

# **Anlage 12**

## **Nachweise Oberflächenentwässerung und -ableitung**

## **Inhalt**

**12-1    Hydraulische Grundlagen**

**12-2    Nachweis Oberflächenwasserabfluss**

**12-3    Bemessung der Abflussprofile**

**12-4    Nachweis der Zwischenspeicherung und der Rückhaltung**

## 12-1 Hydraulische Grundlagen - Bemessungsgrundlagen

### Bemessungsdaten:

Regenspende	$r_{T,n} = 212,4$	gemäß KOSTRA-DWD
Regendauer	15 min	
Regenhäufigkeit	$T = 5$ a	
Abflußbeiwert	$\psi_s =$	fester Kiesbelag 0,35 Böschung, lehmiger Boden gemäß DWA A117
Einzugsgebietsgröße	$A$ [ha] (siehe GP-L-12)	
Regenabfluß	$Q = r_{T,n} * \varphi * \psi_s * A$ [l/s]	

### Auslegung der Entwässerungsprofile :

#### Bemessung :

Offene Gerinne

Zur Bemessung offener Gerinne wird die Kontinuitätsbedingung in Verbindung mit der Formel von MANNING-STRICKLER verwendet.

$$Q = A * k_{St} * r_{hy}^{2/3} * I_E^{1/2}$$

$Q$  [m<sup>3</sup>/s] Durchfluss  
 $A$  [m<sup>2</sup>] Durchflossener Querschnitt  
 $v$  [m/s] Mittlere Fließgeschwindigkeit  
 $k_{St}$  [m<sup>1/3</sup>/s] Rauheitsbeiwert, abhängig von der Beschaffenheit Gerinnewandung  
 $r_{hy}$  [m] Hydraulischer Radius ( $A/I_U$ )  
 $I_E$  [m/m] Energiegefälle (bei gleichförmigem Abfluss = Sohlgefälle)

Trapezprofil :

$$A = b_{so} * h + n * h^2$$

$$R = A/U$$

$b_{so}$  : Sohlbreite  
 $h$  : Abflußtiefe  
 $n$  : Böschungsneigung

Rechteckprofil :

$$A = b_{so} * h$$

Freigefälle-Rohrleitungen: Berechnung nach DIN EN 752 (04-2008) und DWA-A 110 (08-2006)

$$v_{voll} = \frac{-2 * \lg[(2,51 * 1,31 * 10^{-6}) / (d_i * \sqrt{(2 * 9,81 * d_i * J)}) + k_b / (3,71 * d_i)] * \sqrt{(2 * 9,81 * d_i * J)}}{1}$$

$$Q_{voll} = v_{voll} * \pi * d_i^2 / 4$$

Schleppwirkung in Wasserläufen

$$\tau = r * g * r_{hy} * I$$

$\tau$ : Schleppspannung  
 $\tau_0$ : Grenzscheppspannung nach DIN 19661-2  
 $r$ : Dichte  
 $g$ : Erdbeschleunigungskonstante = 9,81 m/s<sup>2</sup>  
 $r_{hy}$ : hydr. Radius  
 $I$ : Gefälle



# KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

## Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 25, Zeile 91  
 Ortsname : Balingen (BW)  
 Bemerkung :  
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	200,5	268,9	308,9	359,3	427,7	496,1	536,1	586,5	654,9
10 min	156,9	202,5	229,2	262,8	308,3	353,9	380,6	414,2	459,8
15 min	128,9	164,8	185,9	212,4	248,3	284,3	305,3	331,8	367,8
20 min	109,4	139,7	157,5	179,9	210,3	240,7	258,5	280,8	311,2
30 min	83,9	107,9	121,9	139,6	163,5	187,5	201,5	219,2	243,1
45 min	62,2	81,1	92,2	106,1	125,0	143,9	155,0	168,9	187,8
60 min	49,4	65,4	74,8	86,5	102,5	118,5	127,8	139,6	155,6
90 min	36,8	48,0	54,6	62,9	74,2	85,4	92,0	100,3	111,5
2 h	29,8	38,6	43,7	50,2	59,0	67,7	72,9	79,4	88,1
3 h	22,1	28,3	32,0	36,5	42,7	48,9	52,5	57,1	63,3
4 h	17,9	22,8	25,6	29,2	34,0	38,8	41,6	45,2	50,0
6 h	13,3	16,7	18,7	21,2	24,6	28,0	30,0	32,5	36,0
9 h	9,9	12,3	13,7	15,5	17,9	20,3	21,7	23,5	25,9
12 h	8,0	9,9	11,0	12,4	14,3	16,1	17,2	18,6	20,5
18 h	6,0	7,3	8,1	9,0	10,4	11,7	12,4	13,4	14,7
24 h	4,8	5,9	6,5	7,2	8,3	9,3	9,9	10,6	11,7
48 h	3,1	3,6	3,9	4,2	4,7	5,3	5,5	5,9	6,4
72 h	2,4	2,7	2,9	3,1	3,5	3,8	4,0	4,2	4,6

### Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet  
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen  
 rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	11,60	17,80	41,80	61,20
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	33,10	56,00	100,90	118,20

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei  $1 a \leq T \leq 5 a$  ein Toleranzbetrag von  $\pm 10 \%$ ,
- bei  $5 a < T \leq 50 a$  ein Toleranzbetrag von  $\pm 15 \%$ ,
- bei  $50 a < T \leq 100 a$  ein Toleranzbetrag von  $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.

## 12-1 Hydraulische Grundlagen - Bemessungstabeln

Grenzwerte für Schleppspannung  $\tau_0$ :

	Sohlenbeschaffenheit	$\tau_0$ : in N/m <sup>2</sup>
Einzelkorngefüge	Feinsand, Korngröße 0,063 bis 0,2 mm	1,0
	Mittelsand, Korngröße 0,2 bis 0,63 mm	2,0
	Grobsand, Korngröße 0,63 bis 1 mm	3,0
	Grobsand, Korngröße 1 bis 2 mm	4,0
	Grobsand, Korngröße 0,63 bis 2 mm	6,0
	Kies- Sand- Gemisch Korngröße 0,63 bis 6,3 mm festgelagert, langanhaltend überströmt	9,0
	Kies- Sand- Gemisch Korngröße 0,63 bis 6,3 mm festgelagert, kurzzeitig überströmt	12,0
	Mittelkies, Korngröße 6,3 bis 20 mm	15,0
	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,0
	plattiges Geschiebe, 1 bis 2 cm hoch 4 bis 6 cm lang	50,0
Boden wenig kolloidal	lehmiger Sand	2,0
	lehmhaltige Ablagerung	2,5
	lockerer Schlamm	2,5
	lehmiger Kies, langanhaltend überströmt	15,0
	lehmiger Kies, kurzzeitig überströmt	20,0
Boden stark kolloidal	lockerer Lehm	3,5
	festgelagerter Lehm	12,0
	Ton	12,0
	Festgelagerter Schlamm	12,0
Rasen verwachsen	Rasen verwachsen, langanhaltend überströmt	15,0
	Rasen verwachsen, kurzzeitig überströmt	30,0

Rauheiten und Rauheitsbeiwerte für Gerinne

Art	Material, Form, Zustand	k in mm	$k_{St}$ in m <sup>1/3</sup> /s
Natürliches Gewässer	sehr grober Felsausbruch	800 bis 1500	15 bis 20
	mittelgrober Felsausbruch	500 bis 800	25 bis 30
	gut nachgearbeiteter Felsausbruch	bis 500	30 bis 35
	Steinschüttung	200 bis 300	30
	mittler bis grober Kies	90	35
	regelmäßiger Erdkanal, mittlerer Kies	35 bis 40	40
Beton	Betonplatten, alter Beton mit offenen Fugen	20	45 bis 50
	unverputzter Beton, alte Holzschalung	6	60
	Beton aus fugenloser Holzschalung	1,5 bis 2,0	70 bis 75
	gut geschalter Beton, hoher Zementgehalt	0,8	89
	geglätteter Beton	0,4	90
	Zementglattstrich, Stahlschalung	0,1 bis 0,3	100

Art	Material, Form, Zustand	k in mm	k <sub>St</sub> in m <sup>1/3</sup> /s
Gemauert er Kanal	grobes Bruchsteinmauerwerk	20	50
	Hausstein- und Quadermauerwerk	1,5 bis 6,0	50 bis 80
	Ziegel, Klinker	0,1 bis 0,3	80
Holz	ungehobelt	1,5	75
	gehobelt	0,4 bis 0,6	85 bis 90
	gehobelt, neu	0,1 bis 0,3	90 bis 100
Stahl	neu	0,03 bis 0,06	100

Mittlere Abflussbeiwerte  $y_m$  in Abhängigkeit von Flächentyp und -neigung  
(ATV-DVWK-M 153) aus DWA Regelwerk DWA-A 117

Flächentyp	Art der Befestigung	Mittlerer Abflussbeiwert $y_m$
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement, Ziegel, Dachpappe	0,9 - 1,0
		0,8 - 1,0
Flachdach (n bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement	0,9 - 1,0
	Dachpappe	0,9
	Kies	0,7
Gründach (n bis 15° oder ca 25%)	humusiert < 10 cm Aufbau	0,5
	humusiert $\geq$ 10 cm Aufbau	0,3
Straßen, Wege, Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton	0,9
	Pflaster mit dichten Fugen	0,75
	fester Kiesbelag	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 mit Regenabfluss in das EW-System	toniger Boden	0,5
	lehmiger Sandboden	0,4
	Kies- und Sandboden	0,3
Garten, Wiesen, Kulturland, mit abfluss in EW- System	flaches Gelände	0,0 - 0,1
	steiles Gelände	0,1 - 0,3

## 12-2 Nachweis Oberflächenwasserabfluss

Bemessungsgrundlagen :

D = 15 min  
T = 5 a

Ergebnis in l/s\*ha (inkl Sicherheit)

233,64

Einzugs- gebiet $T_E$	Teilflächen $A_E$ [ha]	max. Neigung [%]	Anteil bef. Flächen [%]	Abfluß- beiwert $\psi_s$	maßg. Abfluß Oberfläche Gräben l/s
1	2,46	16	8,19	0,321	184,69
2	4,68	26,5	4,25	0,335	366,42
3	1,59	35,6	0,00	0,350	130,02
4	11,05	34,2	1,58	0,344	889,28
5	0,49	2,5	100,00	0,000	0,00
6	1,48	2,5	100,00	0,000	0,00
Gesamt- fläche A	21,75				1.570,42
Fläche $A_U$	6,72				

## 12-3 Bemessung Abflussprofile

### Bemessungsgrundlagen:

Regenspende	$r_{T,n} = 233,64$	gemäß KOSTRA-DWD mit Sicherheitsbeiwert
Regendauer	$D = 15$	min
Regenhäufigkeit	$T = 5$	a
Abflußbeiwert	$\psi_s =$	0,00 fester Kiesbelag 0,35 Böschung, lehmiger Boden
Einzugsgebietsgröße	$A$ [ha]	(siehe GP-L-12)
Regenabfluß	$Q = r_{T,n} * \varphi * \psi_s * A$	[l/s]

### Auslegung der Entwässerungsprofile :

#### Bemessung :

Berechnung nach Manning Strickler :

Mögl.  $Q = A * k_{st} * I^{0,5} * r_{hy}^{2/3}$       $A$  : Abflußquerschnitt  
 $k_{st}$  : Rauigkeit  
 $I$  : Gefälle  
 $r_{hy}$  : hydr. Radius

Trapezprofil :

$A = b_{so} * h + n * h^2$       $b_{so}$  : Sohlbreite  
 $h$  : Abflußtiefe  
 $n$  : Böschungsneigung

$r_{hy} = A/I_U$

Rechteckprofil :

$A = b_{so} * h$

	Profil 1 Trapez	Profil 2 Trapez	Profil 3 Trapez	Profil 4 Trapez	Profil 5 Trapez	Profil 6 Trapez	Profil 7 Rechteck	Profil 8 Rechteck
$B_{gesamt}$ (m)	1,20	1,20	1,30	1,40	1,60	1,80	0,30	0,60
Gefälle in %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$h$ (m)	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3
$b_{so}$ (m)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,3	0,6
$n$	1,5	1	1	1	1	1	0	0
$k_{st}$	35	35	35	35	35	35	80	80
$A$ (m <sup>2</sup> )	0,225	0,320	0,360	0,400	0,550	0,650	0,090	0,180
$U$ (m)	1,382	1,531	1,631	1,731	2,014	2,214	0,900	1,200
<b>R</b>	0,163	0,209	0,221	0,231	0,273	0,294	0,100	0,150

Profil 1 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$2,35 * I^{0,5} * 1000$	<b>234,84</b>
Profil 2 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$3,94 * I^{0,5} * 1000$	<b>394,39</b>
Profil 3 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$4,60 * I^{0,5} * 1000$	<b>460,12</b>
Profil 4 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$5,27 * I^{0,5} * 1000$	<b>527,12</b>
Profil 5 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$8,10 * I^{0,5} * 1000$	<b>810,22</b>
Profil 6 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$10,05 * I^{0,5} * 1000$	<b>1004,87</b>
Profil 7 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$1,55 * I^{0,5} * 1000$	<b>155,12</b>
Profil 8 :	Mögl. $Q$ (l/s) =	$4,07 * I^{0,5} * 1000$	<b>406,53</b>

Rohrprofile:

	Profil 1 Rohr	Profil 2 Rohr	Profil 3 Rohr	Profil 4 Rohr
DN (mm)	300	400	600	1000
min I (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
$k_b$	1,5	1,5	1,5	1,5
$V_{voll}$ (m/s)	1,39	1,67	2,17	3,00
$Q_{voll}$ (l/s)	97,96	210,02	613,35	2355,47

### 12-3 Bemessung Abflussprofile

Berechnung nach Manning Strickler:

Ermittlung Profil | Nachweis Schubspannung

	Haltung (-)	Einzugsgebiet Nr. T <sub>E</sub>	Einzel-Abfluß (l/s)	Zufluß (l/s)	Q <sub>r</sub> (l/s)	Anfangshöhe (m + HN)	Endhöhe (m + HN)	Länge (m)	Ø-Gefälle (%)	Mindest-Gefälle (%)	Profil	Q <sub>max</sub> bei mind. Gefälle (l/s)	Kontrolle Q <sub>r</sub> < Q <sub>max</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> bei Ø-Gefälle (l/s)	Profil-auslastung (%)	b <sub>so</sub> (m)
EW	1-2	1	184,69	0,00	184,69	619,18	610,64	503,5	1,70	1,000	2	394,39	184,69 < 394,39	513,61	35,96	0,4
	1-2	2	366,42	0,00	366,42	619,18	607,15	497,8	2,42	1,000	2	394,39	366,42 < 394,39	613,16	59,76	0,4
	2-3	3	130,02	551,11	681,13	607,15	582,67	305,9	8,00	1,000	5	810,22	681,13 < 810,22	2292,02	29,72	0,6
	2-3	4	889,28	0,00	889,28	607,15	582,15	972,8	2,57	1,000	6	1004,87	889,28 < 1004,87	1610,90	55,20	0,8

n	k <sub>st</sub>	h(m)	A (m <sup>2</sup> )	U (m)	R	Kontrolle Q <sub>r</sub> < Q <sub>max</sub> (l/s)	τ (N/m <sup>2</sup> )	Sohlenbeschaffenheit	τ <sub>0</sub> N/m <sup>2</sup>	Kontrolle τ < τ <sub>0</sub>	Wenn Schubspannung zu hoch, dann ab einem Gefälle von ...% verkitten
1	35	0,146712	0,08021	0,81496	0,09842	184,69 < 513,61	16,37	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	4,66
1	35	0,111684	0,05715	0,71589	0,07983	366,42 < 613,16	18,93	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	5,75
1	35	0,111168	0,07906	0,91443	0,08646	681,13 < 2292,02	67,87	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	5,31
1	35	1,111168	2,12363	3,94286	0,53860	889,28 < 1610,90	135,79	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	0,85

## 12-4 Nachweis der Zwischenspeicherung und Ableitung

### Bemessung Absetzbecken

Nachweis Absetzbecken nach RAS-Ew mit  $r_{15,5}$   
gemäß RAS-Ew

Einzugsgebiet	$A_E$	=	217.400 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,27 -
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	58.737 m <sup>2</sup>
Regendauer	T	=	15 min
Häufigkeit	n	=	0,2 a <sup>-1</sup>
Zeitbeiwert nach Reinhold	$\varphi_{T(n)}$	=	1,783 -
Regenspende inkl. Sicherheitszuschlag	$r_{15(5)}$	=	233,64 l/(s * ha)
Bemessungszufluss	$Q_r$	=	2447,41 l/s
Oberflächenbeschickung	$q_a$	=	9 m/h
erforderliche Oberfläche	$A_{erf.}$	=	978,97 m <sup>2</sup>
mittlere Breite	b	=	22,00 m
Fließweg	l	=	45,00 m
Verhältnis <b>L/B &gt; 3</b> gem. RAS-Ew für Sedimentationsbecken	L/B	=	2,05 -
vorhandene Oberfläche	$A_{vorh.}$	=	990,00 m <sup>2</sup>

$A_{vorh.}$	>	$A_{erf.}$	<b>Nachweis erbracht !</b>
-------------	---	------------	----------------------------

mit

$A_u$	=	$A_E * \psi_s$
$A_{erf.}$	=	$Q_r * 3,6 / q_a$
A	=	$b_{Sohle} * l_{Sohle}$

## 12-4 Nachweis der Zwischenspeicherung und Ableitung

### Bemessung Absetzbecken

Nachweis Absetzbecken nach RAS-Ew mit  $r_{15,1}$   
gemäß RAS-Ew

Einzugsgebiet	$A_E$	=	217.400 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,27 -
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	58.737 m <sup>2</sup>
Regendauer	T	=	15 min
Häufigkeit	n	=	1,0 a <sup>-1</sup>
Zeitbeiwert nach Reinhold	$\varphi_{T(n)}$	=	0,999 -
Regenspende	$r_{15(1)}$	=	128,90 l/(s * ha)
Bemessungszufluss	$Q_r$	=	756,43 l/s
Oberflächenbeschickung	$q_A$	=	9 m/h
erforderliche Oberfläche	$A_{erf.}$	=	302,57 m <sup>2</sup>
mittlere Breite	b	=	8,00 m
Fließweg	l	=	45,00 m
Verhältnis <b>L/B &gt; 3</b> gem. RAS-Ew für Sedimentationsbecke	L/B	=	5,63 -
vorhandene Oberfläche	$A_{vorh.}$	=	360,00 m <sup>2</sup>

$A_{vorh.}$	>	$A_{erf.}$	<b>Nachweis erbracht !</b>
-------------	---	------------	----------------------------

mit

$$A_u = A_E * \psi_s$$

$$A_{erf.} = Q_r * 3,6 / q_a$$

$$A = b_{Sohle} * l_{Sohle}$$

-> gem. RAS-EW erfolgt der Nachweis mit  $r_{15,1}$ ; durch Berechnung mit  $r_{15,5}$  kann ausreichend Oberfläche zur Sedimentation auch bei L/B-Verhältnis < 3 nachgewiesen werden!

## 12-4 Nachweis der Zwischenspeicherung und Ableitung

### Bemessung von Regenrückhalteräumen (DWA-A 117)

#### Endzustand

Berechnung der maßgebenden undurchlässige Fläche  $A_u =$

6,72

Berechnung der Drosselabflusspende $q_{dr,r,ru}$	
Abfluß [l/s]	150
Drosselabflusspende	22,32

Aus Anlage 3.2 des Planfeststellungsantrages

Faktoren nach A 117		Erläuterung
Tab.2	$f_z$	1,2 Zuschlagsfaktor in Abhängigkeit des Risikomaßes
Bild 3	$f_A$	0,998 Abminderungsfaktor in Abhängigkeit von $t_f$ , $q_{dr,r,ru}$ und $n$

Dauerstufe D	Niederschlags-höhe [mm]	zugehörige [l/(s*ha)]	Differenz zw. R und [l/(s*ha)]	spez. Speicher- [m³/ha]	Volumen des [m³]
5 min	10,8	359,3	337,0	121,1	814
10 min	15,8	262,8	240,5	172,8	1.161
15 min	19,1	212,4	190,1	204,9	1.377
20 min	21,6	179,9	157,6	226,5	1.522
30 min	25,1	139,6	117,3	252,8	1.699
45 min	28,7	106,1	83,8	270,9	1.821
60 min	31,2	86,5	64,2	276,7	1.860
90 min	34,0	62,9	40,6	262,5	1.764
2 h	36,1	50,2	27,9	240,4	1.616
3 h	39,4	36,5	14,2	183,2	1.231
4 h	42,0	29,2	6,9	118,7	798
6 h	45,9	21,2	0,0	0,0	0
9 h	50,2	15,5	0,0	0,0	0
12 h	53,5	12,4	0,0	0,0	0
18 h	58,5	9,0	0,0	0,0	0
24 h	62,5	7,2	0,0	0,0	0
48 h	73,4	4,2	0,0	0,0	0
72 h	81,1	3,1	0,0	0,0	0

Benötigtes Volumen: Oberflächenwasser	[m³]	1.860
Sickerwasser	[m³]	15
Gesamt	[m³]	1.875