

Anlage 11

Hydraulische Nachweise für Sickerwasserfassung und Sickerwasserableitung

Inhalt

- 11-1 Hydraulische Grundlagen**
- 11-2 Hydraulischer Nachweis Flächenfilter**
- 11-3 Hydraulischer Nachweis Rohrleitungen**
- 11-4 Bemessung Rückhaltevolumen**
- 11-5 Bemessung Sickerwasserbecken**
- 11-6 Nachweis der freien Vorflut für Sickerwasser**

11-1 Bemessungsgrundlagen für die hydraulischen Berechnungen

Nachweis der Entwässerungsschicht

Sickerwasserspende	$q_D =$	10,0 l/(d*m²)	GDA-Empfehlungen E 2-14
	$=$	1,16 l/(s*ha)	
Sicherheitsbeiwert	$f =$	1,0	
maßg. Sickerwasserspende	$q_{D,Bem.} =$	1,16 l/(s*ha)	
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f =$	0,001 m/s	

Nachweis der Sickerrohrleitungen

maßg. Sickerwasserspende	$q_{D,Bem.} =$	128,90 l/(s*ha)	$r_{15,1}$ nach KOSTRA
		0,01289 l/(s*m²)	
maßg. Regendauer	$t =$	15 min	siehe oben
	$=$	900 s	
maßg. Regenhäufigkeit	$T =$	1 a	

maßg. Zulaufllänge bei maßg. Regendauer:

$$L_{max} = k_f * t$$

Kontinuitätsgleichung:

$$Q = v * A$$

Q : Abfluss

A : Abflußquerschnitt

v : Fließgeschwindigkeit

Abfluss des voll gefüllten Rohres:

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

d_i : Rohrrinnendurchmesser

Geschwindigkeitsgleichung:

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

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.

11-2 Hydraulischer Nachweis Flächenfilter

Nachweis Flächenfilter Zufluss Sickerwassersammler Strang 1 bis 6 (mittlerer Bereich)

minimales Gefälle nach Abschluss der Setzungen	J	=	3,810 %
Mächtigkeit Flächenfilter	d	=	0,30 m
rechnerische Breite	b	=	1,00 m
maximale vorhandene Zulaufänge zum Fassungelement	L _{Lageplan}	=	20,00 m
Maximaler Abstand vom Sammlerstrang 1	L _{wahr}	=	20,01 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	=	0,001 m/s
Sickerwasserspende gemäß GDA-Empfehlung E 2-14	q _{Drän}	=	10,0 l/(d*m²)
		=	1,16 l/(s*ha)
Sicherheitsbeiwert	f	=	1
erforderliches Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, erf.}	=	0,002 l/s
vorhandenes Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, mögl.}	=	0,011 l/s

Q_{Drän, mögl.}

>

Q_{Drän, erf.}

Nachweis erbracht !

Nachweis Flächenfilter südliche Böschung

minimales Gefälle nach Abschluss der Setzungen	J	=	40,030 %
Mächtigkeit Flächenfilter	d	=	0,30 m
rechnerische Breite	b	=	1,00 m
maximale vorhandene Zulaufänge zum Fassungelement	L _{Lageplan}	=	80,00 m
(Strang 1)	L _{wahr}	=	86,17 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	=	0,001 m/s
Sickerwasserspende gemäß GDA-Empfehlung E 2-14	q _{Drän}	=	10,0 l/(d*m²)
		=	1,16 l/(s*ha)
Sicherheitsbeiwert	f	=	1
erforderliches Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, erf.}	=	0,010 l/s
vorhandenes Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, mögl.}	=	0,120 l/s

Q_{Drän, mögl.}

>

Q_{Drän, erf.}

Nachweis erbracht !

Nachweis Flächenfilter Nördliche Böschung

minimales Gefälle nach Abschluss der Setzungen	J	=	39,990 %
Mächtigkeit Flächenfilter	d	=	0,30 m
rechnerische Breite	b	=	1,00 m
maximale vorhandene Zulaufänge zum Fassungelement	L _{Lageplan}	=	70,00 m
(Strang 6)	L _{wahr}	=	75,39 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	=	0,001 m/s
Sickerwasserspende gemäß GDA-Empfehlung E 2-14	q _{Drän}	=	10,0 l/(d*m²)
		=	1,16 l/(s*ha)
Sicherheitsbeiwert	f	=	1
erforderliches Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, erf.}	=	0,009 l/s
vorhandenes Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, mögl.}	=	0,120 l/s

Q_{Drän, mögl.}

>

Q_{Drän, erf.}

Nachweis erbracht !

Nachweis Flächenfilter östliche Böschung

minimales Gefälle nach Abschluss der Setzungen	J	=	40,140 ‰
Mächtigkeit Flächenfilter	d	=	0,30 m
rechnerische Breite	b	=	1,00 m
maximale vorhandene Zulaufänge zum Fassungselement	L _{Lageplan}	=	40,00 m
Maximaler Abstand vom Sammlerstrang 1	L _{wahr}	=	43,10 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	=	0,001 m/s
Sickerwasserspende gemäß GDA-Empfehlung E 2-14	q _{Drän}	=	10,0 l/(d*m²)
		=	1,16 l/(s*ha)
Sicherheitsbeiwert	f	=	1
erforderliches Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, erf.}	=	0,005 l/s
vorhandenes Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, mögl.}	=	0,120 l/s

Q_{Drän, mögl.}

>

Q_{Drän, erf.}

Nachweis erbracht !

Nachweis Flächenfilter westliche Böschung

minimales Gefälle nach Abschluss der Setzungen	J	=	38,590 ‰
Mächtigkeit Flächenfilter	d	=	0,30 m
rechnerische Breite	b	=	1,00 m
maximale vorhandene Zulaufänge zum Fassungselement	L _{Lageplan}	=	20,00 m
(Strang 2)	L _{wahr}	=	21,44 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	=	0,001 m/s
Sickerwasserspende gemäß GDA-Empfehlung E 2-14	q _{Drän}	=	10,0 l/(d*m²)
		=	1,16 l/(s*ha)
Sicherheitsbeiwert	f	=	1
erforderliches Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, erf.}	=	0,002 l/s
vorhandenes Ableitvermögen der Dränage	Q _{Drän, mögl.}	=	0,116 l/s

Q_{Drän, mögl.}

>

Q_{Drän, erf.}

Nachweis erbracht !

11-3 Hydraulischer Nachweis Rohrleitungen

a) Hydraulischer Nachweis Rohrleitungen auf der Basisabdichtung (Nachweis mit Regenereignis ($r_{15,1}$))

Rohr- leitung	Stranglänge	maximale Zulaufänge	erforderl. Abfluss	Nenndurch- messer Material	Mindest- gefälle	Rauig- keits- beiwert	Fließ- geschwin- digkeit	maximal möglicher Abfluss	Auslastungs- grad
Nr.	L _{Strang} m	L _{max} m	Q _{erf.} l/s	mm	I %	k _b mm	v _{voll} m/s	Q _{voll} l/s	%
S 1	293,3	20,0	151,22	da 450, SDR 11 - PE 100 - 2/3 geschlitz	1,5	1,5	1,94	206,7	73,2

Q _{erf.}	<	Q _{voll}	Nachweis erbracht !
-------------------	---	-------------------	---------------------

Rohr- leitung	Stranglänge	maximale Zulaufänge	erforderl. Abfluss	Nenndurch- messer Material	Mindest- gefälle	Rauig- keits- beiwert	Fließ- geschwin- digkeit	maximal möglicher Abfluss	Auslastungs- grad
Nr.	L _{Strang} m	L _{max} m	Q _{erf.} l/s	mm	I %	k _b mm	v _{voll} m/s	Q _{voll} l/s	%
S 2	279,1	20,0	143,90	da 450, SDR 11 - PE 100 - 2/3 geschlitz	1,5	1,5	1,94	206,7	69,6

Q _{erf.}	<	Q _{voll}	Nachweis erbracht !
-------------------	---	-------------------	---------------------

Rohr- leitung	Stranglänge	maximale Zulaufänge	erforderl. Abfluss	Nenndurch- messer Material	Mindest- gefälle	Rauig- keits- beiwert	Fließ- geschwin- digkeit	maximal möglicher Abfluss	Auslastungs- grad
Nr.	L _{Strang} m	L _{max} m	Q _{erf.} l/s	mm	I %	k _b mm	v _{voll} m/s	Q _{voll} l/s	%
S 3	260,9	20,0	134,54	da 400, SDR 11 - PE 100 - 2/3 geschlitz	1,5	1,5	1,80	151,4	88,9

Q _{erf.}	<	Q _{voll}	Nachweis erbracht !
-------------------	---	-------------------	---------------------

Rohr- leitung	Stranglänge	maximale Zulaufänge	erforderl. Abfluss	Nenndurch- messer Material	Mindest- gefälle	Rauig- keits- beiwert	Fließ- geschwin- digkeit	maximal möglicher Abfluss	Auslastungs- grad
Nr.	L _{Strang} m	L _{max} m	Q _{erf.} l/s	mm	I %	k _b mm	v _{voll} m/s	Q _{voll} l/s	%
S 4	246,4	20,0	127,04	da 400, SDR 11 - PE 100 - 2/3 geschlitz	1,5	1,5	1,80	151,4	83,9

Q _{erf.}	<	Q _{voll}	Nachweis erbracht !
-------------------	---	-------------------	---------------------

Rohr- leitung	Stranglänge	maximale Zulaufänge	erforderl. Abfluss	Nenndurch- messer Material	Mindest- gefälle	Rauig- keits- beiwert	Fließ- geschwin- digkeit	maximal möglicher Abfluss	Auslastungs- grad
Nr.	L _{Strang} m	L _{max} m	Q _{erf.} l/s	mm	I %	k _b mm	v _{voll} m/s	Q _{voll} l/s	%
S 5	224,8	20,0	115,91	da 400, SDR 11 - PE 100 - 2/3 geschlitz	1,5	1,5	1,80	151,4	76,5

Q_{erf.}	<	Q_{voll}	Nachweis erbracht !
-------------------------	---	-------------------------	----------------------------

Rohr- leitung	Stranglänge	maximale Zulaufänge	erforderl. Abfluss	Nenndurch- messer Material	Mindest- gefälle	Rauig- keits- beiwert	Fließ- geschwin- digkeit	maximal möglicher Abfluss	Auslastungs- grad
Nr.	L _{Strang} m	L _{max} m	Q _{erf.} l/s	mm	I %	k _b mm	v _{voll} m/s	Q _{voll} l/s	%
S 6	196,4	20,0	101,26	da 400, SDR 11 - PE 100 - 2/3 geschlitz	1,5	1,5	1,80	151,4	66,9

Q_{erf.}	<	Q_{voll}	Nachweis erbracht !
-------------------------	---	-------------------------	----------------------------

b) Hydraulischer Nachweis Sammelleitungen (Nachweis mit Regenereignis ($r_{15,1}$))

Rohr- leitung	Stranglänge	maximale Zulaufänge	erforderl. Abfluss	Nenndurch- messer Material	Mindest- gefälle	Rauig- keits- beiwert	Fließ- geschwin- digkeit	maximal möglicher Abfluss	Auslastungs- grad
Nr.	L_{Strang} m	L_{max} m	$Q_{\text{erf.}}$ l/s	mm	I %	k_b mm	v_{voll} m/s	Q_{voll} l/s	%
DK 1	123,9	0,0	429,66	da 630, SDR 11 - PE 100 - 2/3 geschlitz	1,5	1,5	2,41	503,7	85,3

$Q_{\text{erf.}}$	<	Q_{voll}	Nachweis erbracht !
-------------------	---	-------------------	---------------------

11.4 Bemessung Rückhaltevolumen

Betriebszustand, Basisabdichtung

Ermittlung der Bemessungsdauerstufe auf Grundlage des KOSTRA-Atlas (DWD)
für eine Wiederkehrzeit von $T = 5$ a bzw. einer Häufigkeit von $n = 1/a$

D min	h_n mm	$r_{D(n)}$ l/s*ha
15	19,1	212,4

Einzugsgebiet	A_E	=	92.929 m ²
durchschnittliche Sickerwasserspende gemäß GDA E2-14		=	212,40 l/s*ha
Zuschlagfaktor (gemäß ATV-DVWK-A117)	f_z	=	1,1
erforderliches Volumen		=	1.954,1 m³

Betriebszustand, offene Abfallfläche

Ermittlung der Bemessungsdauerstufe auf Grundlage des KOSTRA-Atlas (DWD)
für eine Wiederkehrzeit von $T = 5$ a bzw. einer Häufigkeit von $n = 1/a$

D min	h_n mm	$r_{D(n)}$ l/s*ha
15	19,1	212,4

Einzugsgebiet	A_E	=	92.929 m ²
durchschnittliche Sickerwasserspende gemäß GDA E2-14		=	1,60 l/s*ha
Zuschlagfaktor (gemäß ATV-DVWK-A117)	f_z	=	1,1
erforderliches Volumen		=	14,7 m³

11-5 Bemessung Sickerwasserbecken

Bemessung SiWa-Becken 1 + SiWa-Becken 2

Nachweis Absetzbecken nach RAS-Ew
gemäß RAS-Ew

Einzugsgebiet	A_E	=	39.100 m ²
Abflussbeiwert	ψ_s	=	0,350 -
Abflusswirksame Fläche	A_u	=	13.685 m ²
Regendauer	T	=	15 min
Häufigkeit	n	=	1,0 a ⁻¹
Zeitbeiwert nach Reinhold	$\varphi_{T(n)}$	=	0,999 -
Regenspende	$r_{15(1)}$	=	128,90 l/(s * ha)
Bemessungszufluss	Q_r	=	176,24 l/s
Oberflächenbeschickung	q_a	=	9 m/h
erforderliche Oberfläche	$A_{erf.}$	=	70,50 m ²
Breite Becken 1	b_{Sohle}	=	6,60 m
Länge Becken 1	l_{Sohle}	=	11,00 m
Oberfläche Becken 1	A	=	72,60 m ²
Breite Becken 2	b_{Sohle}	=	5,50 m
Länge Becken 2	l_{Sohle}	=	14,00 m
Oberfläche Becken 2	A	=	77,00 m ²
Verhältnis L/B > 3 gem. RAS-Ew für Sedimentationsbecke	L/B	=	1,67 -
vorhandene Oberfläche	$A_{vorh.}$	=	77,00 m ²

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

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

11.6 Nachweis der freien Vorflut für Sickerwasser

Nachweis erfolgt über Gefälle der Sickerwasserdränagen und Sickerwassersammelleitungen

Siehe:

GP-LP-09 Lageplan Sickerwasserfassung und -ableitung

GP-S-03 Längsschnitt Sickerwasserleitung bis Kanalanschluss

Leitungsstränge	Mindestgefälle nach Abschluss der Setzungen
Dränage Strang 1	1,50%
Dränage Strang 2	1,50%
Dränage Strang 3	1,50%
Dränage Strang 4	1,50%
Dränage Strang 5	1,50%
Dränage Strang 6	1,50%
Sammelleitung S 0-1 / S 0-2	1,50%
Sammelleitung S 0-2 / S 0-3	1,50%
Sammelleitung S 1-3 / S 1-2	1,50%
Sammelleitung S 1-2 / S 1-1	1,50%
Sickerwasserableitung DK 0	> 2,25 %
Sickerwasserableitung DK 1	> 2,25 %

Anforderungen gem. DepV:

Mindestgefälle im Endzustand für Sickerwasserleitungen >1,00 % nach Abschluss der Setzungen

Mindestgefälle Rohrleitungen: 1,50 % > 1,00 %

Nachweis erbracht !