \text{ St} + 224 \text{ l/ St.} \times 1.890 \text{ St} = 1.221 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{RRB, netto}} = V_{\text{Rigolenkasten, brutto}} \times 0,95 = 1.160 \text{ m}^3$$

In einer abgedichteten Rigole bleiben die ersten 4 cm als Retentionsraum ungenutzt und sind vom Nettovolumen abzuziehen.

$$V_{4\text{cm, netto}} = A \times 4 \text{ cm} \times 0,95 = 46 \text{ m}^3$$

$$\text{Grundfläche Rigole: } A = 50,4 \text{ m} \times 24,0 \text{ m} = 1.210 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{Tatsächliches Rückhaltevolumen}} = V_{\text{RRB, netto}} - V_{4\text{cm, netto}} = 1.160 \text{ m}^3 - 46 \text{ m}^3 = 1.114 \text{ m}^3$$

Das RRB-Volumen mit einem maximalen Drosselabflussspende von 2,0 l/(s x ha) ergibt sich zu:

$$V_{\text{erf. gesamt}} = 1.061 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{vorh.}} = 1.114 \text{ m}^3 > V_{\text{erf.}} = 1.061 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Rigole, Restvolumen}} &= V_{\text{vorh.}} - V_{\text{erf.}} \\ &= 1.114 \text{ m}^3 - 1.061 \text{ m}^3 \\ &= 53 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### 1.3.2 Bemessung der Drosseleinrichtung

Der Drosselabfluss erfolgt über eine mechanisch geregelte Drosseleinrichtung.

Der Drosselabfluss aus dem Einzugsgebiet beträgt 4,54 l/s.

$$\text{max. } Q_{\text{ab}} = 2,27 \text{ ha} * 2,0 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \text{ha} = 4,54 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Mit einer HydroSlide VS für geringe Abflüsse von der Firma Steinhardt sind beispielsweise Abflüsse zwischen 1 bis maximal 5 l/s einstellbar.

Die Anschlussnennweite beträgt DN 150.

Aufgrund der geringen Drosselöffnung ist für eine einwandfreie Funktion der Anlage eine regelmäßige Wartung erforderlich.

### 1.3.3 Bemessung des Notüberlaufs

Der Notüberlauf wird für den maximalen Zulauf aus der Rigole nachgewiesen.

Der Abfluss wird entsprechend der allgemeinen Abflussformel für das angeschlossene Kreisprofile, DN 300 berechnet (DWA-A 110, 2006).

$$Q = \frac{\pi * d^2}{4} * \left( -2 * l g * \left[ \frac{2,51 * \nu}{d * \sqrt{2g * d * J_E}} + \frac{k}{3,71 * d} \right] * \sqrt{2g * d * J_E} \right)$$

d	Nennweite Kreisprofil	300 mm
k	Rauheit des Rohrmaterials entspricht $k_b$	1,0
$J_E$	Energieliniengefälle entspricht Sohlgefälle $J_{S0}$	1:133
$\nu$	kinematische Viskosität	$1,31 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$Q = 90 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Die Überfallkante im Drosselbauwerk liegt auf der Höhe des rechnerischen Maximalstaus + 2,54 m NHN und hat eine Breite von 1,00 m.

$$h = \left( \frac{3}{2} * \frac{Q}{\mu * \sqrt{2 * g * B}} \right)^{2/3}$$

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

$Q_{\text{Not}}$	Notüberlauf	$90 \text{ l/s}$
$B$	Überfallbreite	1,00 m
$\mu$	Überfallbeiwert	0,50
	für breit waagerechte scharfkantige Überfallkante	

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$WSP_{\text{HHW}} = 2,54 \text{ m NHN} + 0,15 \text{ m} = 2,69 \text{ m NHN}$$

$$WSP_{\text{HHW}} = 2,69 \text{ m NHN} < \text{OK Schachtdeckel} = 3,72 \text{ m NHN (Drosselschacht)}$$

### 1.3.4 Auftriebsnachweis Rigole

Die Auftriebssicherheit der abgedichteten Rigole ist nachzuweisen.

$$G_{dst,K} * \gamma_{G,dst} + Q_{dst,rep} * \gamma_{Q,dst} \leq G_{stb,K} * \gamma_{G,stb} + T_k * \gamma_{G,stb} \quad \text{Formel A (10.1) [6]}$$

Hinweis: Scherkräfte und zusätzliche destabilisierende veränderliche Einwirkungen auf das Bauwerk bleiben in der Betrachtung unberücksichtigt.

Die Sohle der Rigole (Höhe 1,01 m) befindet sich in einer mittleren Tiefe von 2,20 m u GOK.

Als maßgebender Lastfall wird vom Baugrundgutachter „Erdbaulabor Strube“ ein Grundwasserstand von 2,00m u GOK empfohlen.

Die Annahme des Baugrundgutachters gründet auf den nachfolgenden Erkenntnissen:

- Bohrung KRB 2 am 12.09.2023 gemessene GW-Stand lag bei 2,70 m u GOK
- Geodätische Höhe KRB 2 beträgt + 3,80 m NHN (siehe Lageplan-Bestand)
- i.d.R. liegen die niedrigsten GW- Stände in der trockenen Jahreszeit im August vor
- Schwankungsbreiten <sup>1</sup>der nächstgelegenen NLWKN – Grundwassermessstellen „Mittelmarsch“ (R 136-34 und „Norden, Looger Weg“ (R 061-50): Schwankungsbreite betrug an der Messstelle „Mittelmarsch“ in den sieben Jahren von 2016 bis 2022 0,63 m – an der Messstelle „Norden, Looger Weg“ betrug sie in den siebzehn Jahren von 2002 bis 2019 0,69 m.

Die Höhe der maßgebenden Wassersäule über der Sohle der Rigole beträgt somit 0,27 m.

<sup>1</sup> Differenz zwischen mittleren Grundwasserhöchststand und mittleren Grundwasserniedrigstand

**TECHNISCHE BERECHNUNGEN**

$$G_{dst,K} * \gamma_{G,dst} \leq G_{stb,K} * \gamma_{G,stb} \quad \text{nach Formel A (10.1) [6]}$$

$G_{dst,K}$       ständig destabilisierende vertikale Einwirkung (hydrostatischer Wasserdruck)  
 $G_{stb,K}$       ständig stabilisierende vertikale Einwirkung (Eigengewicht des überlagernden Bodens und Bauwerk)

Annahme: Eigengewicht der Rigole bleibt unberücksichtigt.

Schichten	Mittl. Schichtdicke d [m]	Dichte $\rho$ [t / m <sup>3</sup> ]	Gewicht [t/ m <sup>2</sup> ]
Asphaltdecke	0,04	1,8	0,072
Asphalttragschicht	0,16	1,8	0,288
Schottertragschicht	0,15	1,8	0,27
Sand	0,45	1,6	0,72
Rigole	1,01	-	-
$\Sigma$	1,81		1,35

Bei der Bemessungssituation handelt es sich um eine „ständige“ Situation, welche für den Funktionszeitraum des Bauwerkes Gültigkeit besitzt. Die Bemessungssituation ist der Kategorie BS-P zuzuordnen [6].

Tabelle 1 - Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen der Bemessungssituation BS-P, Grenzzustand des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen (gemäß Tab. A 2.1 DIN 1054:2010-12)

Einwirkung	Formelzeichen	Teilsicherheitsbeiwerte
Ständig stabilisierende Einwirkung	$\gamma_{G,stb}$	0,95
Ständige destabilisierende Einwirkung	$\gamma_{G,dst}$	1,05

$$G_{dst,K} * 1,05 \leq 1,35 * 0,95 \quad \text{nach Formel A (10.1) [6]}$$

$$G_{dst,K} = \frac{1,35 \text{ t/m}^2 * 0,95}{1,05} \quad \rightarrow \quad h_{GW,Auftrieb} = \frac{1,35 \text{ t/m}^2 * 0,95}{1,05 * \rho_{Wasser}}$$

$h_{GW,Auftrieb}$       Höhe des Grundwasserspiegels über der Sohle der Rigole, ab welcher ein Auftrieb des Bauwerkes erfolgt.

$$h_{GW,Auftrieb} = \frac{1,35 \text{ t/m}^2 * 0,95}{1,05 * 1,0 \text{ t/m}^3} = 1,22 \text{ m} \quad > \quad 0,27 \text{ m}$$

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

Die Auftriebssicherheit der Rigole ist nachgewiesen.

Die Höhe des Grundwasserspiegels, ab welcher mit einem Auftrieb der Rigole zu rechnen ist  $h_{GW,Auftrieb}$ , beträgt 0,59 m u GOK. Bei einer min. GOK von + 3,34 m NHN entspricht dies einem GW-Stand von + 2,75 m NHN.

### **1.4 Bemessung Regenwasserbehandlung**

Emissionsbezogene Bewertung und Auslegung einer zentralen Regenwasserbehandlungsanlage nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 für die Einleitung von Niederschlagswasser aus dem Parkhaus und den Verkehrsflächen im Norden und Süden des Planungsgebietes über die Rigole in die südwestlich gelegene Regenwasserkanalisation.

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

- Nördliche Verkehrsfläche

### Regenwasserbehandlung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

Emissionsbezogene Bewertung und Auslegung von Regenwasserbehandlungsanlagen nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer

#### Flächenangaben

Teilflächen			Belastungs- kategorie (1 bis 3)	flächenspez. Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63,i}$ [kg/(ha*a)]	Stoffabtrag aus der Teilfläche $B_{R,a,AFS63,i}$ [kg/a]
$A_{b,a,i}$ [m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung	Gruppe (Kurzzeichen)			
5700	V1	V2	2	530	302,1
$\Sigma$ 5700					$\Sigma$ 302,1

#### Bemessungswerte

$$\eta_{ges,erf,AFS63} = (b_{R,e,zul,AFS63} - b_{a,AFS63})/b_{a,AFS63}$$

angeschlossene befestigte Fläche	$A_{b,a}$	0,57	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$B_{R,a,AFS63}$	302,1	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$b_{R,a,AFS63}$	530	kg/(ha*a)

#### Erforderliche Behandlung gemäß DWA-A 102-2/BWK-A 3-2, Pkt. 6.1.3.4

Beschreibung	SediPipe level (500/12)		
Anzahl an Behandlungseinheiten		1	Stück
angeschlossene befestigte Fläche je Behandlungseinheit :			
	$A_{b,a}$	0,57	ha
Aufnahme an flächenspezifischen jährlichen Stoffabtrag AFS63 der Behandlungseinheit (abgelesen aus Bemessungsdiagramm Produktogramm)	$b_{R,a,AFS63,Bem}$	556	kg/(ha*a)
Erf. Wirksamkeit des Stoffrückhalts der Behandlungseinheit	$\eta_{erf,RWA}$	47,2	%
Fremdwasseranteil (Annahme)	$Q_F$	0	l/s
Abflussanteil Bypass	$a_{BÜ}$	0	

$$b_{BÜ,AFS63} = b_{R,a,AFS63} * a_{BÜ}$$

$$\eta_{erf,RWA} = (b_{R,e,zul,AFS63} - b_{BÜ,AFS63})/(b_{R,a,AFS63} - b_{BÜ,AFS63})$$

$$B_{R,e,AFS63} = A_{b,a} * (1 - \eta_i) * b_{R,a,AFS63}$$

Spezifische AFS-Ablauftracht am Beckenüberlauf	$b_{BÜ,AFS63}$	0	kg/(ha*a)
Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme	$\eta_{ges,AFS63,Bem}$	49,6	%
jährlicher Stoffeintrag AFS63 aus RWA	$B_{R,e,AFS63}$	152,137	kg/a

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

### Ergebnisse der Bemessung gemäß DWA-A 102/BWK-A 3-2, Pkt. 5.3.2.3

$$B_{R,e,AFS63} = A_{b,a} * (1 - \eta_i) * b_{R,a,AFS63}$$

$$b_{R,e,AFS63} = \frac{B_{R,a,AFS63}}{A_{b,a}}$$

jährlicher Stoffeintrag AFS63 aus RWA	$B_{R,e,AFS63}$	152,137	kg/a
flächenspez. jährlicher Stoffaustrag AFS <sub>63</sub> durch Regenwasser nach der Behandlung	$b_{R,e,AFS63}$	266,906	kg/(ha*a)

### Nachweis

zulässiger flächenspez. jährlicher Stoffaustrag AFS <sub>63</sub> durch Regenwasserabflüsse	$b_{R,e,zul,AFS63}$	280	kg/(ha*a)
$b_{R,e,AFS63}$	≤	$b_{R,e,zul,AFS63}$	
267 kg/(ha*a)	≤	280 kg/(ha*a)	= Nachweis erfüllt.

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

- Südliche Verkehrsfläche

### Regenwasserbehandlung nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

Emissionsbezogene Bewertung und Auslegung von Regenwasserbehandlungsanlagen nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer

#### Flächenangaben

Teilflächen			Belastungs- kategorie (1 bis 3)	flächenspez. Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63,i}$ [kg/(ha*a)]	Stoffabtrag aus der Teilfläche $B_{R,a,AFS63,i}$ [kg/a]
$A_{b,a,i}$ [m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung	Gruppe (Kurzzzeichen)			
3800	V2	V2	2	530	201,4
100	V1	V1	1	280	2,8
$\Sigma$ 3900					$\Sigma$ 204,2

#### Bemessungswerte

$$\eta_{ges,erf,AFS63} = (b_{R,e,zul,AFS63} - b_{a,AFS63})/b_{a,AFS63}$$

angeschlossene befestigte Fläche	$A_{b,a}$	0,39	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$B_{R,a,AFS63}$	204,2	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$b_{R,a,AFS63}$	523,59	kg/(ha*a)

#### Erforderliche Behandlung gemäß DWA-A 102-2/BWK-A 3-2, Pkt. 6.1.3.4

Beschreibung	SediPipe level (500/6)		
Anzahl an Behandlungseinheiten		1	Stück
angeschlossene befestigte Fläche je Behandlungseinheit :			
	$A_{b,a}$	0,39	ha
Aufnahme an flächenspezifischen jährlichen Stoffabtrag AFS63 der Behandlungseinheit (abgelesen aus Bemessungsdiagramm Produkt diagramm)	$b_{R,a,AFS63,Bem}$	556	kg/(ha*a)
Erf. Wirksamkeit des Stoffrückhalts der Behandlungseinheit	$\eta_{erf,RWA}$	46,5	%
Fremdwasseranteil (Annahme)	$Q_F$	0	l/s
Abflussanteil Bypass	$a_{BÜ}$	0	

$$b_{BÜ,AFS63} = b_{R,a,AFS63} * a_{BÜ}$$

$$\eta_{erf,RWA} = (b_{R,e,zul,AFS63} - b_{BÜ,AFS63})/(b_{R,a,AFS63} - b_{BÜ,AFS63})$$

$$B_{R,e,AFS63} = A_{b,a} * (1 - \eta_i) * b_{R,a,AFS63}$$

Spezifische AFS-Ablauftracht am Beckenüberlauf	$b_{BÜ,AFS63}$	0	kg/(ha*a)
Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme	$\eta_{ges,AFS63,Bem}$	49,6	%
jährlicher Stoffeintrag AFS63 aus RWA	$B_{R,e,AFS63}$	102,835	kg/a

## TECHNISCHE BERECHNUNGEN

---

### Ergebnisse der Bemessung gemäß DWA-A 102/BWK-A 3-2, Pkt. 5.3.2.3

$$B_{R,e,AFS63} = A_{b,a} * (1 - \eta_i) * b_{R,a,AFS63}$$

$$b_{R,e,AFS63} = \frac{B_{R,e,AFS63}}{A_{b,a}}$$

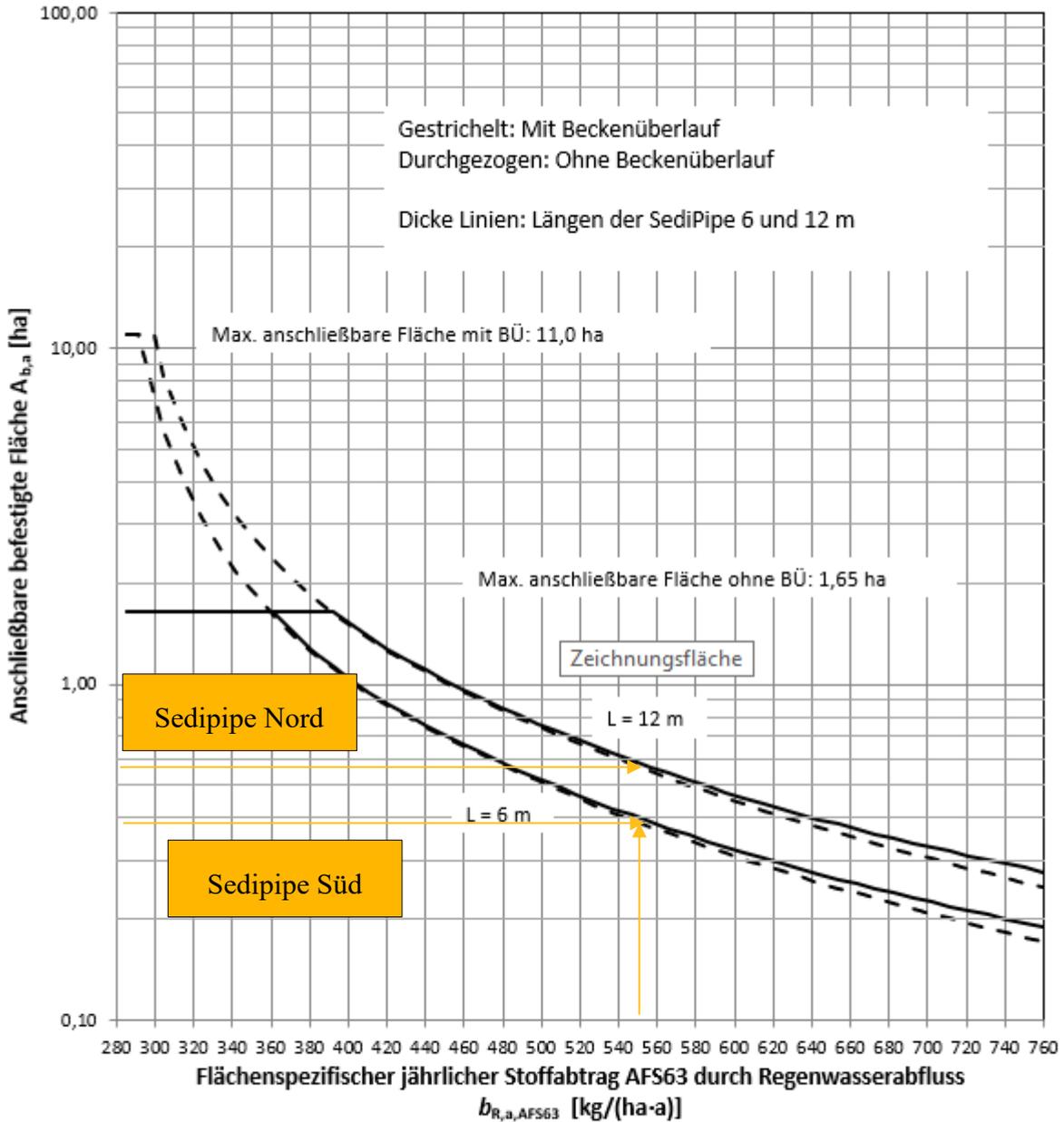
jährlicher Stoffeintrag AFS63 aus RWA	$B_{R,e,AFS63}$	102,835	kg/a
flächenspez. jährlicher Stoffaustrag AFS <sub>63</sub> durch Regenwasser nach der Behandlung	$b_{R,e,AFS63}$	263,678	kg/(ha*a)

### Nachweis

zulässiger flächenspez. jährlicher Stoffaustrag AFS <sub>63</sub> durch Regenwasserabflüsse	$b_{R,e,zul,AFS63}$	280	kg/(ha*a)
$b_{R,e,AFS63}$	≤	$b_{R,e,zul,AFS63}$	
264 kg/(ha*a)	≤	280 kg/(ha*a)	= Nachweis erfüllt.

TECHNISCHE BERECHNUNGEN

**Bemessungsdiagramm SediPipe 500**



**FRANKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG**  
 Hauptzeit: Hellinger Straße 1 | 97486 Königzberg/Bayern | Postanschrift: Postfach 40 | 97484 Königzberg/Bayern | AG Bamberg HRA 7042  
 Telefon +49 9525 88-0 | Fax +49 9525 88-3290122 | Technik-Drainage@fraenkische.de | www.fraenkische.com