

**Deponie Haus Forst  
Änderung der Kubatur, Einrichtung und  
Betrieb als DK I- und DK II-Deponie  
Antrag auf Planfeststellung gemäß §35 Abs. 2 KrWG**

## **Anlage 11**

# **Nachweis Oberflächenentwässerung**

## **Inhalt**

- 11-1      Hydraulische Grundlagen**
  
- 11-2      Nachweis Oberflächenabfluss**
  - 11-2-1 Nachweis Gräben
  - 11-2-2 Mittlerer Jahresabfluss
  
- 11-3      Nachweis Dränagebahn**
  
- 11-4      Bemessung der Abflussprofile**
  
- 11-5      Nachweis Versickerungsanlagen**

## Bemessungsgrundlagen

### Bemessungsdaten:

Regenspende	$r_{T,n} =$	170,4	gemäß KOSTRA-DWD 2010R
Regendauer		15	min
Regenhäufigkeit	$T =$	5	a

Abflussbeiwert	$\psi_m$	$\psi_s$	gem. DWA-A117, DWA A118 und RAS EW
	0,90	0,90	Asphalt
	0,30	0,60	fester Kiesbelag
	0,20	0,30	Garten, Wiesen, Kulturland - steile Böschung ( $\geq 1 : 6$ )
	0,10	0,15	Garten, Wiesen, Kulturland - flache Böschung ( $< 1 : 6$ )

Einzugsgebietsgröße  $A$  [ha] (siehe GP-LP-1-15 )  
 Regenabfluss  $Q = r_{T,n} * \varphi * \psi_s * A$  [l/s]

### Auslegung der Entwässerungsprofile :

#### Bemessung :

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 :

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

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

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

### Schleppwirkung in Wasserläufen

$\tau = \rho * g * r_{hy} * I$   $\tau$ : Schleppspannung  
 $\tau_0$ : Grenzscheppspannung nach DIN 19661-2  
 $\rho$ : 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 -

### Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 7, Zeile 56  
Ortsname :  
Bemerkung : Haus Forst  
Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	4,8	6,3	7,3	8,4	10,0	11,5	12,4	13,6	15,2
10 min	7,6	9,7	11,0	12,5	14,6	16,7	18,0	19,5	21,6
15 min	9,5	12,0	13,5	15,3	17,9	20,4	21,8	23,7	26,2
20 min	10,8	13,7	15,4	17,4	20,3	23,1	24,8	26,9	29,8
30 min	12,6	16,0	18,0	20,5	23,9	27,3	29,3	31,8	35,2
45 min	14,2	18,2	20,6	23,6	27,6	31,6	34,0	37,0	41,0
60 min	15,1	19,7	22,4	25,7	30,3	34,9	37,6	40,9	45,5
90 min	16,7	21,5	24,3	27,9	32,7	37,5	40,3	43,8	48,6
2 h	17,9	22,9	25,8	29,5	34,5	39,5	42,4	46,0	51,0
3 h	19,8	25,1	28,1	32,0	37,2	42,5	45,5	49,4	54,6
4 h	21,3	26,7	29,9	33,9	39,3	44,7	47,9	51,9	57,3
6 h	23,5	29,2	32,6	36,8	42,5	48,2	51,5	55,7	61,4
9 h	26,0	32,0	35,5	39,9	45,9	51,9	55,4	59,9	65,8
12 h	28,0	34,2	37,8	42,4	48,6	54,8	58,4	63,0	69,2
18 h	30,9	37,4	41,3	46,1	52,6	59,1	62,9	67,7	74,3
24 h	33,2	40,0	43,9	48,9	55,7	62,4	66,4	71,3	78,1
48 h	40,4	47,1	51,0	55,9	62,6	69,3	73,2	78,2	84,8
72 h	45,3	52,0	55,8	60,7	67,4	74,1	77,9	82,8	89,5

#### 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  
hN Niederschlagshöhe in [mm]

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]	9,50	15,10	33,20	45,30
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,20	45,50	78,10	89,50

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

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %,
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %,
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.



## KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

### Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 7, Zeile 56  
Ortsname :  
Bemerkung : Haus Forst  
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	159,2	211,3	241,8	280,2	332,4	384,5	415,0	453,4	505,5
10 min	126,9	162,1	182,7	208,6	243,7	278,9	299,5	325,4	360,5
15 min	105,6	133,5	149,8	170,4	198,3	226,3	242,6	263,2	291,1
20 min	90,3	114,1	127,9	145,4	169,1	192,8	206,7	224,2	247,9
30 min	70,1	89,0	100,0	113,9	132,7	151,5	162,6	176,4	195,3
45 min	52,5	67,5	76,2	87,2	102,2	117,2	125,9	137,0	151,9
60 min	41,9	54,7	62,1	71,5	84,2	96,9	104,3	113,7	126,4
90 min	30,9	39,8	45,0	51,6	60,5	69,4	74,6	81,2	90,1
2 h	24,9	31,8	35,9	41,0	47,9	54,8	58,9	64,0	70,9
3 h	18,4	23,2	26,0	29,6	34,5	39,3	42,1	45,7	50,6
4 h	14,8	18,6	20,8	23,5	27,3	31,1	33,3	36,0	39,8
6 h	10,9	13,5	15,1	17,0	19,7	22,3	23,9	25,8	28,4
9 h	8,0	9,9	11,0	12,3	14,2	16,0	17,1	18,5	20,3
12 h	6,5	7,9	8,7	9,8	11,2	12,7	13,5	14,6	16,0
18 h	4,8	5,8	6,4	7,1	8,1	9,1	9,7	10,5	11,5
24 h	3,8	4,6	5,1	5,7	6,4	7,2	7,7	8,3	9,0
48 h	2,3	2,7	3,0	3,2	3,6	4,0	4,2	4,5	4,9
72 h	1,7	2,0	2,2	2,3	2,6	2,9	3,0	3,2	3,5

#### 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]	9,50	15,10	33,20	45,30
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,20	45,50	78,10	89,50

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.

## Jahresniederschlag

Die meteorologischen Daten werden über die Messstation Haus Forst des LANUV erhoben und mit Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für die Messstation Nörvenich ergänzt.

Jahr	Niederschlagsmenge mm
2004	705,0
2005	643,0
2006	634,9
2007	763,0
2008	689,8
2009	651,4
2010	713,2
2011	607,5
2012	646,6
2013	567,5
2014	777,1
2015	663,7
2016	645,5
2017	643,5
2018	460,2
2019	638,7
2020	545,4
2021	709,2
<b>Mittelwert</b>	<b>650,3</b>

Quelle: ADDISweb

Grenzwerte für Schleppspannung  $\tau_0$ :

	Sohlenbeschaffenheit	$\tau_0$ : in N/m <sup>2</sup>
<b>Einzelkorngefüge</b>	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
<b>Boden wenig kolloidal</b>	lehmiger Sand	2,0
	lehmhaltige Ablagerung	2,5
	lockerer Schlamm	2,5
	lehmiger Kies, langanhaltend überströmt	15,0
	lehmiger Kies, kurzzeitig überströmt	20,0
<b>Boden stark kolloidal</b>	lockerer Lehm	3,5
	festgelagerter Lehm	12,0
	Ton	12,0
	Festgelagerter Schlamm	12,0
<b>Rasen verwachsen</b>	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
<b>Natürliches Gewässer</b>	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
	mittlerer bis grober Kies	90	35
	regelmäßiger Erdkanal, mittlerer Kies	35 bis 40	40
<b>Beton</b>	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	80
	geglätteter Beton	0,4	90
	Zementglattstrich, Stahlschalung	0,1 bis 0,3	100

Rauheiten und Rauheitsbeiwerte für Gerinne

Art	Material, Form, Zustand	k in mm	k <sub>St</sub> in m <sup>1/3</sup> /s
<b>Gemauerter Kanal</b>	grobes Bruchsteinmauerwerk	20	50
	Hausstein- und Quadermauerwerk	1,5 bis 6,0	60 bis 80
	Ziegel, Klinker	1,5 bis 2,0	80
<b>Holz</b>	ungehobelt	1,5	75
	gehobelt	0,4 bis 0,6	85 bis 90
	gehobelt, neu	0,1 bis 0,3	90 bis 100
<b>Stahl</b>	neu	0,03 bis 0,06	100

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

Flächentyp	Art der Befestigung	Mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m$
<b>Schrägdach</b>	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement,	0,9 - 1,0
	Ziegel, Dachpappe	0,8 - 1,0
<b>Flachdach (n bis 3° oder ca. 5%)</b>	Metall, Glas, Faserzement	0,9 - 1,0
	Dachpappe	0,9
	Kies	0,7
<b>Gründach (n bis 15° oder ca 25%)</b>	humusiert < 10 cm Aufbau	0,5
	humusiert ≥ 10 cm Aufbau	0,3
<b>Straßen, Wege, Plätze (flach)</b>	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
<b>Böschungen, Bankette und Gräben mit Regenabfluss in das EW-System</b>	toniger Boden	0,5
	lehmiger Sandboden	0,4
	Kies- und Sandboden	0,3
<b>Garten, Wiesen, Kulturland, mit Regenabfluss in das EW-System</b>	flaches Gelände	0,0 - 0,1
	steiles Gelände	0,1 - 0,3

Bemessungsgrundlagen :

D = 15 min  
T = 5 a

Ergebnis in l/s\*ha (inkl 10% Toleranzbetrag  
gemäß der Empfehlung des DWD)

**187,44** gemäß KOSTRA-DWD 2010R

Einzugs- gebiet T <sub>E</sub>	Größe [ha]	Anteil bef. Flächen [%]	Abfluss- beiwert ψ <sub>s</sub>	maßg. Abfluss Oberfläche Gräben l/s
1	0,12	17,48	0,229	5,22
2	0,18	15,08	0,218	7,31
3	0,63	7,39	0,183	21,64
3a	0,62	6,17	0,178	20,66
4	0,26	10,85	0,199	9,68
5	1,17	7,62	0,184	40,29
6	0,61	8,70	0,259	29,85
7	0,19	15,45	0,346	12,43
8	0,72	4,88	0,315	42,39
9	0,60	9,23	0,328	36,73
10	0,52	13,07	0,339	33,31
11	0,39	0,00	0,300	21,93
12	1,29	9,81	0,329	79,78
13	1,22	9,76	0,329	75,35
14	0,24	15,66	0,220	9,73
15	0,06	23,43	0,255	2,92
16	1,58	4,84	0,194	57,66
17	0,53	5,26	0,251	24,99
18	0,17	11,41	0,334	10,35
19	0,62	10,86	0,300	34,87
20	0,96	5,43	0,244	43,92
21	2,22	4,63	0,239	99,40
22	2,30	11,10	0,323	139,42
23	0,73	3,40	0,190	26,07
24	0,29	2,63	0,184	9,91
25	1,43	10,69	0,300	80,17
26	0,83	11,26	0,308	47,74
27	1,58	6,39	0,179	53,08
28	1,64	7,79	0,289	88,90
29	0,31	9,43	0,299	17,39
30	0,28	11,95	0,293	15,51
31	0,21	8,39	0,325	12,80
32	0,18	14,74	0,344	11,56
33	0,20	11,67	0,203	7,74
34	0,27	96,23	0,900	44,70
35	0,06	100,00	0,900	9,75
<b>Summe</b>	<b>25,20</b>			<b>1.285,14</b>

angeschlossene Flächen an das Versickerungsbecken im Südosten,

Gesamtfläche **85.845 m<sup>2</sup>**

angeschlossene Flächen an die Rigole im Südwesten

Gesamtfläche **104.600 m<sup>2</sup>**

Flächen, die in angrenzende Gräben entwässern und dort versickern

Gesamtfläche **61.533 m<sup>2</sup>**

Bemessungsgrundlagen :

Mittlerer Jahresniederschlag

**650,3** siehe Anlage 11-1

Abflussbeiwerte

siehe Anlage 11-1

Einzugs- gebiet $T_E$	Größe [ha]	Anteil bef. Flächen [%]	Abflussbeiwert		Mittlerer Jahresabfluss	
			$\psi_s$	$\psi_m$	mit $\psi_s$ [m <sup>3</sup> /a]	mit $\psi_m$ [m <sup>3</sup> /a]
1	0,12	17,48	0,229	0,135	181	107
2	0,18	15,08	0,218	0,130	254	152
3	0,63	7,39	0,183	0,115	751	470
3a	0,62	6,17	0,178	0,112	717	453
4	0,26	10,85	0,199	0,122	336	206
5	1,17	7,62	0,184	0,115	1.398	874
6	0,61	8,70	0,259	0,164	1.036	656
7	0,19	15,45	0,346	0,215	431	268
8	0,72	4,88	0,315	0,205	1.471	958
9	0,60	9,23	0,328	0,209	1.274	814
10	0,52	13,07	0,339	0,213	1.156	726
11	0,39	0,00	0,300	0,200	761	507
12	1,29	9,81	0,329	0,210	2.768	1.763
13	1,22	9,76	0,329	0,210	2.614	1.665
14	0,24	15,66	0,220	0,131	337	201
15	0,06	23,43	0,255	0,147	101	58
16	1,58	4,84	0,194	0,125	2.000	1.284
17	0,53	5,26	0,251	0,162	867	560
18	0,17	11,41	0,334	0,211	359	227
19	0,62	10,86	0,300	0,189	1.210	763
20	0,96	5,43	0,244	0,157	1.524	982
21	2,22	4,63	0,239	0,155	3.448	2.232
22	2,30	11,10	0,323	0,204	4.837	3.059
23	0,73	3,40	0,190	0,124	904	587
24	0,29	2,63	0,184	0,120	344	224
25	1,43	10,69	0,300	0,189	2.782	1.755
26	0,83	11,26	0,308	0,194	1.656	1.044
27	1,58	6,39	0,179	0,113	1.841	1.162
28	1,64	7,79	0,289	0,185	3.084	1.973
29	0,31	9,43	0,299	0,190	603	383
30	0,28	11,95	0,293	0,183	538	337
31	0,21	8,39	0,325	0,208	444	285
32	0,18	14,74	0,344	0,215	401	250
33	0,20	11,67	0,203	0,123	269	164
34	0,27	96,23	0,900	0,900	1.551	1.551
35	0,06	100,00	0,900	0,900	338	338
<b>Summe</b>	<b>25,20</b>				<b>44.586</b>	<b>29.038</b>

angeschlossene Flächen an das Versickerungsbecken im Südosten, Gesamtfläche	<b>85.845 m<sup>2</sup></b>	<b>15.486</b>	<b>9.957 m<sup>3</sup>/a</b>
angeschlossene Flächen an die Rigole im Südwesten Gesamtfläche	<b>104.600 m<sup>2</sup></b>	<b>18.548</b>	<b>12.388 m<sup>3</sup>/a</b>
Flächen, die in angrenzende Gräben entwässern und dort versickern Gesamtfläche	<b>61.533 m<sup>2</sup></b>	<b>10.552</b>	<b>6.693 m<sup>3</sup>/a</b>

### Nachweis gemäß

- LANUV-Arbeitsblatt 13, Technische Anforderungen und Empfehlungen für Deponieabdichtungssysteme, Konkretisierungen und Empfehlungen zur Deponieverordnung, 2015
- GDA-Empfehlung E 2-20, Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, Mai 2015

Zunächst werden die maximalen Böschungslängen für verschiedene Neigungen ermittelt. Diese werden dann mit den tatsächlich auf der Deponieoberfläche vorhandenen Neigungen verglichen.

### Ermittlung der maximalen Böschungslängen für verschiedene Neigungen

Parameter	Festlegung gem.	Gefälle			
		i = 0,05	i = 0,1	i = 0,3	i = 1,0
<b>Geometrische und mechanische Randbedingungen</b>					
Neigung	---	5%	10%	30%	100%
Bettung	Ann.	weich/hart	weich/hart	weich/hart	weich/hart
Auflast $\sigma / \tau$	Ann. <sup>1)</sup>	34kPa	34kPa	34kPa / 11,3kPa	34kPa / 11,3kPa
<b>Wasserleitvermögen</b>					
$q_{LZ}$ [l/(m*s)]	Ann. <sup>2)</sup>	0,103	0,164	0,335	0,719
$q_s$ [mm/d]	LANUV, GDA	25	25	25	25
$q_s$ [l/(m²*s)]	LANUV, GDA	0,000289	0,000289	0,000289	0,000289
<b>Beiwerte</b>					
D <sub>1</sub>	GDA Tab. 2-20-1	1,3	1,3	1,3	1,3
D <sub>2</sub>	GDA Tab. 2-20-1	1,2	1,2	1,2	1,2
D <sub>3</sub>	GDA Tab. 2-20-1	1,2	1,2	1,2	1,2
D <sub>4</sub>	LANUV Tab. 7	2,0	2,0	2,0	2,0
S	GDA	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Entwässerungslänge (max. Böschungslänge)</b>					
$l_{s,max}$ [m]	---	95	151	309	663

- 1) Auf der sicheren Seite wird zur Ermittlung der Auflastspannung eine Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht von 2 m angenommen. Bei einer Wichte von 17 kN/m<sup>3</sup> ergibt sich die Spannung zu 34 kPa. Der Wert für das Langzeit-Wasserleitvermögen ist damit geringer als der für eine 1 m mächtige Rekultivierungsschicht.
- 2) Produktspezifischer Wert, hier wurde eine realistische Annahme gemäß BAM-zugelassenen Produkten getroffen.

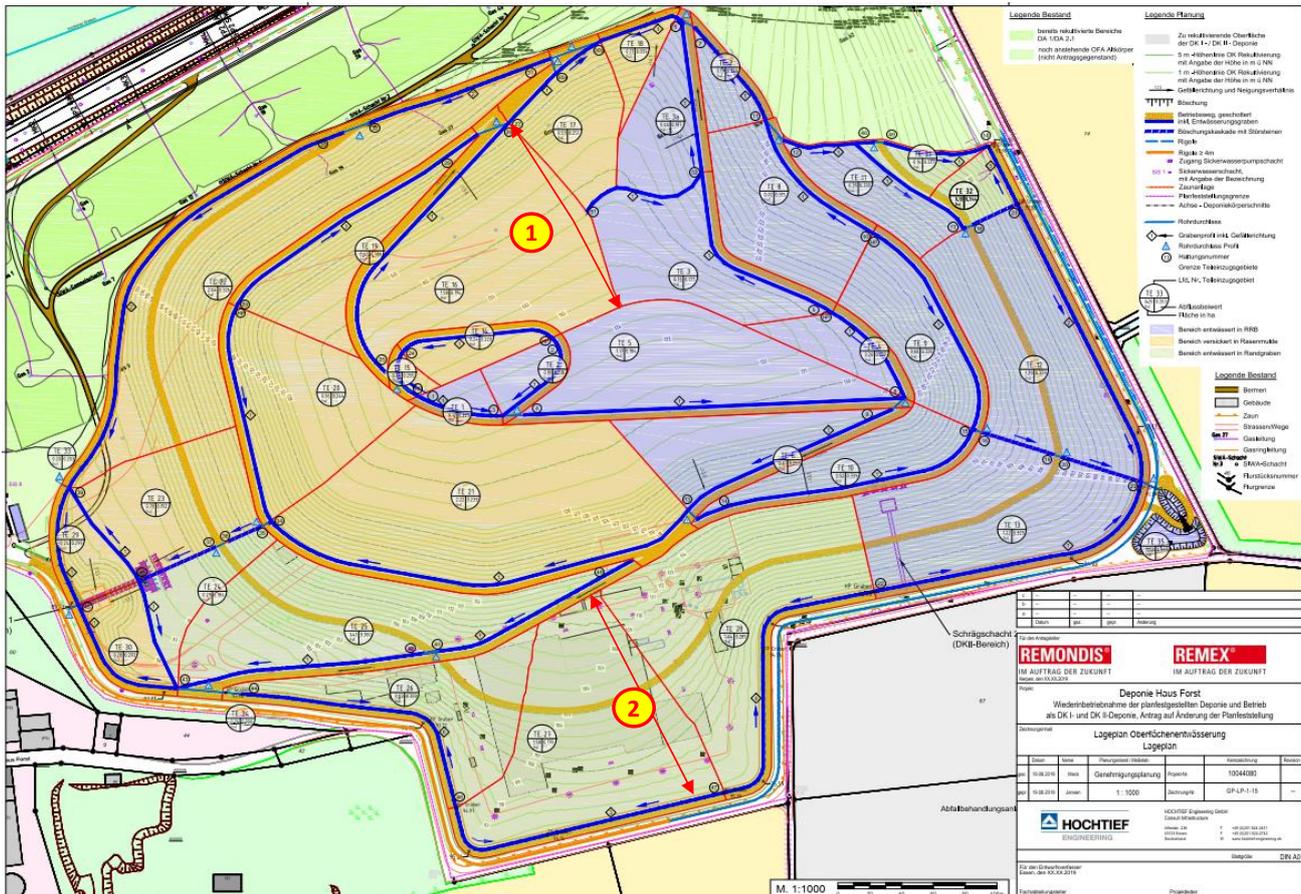
mit

$$l_{s,max} = q_a / q_s$$

$$q_a = q_{LZ} / (D_1 * D_2 * D_3 * D_4 * S)$$

$l_{s,max}$	max. Böschungslänge
$q_a$	spezifischer Dränabfluss
$q_s$	Dränspende
$q_{LZ}$	Langzeit-Wasserleitvermögen (produktspezifisch)
D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub> , D <sub>4</sub>	Abminderungsfaktoren gem. GDA, LANUV
S	Sicherheitsbeiwert

**Deponieoberfläche (GP-LP-1-15)**



**Vorhandene maximale Böschungslängen und zugehörige Neigungen**

		horiz. Länge	mittl. Neigung	Länge		$l_{s,max}^{3)}$	
<b>Böschung 1</b>	gesamt	139m	12,1%	140m	≤	168m	OK
<b>Böschung 1</b>	flacher Abschnitt <sup>4)</sup>	109m	6,4%	109m	≤	111m	OK
<b>Böschung 2</b>	gesamt	150m	10,0%	151m	≤	151m	OK

3) Nach Erfordernis interpoliert für vorhandene Neigung

4) Zusätzlich zum Nachweis mit der mittleren Neigung wird der obere, flache Abschnitt der Böschung separat nachgewiesen.

Die maximalen Entwässerungslängen werden eingehalten.



**Nachweis der Entwässerungsprofile**

Berechnung nach Manning Strickler:

Daten werden durch Verknüpfung eingefügt

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)	horiz. Länge (m)	Ø-Gefälle (%)	Mindest-Gefälle (%)	Profil	Q <sub>max</sub> (l/s)	Kontrolle Q <sub>r</sub> < Q <sub>max</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> bei Ø-Gefälle (l/s)	Profil-auslastung (%)
1-3	1	5,22	0,00	5,22	133,56	132,51	55,34	1,89	0,500	1	166,06	5,22 < 166,06	323,17	1,61
2-3	2	7,31	0,00	7,31	135,00	132,51	69,31	3,59	0,500	1	166,06	7,31 < 166,06	444,93	1,64
5-52	3	21,64	0,00	21,64	129,20	124,45	133,02	3,56	0,500	1	166,06	21,64 < 166,06	443,40	4,88
52-6	3a	20,66	21,64	42,30	124,45	116,98	109,28	6,84	0,500	1	166,06	42,30 < 166,06	614,28	6,89
5-8	4	9,68	0,00	9,68	129,20	128,39	73,49	1,09	0,500	1	166,06	9,68 < 166,06	245,18	3,95
4-8	5	40,29	12,53	52,82	132,27	128,39	239,43	1,62	0,500	1	166,06	52,82 < 166,06	298,68	17,68
9-13	6	29,85	52,82	82,68	128,15	117,61	145,24	7,25	0,500	1	166,06	82,68 < 166,06	632,44	13,07
7-11	7	12,43	42,30	54,73	116,19	111,68	75,74	5,96	0,500	1	166,06	54,73 < 166,06	573,23	9,55
10-11	8	42,39	0,00	42,39	116,56	111,68	103,67	4,71	0,500	1	166,06	42,39 < 166,06	509,46	8,32
10-15	9	36,73	0,00	36,73	116,56	114,68	151,08	1,24	0,500	1	166,06	36,73 < 166,06	261,83	14,03
14-15	10	33,31	82,68	115,98	116,54	114,68	190,02	0,98	0,500	1	166,06	115,98 < 166,06	232,22	49,95
12-17	11	21,93	97,12	119,05	112,71	105,65	135,06	5,23	0,500	1	166,06	119,05 < 166,06	537,00	22,17
21-23	12	79,78	119,05	198,83	93,96	93,00	194,00	0,50	0,500	2	278,88	198,83 < 278,88	278,45	71,40
22-23	13	75,35	0,00	75,35	94,96	93,00	195,02	1,01	0,500	1	166,06	75,35 < 166,06	235,79	31,96
2-24	14	9,73	0,00	9,73	135,00	132,45	98,00	2,60	0,500	1	166,06	9,73 < 166,06	378,59	2,57
1-24	15	2,92	0,00	2,92	133,56	132,45	34,95	3,17	0,500	1	166,06	2,92 < 166,06	417,97	0,70
25-26	16	57,66	12,65	70,31	132,42	117,72	202,87	7,25	0,500	1	166,06	70,31 < 166,06	632,22	11,12
28-29	19	34,87	0,00	34,87	119,25	117,70	189,93	0,82	0,500	1	166,06	34,87 < 166,06	212,15	16,43
27-30a	17	24,99	105,18	130,16	117,72	115,85	79,04	2,36	0,500	1	166,06	130,16 < 166,06	361,12	36,04
6-30b	18	10,35	0,00	10,35	116,98	115,85	50,98	2,21	0,500	1	166,06	10,35 < 166,06	349,01	2,96
28-34	20	43,92	0,00	43,92	119,20	114,40	144,09	3,33	0,500	1	166,06	43,92 < 166,06	428,70	10,25
13-34	21	99,40	0,00	99,40	117,61	114,40	285,22	1,13	0,500	1	166,06	99,40 < 166,06	249,09	39,90
31-39	22	139,42	140,51	279,93	114,81	94,19	310,81	6,63	1,000	2	394,39	279,93 < 394,39	1015,80	27,56
38-39	23	26,07	143,32	169,39	97,16	94,19	75,89	3,91	1,000	1	234,84	169,39 < 234,84	464,34	36,48
38-43	24	9,91	0,00	9,91	97,16	93,64	74,35	4,73	0,500	1	166,06	9,91 < 166,06	510,84	1,94
40-43	25	80,17	0,00	80,17	115,73	93,64	303,49	7,28	0,500	1	166,06	80,17 < 166,06	633,60	12,65
44-46	26 1)	47,74	90,09	137,83	93,44	93,25	28,75	0,66	0,500	6	1103,92	137,83 < 1.103,92	1269,26	10,86
46-47	27 1)	53,08	0,00	53,08	94,97	94,14	77,00	1,08	0,500	3	311,40	53,08 < 311,40	457,23	11,61
22-47	28 1)	88,90	0,00	88,90	95,29	94,18	100,00	1,11	0,500	4	614,70	88,90 < 614,70	915,05	9,72
39-45	29	17,39	0,00	17,39	94,19	88,75	80,84	6,73	0,500	1	166,06	17,39 < 166,06	609,43	2,85
43-45	30	15,51	0,00	15,51	93,64	88,75	91,90	5,32	0,500	1	166,06	15,51 < 166,06	541,88	2,86
49-50	31	12,80	0,00	12,80	106,48	93,51	86,27	15,04	0,500	1	166,06	12,80 < 166,06	910,60	1,41
21-50	32	11,56	0,00	11,56	93,96	93,51	42,62	1,06	0,500	5	682,37	11,56 < 682,37	991,61	1,17

Bemerkungen:

1) TE 26, 27, 28, 32: Gefälle nicht relevant, da Versickerung direkt in der papallel laufenden Mulde erfolgt. Maßgebend für die Wahl des Profils ist der Versickerungsnachweis.

Haltung (-)	b <sub>so</sub> (m)	n	k <sub>st</sub>	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	l <sub>U</sub> (m)	r <sub>hy</sub> (m)	Hilfswert	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
1-3	0,3	1,5	35	0,038	0,01357	0,43701	0,03104	0,04690	5,22 < 6,45	5,77	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
2-3	0,3	1,5	35	0,038	0,01357	0,43701	0,03104	0,04690	7,31 < 8,89	10,93	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
5-52	0,3	1,5	35	0,070	0,02835	0,55239	0,05132	0,13703	21,64 < 25,87	17,95	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
52-6	0,3	1,5	35	0,077	0,03199	0,57763	0,05539	0,16271	42,30 < 42,56	37,18	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
5-8	0,3	1,5	35	0,064	0,02534	0,53076	0,04775	0,11675	9,68 < 12,19	5,11	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
4-8	0,3	1,5	35	0,143	0,07357	0,81559	0,09021	0,51795	52,82 < 65,88	14,31	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
9-13	0,3	1,5	35	0,116	0,05498	0,71824	0,07655	0,34696	82,68 < 93,44	54,47	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	5,99
7-11	0,3	1,5	35	0,098	0,04381	0,65334	0,06705	0,25304	54,73 < 61,77	39,19	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
10-11	0,3	1,5	35	0,086	0,03689	0,61008	0,06047	0,19895	42,39 < 43,16	27,92	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
10-15	0,3	1,5	35	0,120	0,05760	0,73267	0,07862	0,36997	36,73 < 41,25	9,59	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
14-15	0,3	1,5	35	0,217	0,13573	1,08240	0,12540	1,19020	115,98 < 117,69	12,03	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
12-17	0,3	1,5	35	0,150	0,07875	0,84083	0,09366	0,56843	119,05 < 129,98	48,04	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	
21-23	0,4	1	35	0,338	0,24944	1,35601	0,18395	2,82389	198,83 < 199,37	9,00	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
22-23	0,3	1,5	35	0,173	0,09679	0,92376	0,10478	0,75296	75,35 < 75,60	10,36	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
2-24	0,3	1,5	35	0,049	0,01830	0,47667	0,03839	0,07290	9,73 < 11,75	9,79	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
1-24	0,3	1,5	35	0,023	0,00769	0,38293	0,02009	0,01990	2,92 < 3,54	6,24	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
25-26	0,3	1,5	35	0,107	0,04927	0,68579	0,07185	0,29805	70,31 < 80,24	51,08	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	6,38
28-29	0,3	1,5	35	0,123	0,05959	0,74348	0,08015	0,38775	34,87 < 35,03	6,42	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
27-30a	0,3	1,5	35	0,185	0,10684	0,96703	0,11048	0,86096	130,16 < 132,39	25,63	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
6-30b	0,3	1,5	35	0,048	0,01786	0,47307	0,03775	0,07032	10,35 < 10,45	8,18	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
28-34	0,3	1,5	35	0,096	0,04262	0,64613	0,06597	0,24356	43,92 < 44,46	21,57	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
13-34	0,3	1,5	35	0,193	0,11377	0,99587	0,11425	0,93756	99,40 < 99,45	12,61	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
31-39	0,4	1	35	0,205	0,12403	0,97983	0,12658	1,09434	279,93 < 281,86	82,37	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	3,62
38-39	0,3	1,5	35	0,185	0,10684	0,96703	0,11048	0,86096	169,39 < 170,23	42,37	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
38-43	0,3	1,5	35	0,041	0,01482	0,44783	0,03310	0,05347	9,91 < 11,63	15,36	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
40-43	0,3	1,5	35	0,107	0,04927	0,68579	0,07185	0,29805	80,17 < 80,42	51,31	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	6,38
44-46	1,15	1,5	35	0,260	0,40040	2,08744	0,19181	4,66103	137,83 < 378,95	12,44	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
46-47	0,3	1,5	35	0,143	0,07357	0,81559	0,09021	0,51795	53,08 < 53,78	9,54	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
22-47	0,45	1,5	35	0,170	0,11985	1,06294	0,11275	0,97902	88,90 < 103,05	12,26	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
39-45	0,3	1,5	35	0,050	0,01875	0,48028	0,03904	0,07552	17,39 < 19,60	25,79	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
43-45	0,3	1,5	35	0,047	0,01741	0,46946	0,03709	0,06779	15,51 < 15,64	19,37	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	
49-50	0,3	1,5	35	0,040	0,01440	0,44422	0,03242	0,05124	12,80 < 19,87	47,81	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Schubspannung zu hoch	14,15
21-50	0,55	1,5	35	0,050	0,03125	0,73028	0,04279	0,13381	11,56 < 13,75	4,43	Grobkies, Korngröße 20 bis 63 mm	45,00	Nachweis erbracht	

## Nachweis der Rohrdurchlässe

Haltung (-)	Anfangshöhe (m + HN)	Endhöhe (m + HN)	Länge (m)	Ø-Gefälle (%)	Rohrprofil	Qanfallend (l/s)	Vvoll (m/s)	Qmax (l/s)	Kontrolle $Q_{\text{anfallend}} < Q_{\text{max}}$ (l/s)	
3-4	132,51	132,27	13,3	1,84	1	12,53	1,44	45,26	12,53	< 45,26
6-7	116,98	116,19	13,3	5,91	1	42,30	2,59	81,31	42,30	< 81,31
8-9	128,39	128,15	10,6	2,36	2	52,82	2,57	322,96	52,82	< 322,96
11-12	111,68	111,50	17,2	1,03	2	97,12	1,69	212,80	97,12	< 212,80
13-14	117,61	116,54	8,7	12,33	1	82,68	3,74	117,54	82,68	< 117,54
15-16	114,68	113,96	7,1	10,13	2	152,71	5,33	670,31	152,71	< 670,31
17-18	105,65	104,89	7,1	10,82	2	119,05	5,51	692,67	119,05	< 692,67
19-20	105,10	104,99	5,2	2,16	2	152,71	2,46	309,06	152,71	< 309,06
23	93,00	92,85	11,6	1,26	3	426,89	2,44	689,09	426,89	< 689,09
24-25	132,46	132,42	16,8	0,23 1)	2	12,65	1,67	210,02	12,65	< 210,02
29-27	117,75	117,70	21,1	0,24 1)	2	34,87	1,67	210,02	34,87	< 210,02
30a-31	116,78	114,81	10,6	18,55	1	130,16	4,59	144,23	130,16	< 144,23
30b-31	115,85	114,81	33,3	3,12	1	10,35	1,88	59,04	10,35	< 59,04
32-33	104,76	103,93	17,9	4,67	2	279,93	3,62	454,67	279,93	< 454,67
34-35	114,40	113,68	7,2	10,06	2	143,32	5,32	668,07	143,32	< 668,07
36-37	105,10	104,88	5,4	4,02	2	143,32	3,36	421,81	143,32	< 421,81
39	94,19	92,24	33,8	5,79	2	449,32	4,03	506,41	449,32	< 506,41
41-42	105,10	104,99	7,6	1,45	2	80,17	2,01	252,88	80,17	< 252,88
43-44	93,65	93,44	40,8	0,52 1)	2	90,09	1,67	210,02	90,09	< 210,02
45	88,75	88,50	6,2	3,99	1	32,89	2,13	66,81	32,89	< 66,81
48-49	105,16	104,95	6,4	3,25	1	12,80	1,44	45,32	12,80	< 45,32

### Bemerkungen

1) Wegen des geringen Gefälles wurde ein vergrößerter Rohrdurchmesser gewählt.

## Bemessung Absetzbecken 1 (Südost)

### Nachweis Absetzbecken nach RAS-Ew

gemäß RAS-Ew

Einzugsgebiet	$A_E$	=	85.845 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,309
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	26.533 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 (KOSTRA-DWD 2010R)	$r_{15(1)}$	=	105,60 l/(s * ha)
Bemessungszufluss	$Q_r$	=	279,9 l/s
Oberflächenbeschickung	$q_A$	=	9 m/h
erforderliche Oberfläche	$A_{\text{erf.}}$	=	111,97 m <sup>2</sup>
mittlere Breite	$b$	=	6,50 m
Fließweg	$l$	=	20,00 m
Verhältnis <b>L/B &gt; 3</b> gem. RAS-Ew für Sedimentationsbecken	L/B	=	3,08 -
vorhandene Oberfläche (gem. Lageplan)	$A_{\text{vorh.}}$	=	238,00 m <sup>2</sup>

Die Beckenplanung ist unverändert zur Planfeststellung und wasserrechtlichen Erlaubnis vom 29.06.2018.

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

mit

$$A_u = A_E \cdot \psi_s$$

$$A_{\text{erf.}} = Q_r \cdot 3,6 / q_a$$

## Nachweis Versickerungsbecken (Südost)

Nachweis gemäß DWA-A 138

### Schritt 1: Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens

Einzugsgebiet	$A_E$	=	85.845 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,309
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	2,6533 ha
Versickerungsrate des Beckens, geschätzt	$Q_S$	=	0,0140 m <sup>3</sup> /s
Durchlässigkeitsbeiwert des Beckens (Einbau einer Schicht Oberboden)	$k_f$	=	5,00E-05 m/s
Zuschlagsfaktor (gemäß DWA-A 117)	$f_z$	=	1,1

Ermittlung der Bemessungsdauerstufe auf Grundlage des KOSTRA-Atlas (DWD 2010R)  
für eine Wiederkehrzeit von  $T = 5$  a bzw. einer Häufigkeit von  $n = 0,2/a$

D min	$h_n$ mm	$r_{D(n)}$ l/s*ha	V m <sup>3</sup>
5	8,4	280,2	240,72
10	12,5	208,6	356,06
15	15,3	170,4	433,75
20	17,4	145,4	490,77
30	20,5	113,9	570,67
45	23,6	87,2	645,59
60	25,7	71,5	695,83
90	27,9	51,6	730,10
120	29,5	41,0	750,71
<b>180</b>	<b>32,0</b>	<b>29,6</b>	<b>766,72</b>
240	33,9	23,5	765,92
360	36,8	17,0	739,10
540	39,9	12,3	664,19
720	42,4	9,8	570,37
1.080	46,1	7,1	344,91
1.440	48,9	5,7	106,83
2.880	55,9	3,2	-1.047,21
4.320	60,7	2,3	-2.251,68

Bemessungsregendauer	D	=	180 min
Bemessungsregenspende	$r_{D(n)}$	=	29,6 l/s*ha
<b>erforderliches Beckenvolumen</b>	<b>erf. V</b>	=	<b>766,72 m<sup>3</sup></b>



## Bemessung Absetzbecken 2 (West)

### Nachweis Absetzbecken nach RAS-Ew

gemäß RAS-Ew

Einzugsgebiet	$A_E$	=	96.026 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,251
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	24.062 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 (KOSTRA-DWD 2010R)	$r_{15(1)}$	=	105,60 l/(s * ha)
Bemessungszufluss	$Q_r$	=	253,9 l/s
Oberflächenbeschickung	$q_A$	=	9 m/h
erforderliche Oberfläche	$A_{\text{erf.}}$	=	101,55 m <sup>2</sup>
mittlere Breite	$b$	=	7,00 m
Fließweg	$l$	=	25,00 m
Verhältnis <b>L/B &gt; 3</b> gem. RAS-Ew für Sedimentationsbecken	$L/B$	=	3,57 -
vorhandene Oberfläche (gem. Lageplan)	$A_{\text{vorh.}}$	=	175,00 m <sup>2</sup>

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

mit  $A_u = A_E * \psi_s$   
 $A_{\text{erf.}} = Q_r * 3,6 / q_a$

## Nachweis Versickerungsgraben Südwest

(Gesamtabfluss TE 14-23, 29-30, 33-34)

Nachweis gemäß DWA-A 138 als Versickerungsrigole

Einzugsgebiet	$A_E$	=	104.600 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,303
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	31.743 m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der Rigole	$k_f$	=	5,00E-05 m/s
Porenanteil des Füllmaterials	$s_{RR}$	=	0,35
Zuschlagsfaktor (gemäß DWA-A 117)	$f_z$	=	1,1

Ermittlung der Bemessungsdauerstufe auf Grundlage des KOSTRA-Atlas (DWD 2010R)

für eine Wiederkehrzeit von  $T = 5$  a bzw. einer Häufigkeit von  $n = 0,2/a$

D min	$h_n$ mm	$r_{D(n)}$ l/s*ha	$l_R$ m
5	8,4	280,2	206,01
10	12,5	208,6	301,50
15	15,3	170,4	363,22
20	17,4	145,4	406,42
30	20,5	113,9	462,30
45	23,6	87,2	506,60
<b>60</b>	<b>25,7</b>	<b>71,5</b>	<b>529,62</b>
90	27,9	51,6	527,19
120	29,5	41,0	516,92
180	32,0	29,6	487,22
240	33,9	23,5	456,56
360	36,8	17,0	402,94
540	39,9	12,3	341,64
720	42,4	9,8	297,79
1.080	46,1	7,1	238,13
1.440	48,9	5,7	201,64
2.880	55,9	3,2	123,32
4.320	60,7	2,3	91,36

Bemessungsregendauer	D	=	60 min
Bemessungsregenspende	$r_{D(n)}$	=	71,5 l/s*ha

**erforderliche Rigolenlänge**  $l_R$  = **529,62 m**

**Geplante Rigolenlänge gem. Zeichnung GP-LP-1-15:**  $l_{R, \text{Planung}}$  = **530,00 m > erf.  $l_R$  ✓**

Breite der Rigole $b_R$	=	1,00 m
Höhe der Rigole $h_R$	=	4,00 m
mittlerer Wasserstand bei Vollfüllung der Rigole $h_R/2$	=	2,00 m
Speichervolumen der Rigole $V_R$	=	<b>741,46 m<sup>3</sup></b>
Versickerungsrate $Q_s$	= $(b_R + h_R/2) \cdot I_R \cdot k_f/2$	= 0,0398 m <sup>3</sup> /s

mit

$$A_u = A_{E,ges} \cdot \psi_s$$

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

$$V_R = b_R \cdot h_R \cdot I_R \cdot s_{RR}$$

## Nachweis Versickerungsmulde B (T<sub>F</sub> 24-27)

Nachweis gemäß DWA-A 138

Einzugsgebiet	$A_E$	=	41.241 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,243
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	10.010 m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der Mulde (Einbau einer Schicht Oberboden)	$k_f$	=	5,00E-05 m/s
Zuschlagsfaktor (gemäß DWA-A 117)	$f_z$	=	1,1

Ermittlung der Bemessungsdauerstufe auf Grundlage des KOSTRA-Atlas (DWD 2010R)  
für eine Wiederkehrzeit von T = 5 a bzw. einer Häufigkeit von n = 0,2/a

D min	$h_n$ mm	$r_{D(n)}$ l/s*ha	$V_M$ m <sup>3</sup>
5	8,4	280,2	93,11
10	12,5	208,6	136,32
15	15,3	170,4	164,54
20	17,4	145,4	184,55
30	20,5	113,9	210,96
45	23,6	87,2	232,72
<b>60</b>	<b>25,7</b>	<b>71,5</b>	<b>244,64</b>
90	27,9	51,6	242,15
120	29,5	41,0	234,22
180	32,0	29,6	208,34
240	33,9	23,5	175,76
360	36,8	17,0	100,57
540	39,9	12,3	-26,02
720	42,4	9,8	-160,13
1.080	46,1	7,1	-443,41
1.440	48,9	5,7	-731,71
2.880	55,9	3,2	-1.965,17
4.320	60,7	2,3	-3.218,71

Bemessungsregendauer	D	=	60 min
Bemessungsregenspende	$r_{D(n)}$	=	71,5 l/s*ha
<b>erforderliches Muldenvolumen</b>	<b>erf. <math>V_M</math></b>	=	<b>244,64 m<sup>3</sup></b>

Länge der Mulde	L	=	372,00 m
Sohlbreite der Mulde	$b_{\text{Sohle}}$	=	0,80 m
max. Tiefe der Mulde	h	=	0,45 m
Böschungsneigung	1 : n	= 1:	1,50
Versickerungsfläche $A_S$ (bei mittlerer Einstauhöhe)	$A_S$	=	548,70 m <sup>2</sup>
vorh. Muldenvolumen (bei Vollfüllung)	<b>vorh. <math>V_M</math></b>	=	<b>246,92 m<sup>3</sup> &gt; erf. <math>V_M</math> ✓</b>
tats. Einstauhöhe	<b><math>z_M</math></b>	=	<b>0,45 m</b>
Entleerungszeit	<b>vorh. <math>t_E</math></b>	=	<b>4,95 h &lt; 24 h ✓</b>

<b>Versickerungsrate <math>Q_S</math></b>	= $k_f/2 * A_S$	<b><math>Q_S</math></b>	=	<b>0,0137 m<sup>3</sup>/s</b> <b>13,7 l/s</b>
---	-----------------	-------------------------	---	--

mit

$A_U$	=	$A_{E,ges} * \psi_s$
erf. $V_M$	=	$[(A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f/2] * D * 60 * f_z$
$A_S$	=	$L * (b_{\text{Sohle}} + 2 * n * h/2)$
vorh. $V_M$	=	$A_S * h$
$t_E$	=	$2 * z_M/k_f$

## Nachweis Versickerungsmulde C (T<sub>F</sub> 28)

Nachweis gemäß DWA-A 138

Einzugsgebiet	$A_E$	=	16.401 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,289
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	4.743 m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der Mulde (Einbau einer Schicht Oberboden)	kf	=	5,00E-05 m/s
Zuschlagsfaktor (gemäß DWA-A 117)	$f_z$	=	1,1

Ermittlung der Bemessungsdauerstufe auf Grundlage des KOSTRA-Atlas (DWD 2010R)  
für eine Wiederkehrzeit von T = 5 a bzw. einer Häufigkeit von n = 0,2/a

D min	h <sub>n</sub> mm	r <sub>D(n)</sub> l/s*ha	V <sub>M</sub> m <sup>3</sup>
5	8,4	280,2	44,09
10	12,5	208,6	64,64
15	15,3	170,4	78,12
20	17,4	145,4	87,71
30	20,5	113,9	100,49
45	23,6	87,2	111,23
<b>60</b>	<b>25,7</b>	<b>71,5</b>	<b>117,32</b>
90	27,9	51,6	117,08
120	29,5	41,0	114,28
180	32,0	29,6	103,94
240	33,9	23,5	90,44
360	36,8	17,0	58,70
540	39,9	12,3	4,59
720	42,4	9,8	-53,07
1.080	46,1	7,1	-175,51
1.440	48,9	5,7	-300,31
2.880	55,9	3,2	-837,40
4.320	60,7	2,3	-1.383,96

Bemessungsregendauer	D	=	60 min
Bemessungsregenspende	r <sub>D(n)</sub>	=	71,5 l/s*ha
<b>erforderliches Muldenvolumen</b>	<b>erf. V<sub>M</sub></b>	=	<b>117,32 m<sup>3</sup></b>

Länge der Mulde	L	=	200,00 m
Sohlbreite der Mulde	$b_{\text{Sohle}}$	=	0,45 m
max. Tiefe der Mulde	h	=	0,50 m
Böschungsneigung	1 : n	= 1 :	1,50
Versickerungsfläche $A_S$ (bei mittlerer Einstauhöhe)	$A_S$	=	240,00 m <sup>2</sup>
vorh. Muldenvolumen (bei Vollfüllung)	<b>vorh. <math>V_M</math></b>	=	<b>120,00 m<sup>3</sup> &gt; erf. <math>V_M</math> ✓</b>
tats. Einstauhöhe	<b><math>z_M</math></b>	=	<b>0,49 m</b>
Entleerungszeit	<b>vorh. <math>t_E</math></b>	=	<b>5,43 h &lt; 24 h ✓</b>
<b>Versickerungsrate <math>Q_S</math></b>	$= k_f/2 * A_S$	<b><math>Q_S</math></b>	= <b>0,0060 m<sup>3</sup>/s</b> <b>6,0 l/s</b>

mit

$$A_U = A_{E,ges} * \psi_s$$

$$\text{erf. } V_M = [(A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f/2] * D * 60 * f_z$$

$$A_S = L * (b_{\text{Sohle}} + 2 * n * h/2)$$

$$\text{vorh. } V_M = A_S * h$$

$$t_E = 2 * z_M/k_f$$

## Nachweis Versickerungsmulde D (T<sub>F</sub> 31-32)

Nachweis gemäß DWA-A 138

Einzugsgebiet	$A_E$	=	3.891 m <sup>2</sup>
Abflussbeiwert	$\psi_s$	=	0,335
Abflusswirksame Fläche	$A_u$	=	1.302 m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der Mulde (Einbau einer Schicht Oberboden)	kf	=	5,00E-05 m/s
Zuschlagsfaktor (gemäß DWA-A 117)	$f_z$	=	1,1

Ermittlung der Bemessungsdauerstufe auf Grundlage des KOSTRA-Atlas (DWD 2010R)  
für eine Wiederkehrzeit von T = 5 a bzw. einer Häufigkeit von n = 0,2/a

D min	h <sub>n</sub> mm	r <sub>D(n)</sub> l/s*ha	V <sub>M</sub> m <sup>3</sup>
5	8,4	280,2	12,10
10	12,5	208,6	17,78
15	15,3	170,4	21,53
20	17,4	145,4	24,23
30	20,5	113,9	27,87
45	23,6	87,2	31,03
<b>60</b>	<b>25,7</b>	<b>71,5</b>	<b>32,93</b>
90	27,9	51,6	33,35
120	29,5	41,0	33,06
180	32,0	29,6	31,19
240	33,9	23,5	28,46
360	36,8	17,0	21,72
540	39,9	12,3	9,82
720	42,4	9,8	-3,04
1.080	46,1	7,1	-30,70
1.440	48,9	5,7	-59,00
2.880	55,9	3,2	-182,55
4.320	60,7	2,3	-308,69

Bemessungsregendauer	D	=	90 min
Bemessungsregenspende	r <sub>D(n)</sub>	=	51,6 l/s*ha
<b>erforderliches Muldenvolumen</b>	<b>erf. V<sub>M</sub></b>	=	<b>33,35 m<sup>3</sup></b>

Länge der Mulde	L	=	42,93 m
Sohlbreite der Mulde	$b_{\text{Sohle}}$	=	0,55 m
max. Tiefe der Mulde	h	=	0,50 m
Böschungsneigung	1 : n	= 1 :	1,50
Versickerungsfläche $A_S$ (bei mittlerer Einstauhöhe)	$A_S$	=	55,80 m <sup>2</sup>
vorh. Muldenvolumen (bei Vollfüllung)	<b>vorh. <math>V_M</math></b>	=	<b>27,90 m<sup>3</sup> &gt; erf. <math>V_M</math> ✓</b>
tats. Einstauhöhe	$z_M$	=	<b>0,60 m</b>
Entleerungszeit	<b>vorh. <math>t_E</math></b>	=	<b>6,64 h &lt; 24 h ✓</b>
<b>Versickerungsrate <math>Q_S</math></b>	$= k_f/2 * A_S$	<b><math>Q_S</math></b>	= <b>0,0014 m<sup>3</sup>/s</b> <b>1,4 l/s</b>

mit

$$A_U = A_{E,ges} * \psi_s$$

$$\text{erf. } V_M = [(A_U + A_S) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_S * k_f/2] * D * 60 * f_z$$

$$A_S = L * (b_{\text{Sohle}} + 2 * n * h/2)$$

$$\text{vorh. } V_M = A_S * h$$

$$t_E = 2 * z_M/k_f$$