

1. Ermittlung der Einzugsgebiete

1.1 Versickerungsanlagen im Entwässerungsabschnitt

1.1.1 Versickerungsanlage Fläche 1 (19 LKW Parkstände + Fahrbahn)

Einzugsgebiet							
Nutzung	Befestigung	Betr.-km		Länge	Breite 1	Breite 2	A _E
		von	bis	m	m	m	m ²
LKW Parkstände + Fahrbahn 1	Asphalt			0			2.688
Bankett 1	Bankett			109	1,50		164
Summe:							2.852

1.1.2 Versickerungsanlage Fläche 2 (22 LKW Parkstände + Fahrbahn + Gehweg)

Einzugsgebiet							
Nutzung	Befestigung	Betr.-km		Länge	Breite 1	Breite 2	A _E
		von	bis	m	m	m	m ²
LKW Parkstände + Fahrbahn 2	Asphalt						4.111
Bankett 2	Bankett			118	1,00		118
Summe:							4.229

1.1.3 Versickerungsanlage Fahrbahn 3

Einzugsgebiet							
Nutzung	Befestigung	Betr.-km		Länge	Breite 1	Breite 2	A _E
		von	bis	m	m	m	m ²

Fahrbahn 3	Asphalt						235
Bankett 3	Bankett			24,00	1,50		36
Summe:							271

1.1.4 Versickerungsanlage Fahrbahn 4

Einzugsgebiet							
Nutzung	Befestigung	Betr.-km		Länge	Breite 1	Breite 2	A _E
		von	bis	m	m	m	m ²
Fahrbahn 4	Asphalt						361
Bankett 4	Bankett			50,00	1,50		75
Summe:							436

1.1.5 Versickerungsanlage Fahrbahn 5

Einzugsgebiet							
Nutzung	Befestigung	Betr.-km		Länge	Breite 1	Breite 2	A _E
		von	bis	m	m	m	m ²
Fahrbahn 5	Asphalt						897
Bankett 5	Bankett			119,38	1,50		179
Summe:							1.076

1.1.6 Versickerungsanlage Fahrbahn 6

Einzugsgebiet							
Nutzung	Befestigung	Betr.-km		Länge	Breite 1	Breite 2	A _E
		von	bis	m	m	m	m ²
Fahrbahn 6	Asphalt						355

Bankett 6	Bankett			62	1,50		94
						Summe:	448

1.1.7 Versickerungsanlage Mulde parallel zu A7 und PWC-Anlage Ost

Einzugsgebiet							
Nutzung	Befestigung	Betr.-km		Länge	Breite 1	Breite 2	A _E
		von	bis	m	m	m	m ²
Fahrbahn A7	Asphalt			150	14,50		2.175
Durchfahrt PWC	Asphalt			150	5,50		825
						Summe:	3.000

Entwässerungsabschnitt Fläche 1

Bemessung der Versickermulden zu den PWC-Anlagen: Fläche 1 (19 LKW Parkstände + Fahrbahn)

	A [m²]	As=0,2*Au: 483,8448 m²
undurchlässige Fläche Au:	2.419	fz: 1,2 gewählter Zuschlagfaktor

Bemessungsgrundlagen nach Abschnitt 1.3, RAS-Ew 2005:

Versickerung der Straßenabflüsse über Mulden

Regenhäufigkeit:	n = 0,20 für Versickermulden (nach DWA-A 138)
Abflussbeiwert:	Ψ = 0,9 für Fahrbahnabflüsse
Versickerungsrate:	q _{VR} = 150 l/(s*ha) (= k _f = 1,5 * 10 ⁻⁵ m/s)

Berechnung gem. DWA-A 138: Erforderliches Speichervolumen m³

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis (n=0,2) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_m = \left[(A_u + A_s) * 10^{-7} * r_{Dn} - A_s * \frac{k_f}{2} \right] * D * 60 * f_z \quad [m^3]$$

Erforderlich As:

Bodenart	erf. As
Mittel-/ Feinsand	0,1*Au
schluffiger Sand, Schluff	0,2*Au

V_m: erforderlicher max. Speichervolumen gem. Tab.

As: mittlere Versickerungsfläche, die Maximale Versickerungsfläche ergibt aus der Tabelle

zm: Muldeneinstauhöhe in m, max. 0,3m möglich

Regen- dauer D min	1x in 5 Jahr(en)	
		k _f = 1,5x10 ⁻⁵ m/s
	r	V
	l/(s*ha)	m³
5	276,6	27,60
10	208,1	40,88
15	171,7	49,91
20	147,7	56,52
30	116,9	65,47
45	90,5	73,37
60	74,6	77,88
90	53,2	76,56
120	41,9	73,74
180	29,9	65,47
240	23,6	55,68
360	16,9	33,33

**Regenspenden nach
KOSTRA-DWD 2000.**

540	12,2	-3,72
720	9,6	-43,34
1080	6,9	-127,09
1440	5,5	-210,99
2880	3,3	-553,22
4320	2,3	-917,42

erford. Speichervolumen V_{erf}	=	78 m ³
Gesamtvolumen V_G	=	349 m ³
effektives Speichervolumen V_{eff}	=	103 m ³

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_m}{A_s} [m] = 0,16 \text{ m}$$

Mittlere Versickerungsfläche m²:

$$A_s = \frac{Au * 10^{-7} * r_{Dn}}{\frac{Z_m}{D * 60 * f_z} - 10^{-7} * r_{Dn} + \frac{k_f}{2}}$$

$$A_s = 402,1147592 \text{ m}^2$$

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_m}{A_s} [m] = 0,1936791 \text{ m}$$

Nachweis der Entleerungszeit in h

$$t_E = 2 * \frac{Z_m}{k_f} < \text{erf. } t_E = 48 \text{ h Nachweis erfüllt.}$$

$$t_E = \frac{25.824 \text{ s}}{3600} = 7,17 \text{ h} \quad t_E = 48 \text{ h}$$

Nachweis erfüllt

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsfläche ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt.

(Formeln: Kreisabschnitt, z. B. Schneider Bautabellen, S. 2.12)

Grunddaten zur Mulde

Muldenlänge:	145 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
mind. Muldenbreite, oben:	8,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	8,053 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	22,84 °	(= Winkel α)

Radius:	20,200 m	(= r)
Querschnittsfläche:	2,138 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Mulden mit Längsneigung

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u)
Winkel:	19,77 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	6,94 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	1,389 m ²	(= A_o)
Kaskadenlänge Mulde L_K :	40 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	0,700 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0,02 m	(= h_o)
Winkel:	5,10 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	1,80 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,024 m ²	(= A_u)

Speichervolumen Mulde: $V_M =$ 102,79 m³
effektives Speichervolumen $V_{eff} =$ 102 m³

**Das vorhandene Volumen ist mit 102 m³ größer als das erforderliche
Speichervolumen, welches 78 m³ beträgt.**

Die Erdschwellen werden mit einem Regelabstand von $a = 40$ m eingebaut.

Entwässerungsabschnitt Fläche 2

Bemessung der Versickermulden: (22 LKW Parkstände + Fahrbahn)

	A [m²]	
undurchlässige Fläche A_u :	3.700	$A_s = 0,2 \cdot A_u$: 739,9026 m²
		f_z : 1,2 gewählter Zuschlagfaktor

Bemessungsgrundlagen nach Abschnitt 1.3, RAS-Ew 2005:

Versickerung der Straßenabflüsse über Mulden

Regenhäufigkeit:	$n = 0,20$ für Versickermulden (nach DWA-A 138)
Abflussbeiwert:	$\Psi = 0,9$ für Fahrbahnabflüsse, 0,5 für Bankettbereich
Versickerungsrate:	$q_{VR} = 150 \text{ l/(sxha)}$ ($= k_f = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$)

Berechnung gem. DWA-A 138: Erforderliches Speichervolumen m³

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis ($n=0,2$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_m = \left[(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{Dn} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Erforderlich A_s :

Bodenart	erf. A_s
Mittel-/ Feinsand	$0,1 \cdot A_u$
schluffiger Sand, Schluff	$0,2 \cdot A_u$

V_m : erforderlicher max. Speichervolumen gem. Tab.

A_s : mittlere Versickerungsfläche, die Maximale Versickerungsfläche ergibt aus der Tabelle

z_m : Muldeneinstauhöhe in m, max. 0,3m möglich

Regen- dauer D min	1x in 5 Jahr(en)	
		$k_f =$ $1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
	r l/(s*ha)	V m³
5	276,6	42,21
10	208,1	62,52
15	171,7	76,33
20	147,7	86,43
30	116,9	100,11
45	90,5	112,19
60	74,6	119,10
90	53,2	117,08
120	41,9	112,77
180	29,9	100,11
240	23,6	85,15

360	16,9	50,98
540	12,2	-5,70
720	9,6	-66,28
1080	6,9	-194,35
1440	5,5	-322,66
2880	3,3	-845,99
4320	2,3	-1.402,93

erford. Speichervolumen $V_{\text{eff}} = 119 \text{ m}^3$
effektives Speichervolumen $V_{\text{eff}} = 120 \text{ m}^3$

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_m}{A_s} [m] = 0,16 \text{ m}$$

Mittlere Versickerungsfläche m^2 :

$$A_s = \frac{Au * 10^{-7} * r_{Dn}}{\frac{Z_m}{D * 60 * f_z} - 10^{-7} * r_{Dn} + \frac{k_f}{2}}$$

$$A_s = 728,4015233 \text{ m}^2$$

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_m}{A_s} [m] = 0,16 \text{ m}$$

Nachweis der Entleerungszeit in h

$$t_E = 2 * \frac{Z_m}{k_f} < \text{erf. } t_E = 48 \text{ h Nachweis erfüllt.}$$

$$t_E = 21800,62989 \text{ s}$$

$$t_E = 48 \text{ h}$$

$$t_E = 6,06 \text{ h}$$

Nachweis erfüllt

Grunddaten zur Mulde

Muldenlänge:	118 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
mind. Muldenbreite, oben:	8,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)
Querschnittsfläche:	2,138 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Mulden mit Längsneigung

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u)
Winkel:	19,77 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	6,94 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	1,389 m ²	(= A_o)
Kaskadenlänge Mulde L_K :	13 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	0,700 %	

obere Nutztiefe Mulde:	0,21 m	(= h_o)
Winkel:	16,54 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	5,81 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,814 m ²	(= A_u)

Speichervolumen je Mulde: V_M =	14,32 m ³
Anzahl Kaskaden: Z =	8,4 St
effektives Speichervolumen V_{eff} =	120 m ³

Das vorhandene Volumen ist mit 120 m³ größer als das erforderliche
Speichervolumen, welches 119 m³ beträgt.

Die Erdschwellen werden mit einem Regelabstand von $a = 13$ m eingebaut.

Entwässerungsabschnitt Fläche 3

Bemessung der Versickermulden

	A [m²]	
undurchlässige Fläche A_u :	212	$A_s = 0,2 \cdot A_u$: 42,3338 m²
		f_z : 1,2 gewählt Zuschlagfaktor

Bemessungsgrundlagen nach Abschnitt 1.3, RAS-Ew 2005:

Versickerung der Straßenabflüsse über Mulden

Regenhäufigkeit:	$n = 0,20$ für Versickermulden (nach DWA-A 138)
Abflussbeiwert:	$\Psi = 0,9$ für Fahrbahnabflüsse, für Bankett 0,5
Versickerungsrate:	$q_{VR} = 150 \text{ l/(sxha)}$ ($= k_f = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$)

Berechnung gem. DWA-A 138: Erforderliches Speichervolumen m³

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis ($n=0,2$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_m = \left[(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{Dn} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Erforderlich A_s :

Bodenart	erf. A_s
Mittel-/ Feinsand	$0,1 \cdot A_u$
schluffiger Sand, Schluff	$0,2 \cdot A_u$

V_m : erforderlicher max. Speichervolumen gem. Tab.

A_s : mittlere Versickerungsfläche, die Maximale Versickerungsfläche ergibt aus der Tabelle

z_m : Muldeneinstauhöhe in m, max. 0,3m möglich

Regen- dauer D min	1x in 5 Jahr(en)	
		$k_f =$ $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
	r	V
	l/(s*ha)	m³
5	276,6	2,41
10	208,1	3,58
15	171,7	4,37
20	147,7	4,95
30	116,9	5,73
45	90,5	6,42
60	74,6	6,81
90	53,2	6,70
120	41,9	6,45
180	29,9	5,73
240	23,6	4,87

360	16,9	2,92
540	12,2	-0,33
720	9,6	-3,79
1080	6,9	-11,12
1440	5,5	-18,46
2880	3,3	-48,40
4320	2,3	-80,27

erford. Speichervolumen $V_{\text{erf}} = 7 \text{ m}^3$
effektives Speichervolumen $V_{\text{eff}} = 7 \text{ m}^3$

Es ergibt eine Einstauhöhe Z_m von:

$$Z_m = \frac{V_m}{A_s} [\text{m}] = 0,16 \text{ m}$$

Mittlere Versickerungsfläche:

$$A_s = \frac{Au * 10^{-7} * r_{Dn}}{\frac{Z_m}{D * 60 * f_z} - 10^{-7} * r_{Dn} + \frac{k_f}{2}}$$

$$A_s = 42,33375 \text{ m}^2$$

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_{\text{erf}}}{A_s} [\text{m}] = 0,16$$

Nachweis der Entleerungszeit in h

$$t_E = 2 * \frac{Z_m}{k_f} < \text{erf. } t_E = 48 \text{ h Nachweis erfüllt.}$$

$$t_E = 21461,76 \text{ s}$$

$$t_E = 48 \text{ h}$$

$$t_E = 5,96 \text{ h}$$

Nachweis erfüllt

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsfläche ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt.

Muldenlänge:	24 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
mind. Muldenbreite, oben:	2,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	2,203 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	87,21 °	(= Winkel α)
Radius:	1,450 m	(= r)
Querschnittsfläche:	0,550 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Mulden mit Längsneigung

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u)
Winkel:	75,05 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	1,77 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	0,361 m ²	(= A_o)
Kaskadenlänge Mulde L_K :	12 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	0,700 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0,22 m	(= h_o)
Winkel:	63,95 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	1,54 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,229 m ²	(= A_u)

Speichervolumen je Mulde: V_M = 7,08 m³
effektives Speichervolumen V_{eff} = 7 m³

**Das vorhandene Volumen ist mit 7 m³ größer als das erforderliche
Speichervolumen, welches 7 m³ beträgt.**

Die Erdschwellen werden mit einem Regelabstand von $a = 12$ m eingebaut.

Entwässerungsabschnitt Fläche 4

Bemessung der Versickermulden

	A [m²]	
undurchlässige Fläche A_u :	325	$A_s = 0,2 \cdot A_u$: 65,0628 m²
		f_z : 1,2 gewählter Zuschlagfaktor

Bemessungsgrundlagen nach Abschnitt 1.3, RAS-Ew 2005:

Versickerung der Straßenabflüsse über Mulden

Regenhäufigkeit:	$n = 0,20$ für Versickermulden (nach DWA-A 138)
Abflussbeiwert:	$\Psi = 0,9$ für Fahrbahnabflüsse, für Bankett 0,5
Versickerungsrate:	$q_{VR} = 150 \text{ l/(sxha)}$ ($= k_f = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$)

Berechnung gem. DWA-A 138: Erforderliches Speichervolumen m³

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis ($n=0,2$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_m = \left[(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{Dn} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Erforderlich A_s :

Bodenart	erf. A_s
Mittel-/ Feinsand	$0,1 \cdot A_u$
schluffiger Sand, Schluff	$0,2 \cdot A_u$

V_m : erforderlicher max. Speichervolumen gem. Tab.

A_s : mittlere Versickerungsfläche, die Maximale Versickerungsfläche ergibt aus der Tabelle

z_m : Muldeneinstauhöhe in m, max. 0,3m möglich

Regen- dauer D min	1x in 5 Jahr(en)	
		$k_f =$ $1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
	r	V
	l/(s*ha)	m³
5	276,6	3,71
10	208,1	5,50
15	171,7	6,71
20	147,7	7,60
30	116,9	8,80
45	90,5	9,87
60	74,6	10,47
90	53,2	10,30
120	41,9	9,92
180	29,9	8,80
240	23,6	7,49
360	16,9	4,48
540	12,2	-0,50

720	9,6	-5,83
1080	6,9	-17,09
1440	5,5	-28,37
2880	3,3	-74,39
4320	2,3	-123,37

erford. Speichervolumen V_{eff} =	10 m³
Gesamtvolumen V_G =	30 m³
effektives Speichervolumen V_{eff} =	11 m³

Es ergibt eine Einstauhöhe Z_m von:

$$Z_m = \frac{V_m}{A_s} [m] = 0,16 \text{ m}$$

Mittlere Versickerungsfläche:

$$A_s = \frac{Au * 10^{-7} * r_{Dn}}{\frac{Z_m}{D * 60 * f_z} - 10^{-7} * r_{Dn} + \frac{k_f}{2}}$$

$$A_s = 65,0628 \text{ m}^2$$

Für die mittlere Sickerfläche A_{s1} ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_{\text{erf}}}{A_s} [m] = 0,1609632 \text{ m}$$

Nachweis der Entleerungszeit in h

$$t_E = 2 * \frac{Z_m}{k_f} < \text{erf. } t_E = 48h \text{ Nachweis erfüllt.}$$

$$t_E = 21461,76 \text{ s}$$

$$t_E = 48 \text{ h}$$

$$t_E = 5,96 \text{ h}$$

Nachweis erfüllt

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsfläche ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt.

(Formeln: Kreisabschnitt, z. B. Schneider Bautabellen, S. 2.12)

Grunddaten zur Mulde

Muldenlänge:	50 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
mind. Muldenbreite, oben:	2,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,50 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	2,309 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	106,26 °	(= Winkel α)
Radius:	1,250 m	(= r)
Querschnittsfläche:	0,699 m²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Mulden mit Längsneigung

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u)
Winkel:	81,07 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	1,62 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	0,334 m ²	(= A_o)
Kaskadenlänge Mulde L_K :	26 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	0,700 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0,12 m	(= h_o)
Winkel:	50,62 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	1,07 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,086 m ²	(= A_u)

Speichervolumen Mulde: $V_M =$ 10,50 m³

Das vorhandene Volumen ist mit 11 m³ größer als das erforderliche Speichervolumen, welches 10 m³ beträgt.

Die Erdschwellen werden mit einem Regelabstand von $a = 26$ m eingebaut.

Entwässerungsabschnitt Fläche 5

Bemessung der Versickermulden

	A [m²]	
undurchlässige Fläche A_u :	807	$A_{s1}=0,2 \cdot A_u$: 161,39 m²
		f_z : 1,1 gewählter Zuschlagfaktor

Bemessungsgrundlagen nach Abschnitt 1.3, RAS-Ew 2005:

Versickerung der Straßenabflüsse über Mulden

Regenhäufigkeit:	$n = 0,20$ für Versickermulden (nach DWA-A 138)
Abflussbeiwert:	$\Psi = 0,9$ für Fahrbahnabflüsse
Versickerungsrate:	$q_{VR} = 150 \text{ l/(sxha)}$ ($= k_f = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$)

Berechnung gem. DWA-A 138: Erforderliches Speichervolumen m³

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis ($n=0,2$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_m = \left[(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{Dn} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Erforderlich A_s :

Bodenart	erf. A_s
Mittel-/ Feinsand	$0,1 \cdot A_u$
schluffiger Sand, Schluff	$0,2 \cdot A_u$

V_m : erforderlicher max. Speichervolumen gem. Tab.

A_s : mittlere Versickerungsfläche, die Maximale Versickerungsfläche ergibt aus der Tabelle

z_m : Muldeneinstauhöhe in m, max. 0,3m möglich

Regen- dauer D min	1x in 5 Jahr(en)	
		$k_f =$ $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
	r	V
	l/(s*ha)	m³
5	276,6	8,44
10	208,1	12,50
15	171,7	15,26
20	147,7	17,28
30	116,9	20,02
45	90,5	22,43
60	74,6	23,81
90	53,2	23,41
120	41,9	22,55
180	29,9	20,02
240	23,6	17,03
360	16,9	10,19

540	12,2	-1,14
720	9,6	-13,25
1080	6,9	-38,86
1440	5,5	-64,51
2880	3,3	-169,15
4320	2,3	-280,51

erford. Speichervolumen V_{erf}	=	24 m ³
Gesamtvolumen V_{G}	=	72 m ³
effektives Speichervolumen V_{eff}	=	26 m ³

Es ergibt eine Einstauhöhe Z_m von:

$$Z_m = \frac{V_m}{A_{s1}} [m] = 0,15 \text{ m}$$

Mittlere Versickerungsfläche m²:

$$A_s = \frac{Au * 10^{-7} * r_{Dn}}{\frac{Z_m}{D * 60 * f_z} - 10^{-7} * r_{Dn} + \frac{k_f}{2}}$$

$$A_s = 161,3898 \text{ m}^2$$

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_{\text{erf}}}{A_s} [m] = 0,1475496 \text{ m}$$

Nachweis der Entleerungszeit in h

$$t_E = 2 * \frac{Z_m}{k_f} < \text{erf. } t_E = 48h \text{ Nachweis erfüllt.}$$

$$t_E = 19673,28 \text{ s}$$

$$t_E = 5,46 \text{ h}$$

Nachweis erfüllt

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsfläche ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt. (Formeln: Kreisabschnitt, z. B. Schneider Bautabellen, S. 2.12)

Grunddaten zur Mulde

Muldenlänge:	119 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
mind. Muldenbreite, oben:	2,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	2,203 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	87,21 °	(= Winkel α)
Radius:	1,450 m	(= r)
Querschnittsfläche:	0,550 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Mulden mit Längsneigung

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u)
Winkel:	75,05 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	1,77 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	0,361 m ²	(= A_o)
Kaskadenlänge Mulde L_K :	9 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	2,500 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0,08 m	(= h_o)
Winkel:	38,24 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	1,44 m	(= s)

Speichervolumen je Mulde: $V_M =$ 26,34 m³
 effektives Speichervolumen $V_{eff} =$ 26 m³

Das vorhandene Volumen ist mit 26 m³ größer als das erforderliche
 Speichervolumen, welches 24 m³ beträgt.

Die Erdschwellen werden mit einem Regelabstand von $a = 9$ m eingebaut.

Entwässerungsabschnitt Fläche 6

Bemessung der Versickermulden

	A [m²]	
undurchlässige Fläche A_u :	319	$A_{s1}=0,2 \cdot A_u$: 63,8172 m²
		f_z : 1,2 gewählter Zuschlagfaktor

Bemessungsgrundlagen nach Abschnitt 1.3, RAS-Ew 2005:

Versickerung der Straßenabflüsse über Mulden

Regenhäufigkeit:	$n = 0,20$ für Versickermulden (nach DWA-A 138)
Abflussbeiwert:	$\Psi = 0,9$ für Fahrbahnabflüsse
Versickerungsrate:	$q_{VR} = 150 \text{ l/(sxha)}$ ($= k_f = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$)

Berechnung gem. DWA-A 138: Erforderliches Speichervolumen m³

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis ($n=0,2$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_m = \left[(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{Dn} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Erforderlich A_s :

Bodenart	erf. A_s
Mittel-/ Feinsand	$0,1 \cdot A_u$
schluffiger Sand, Schluff	$0,2 \cdot A_u$

V_m : erforderlicher max. Speichervolumen gem. Tab.

A_s : mittlere Versickerungsfläche, die Maximale Versickerungsfläche ergibt aus der Tabelle

z_m : Muldeneinstauhöhe in m, max. 0,3m möglich

Regen- dauer D min	1x in 5 Jahr(en)	
		$k_f =$ $1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
	r	V
	l/(s*ha)	m³
5	276,6	3,64
10	208,1	5,39
15	171,7	6,58
20	147,7	7,45
30	116,9	8,63
45	90,5	9,68
60	74,6	10,27
90	53,2	10,10
120	41,9	9,73
180	29,9	8,63
240	23,6	7,34
360	16,9	4,40

540	12,2	-0,49
720	9,6	-5,72
1080	6,9	-16,76
1440	5,5	-27,83
2880	3,3	-72,97
4320	2,3	-121,00

erford. Speichervolumen V_{erf}	=	10 m ³
Gesamtvolumen V_{G}	=	37 m ³
effektives Speichervolumen V_{eff}	=	12 m ³

Es ergibt eine Einstauhöhe Z_m von:

$$Z_m = \frac{V_m}{A_{s1}} [m] = 0,16 \text{ m}$$

Mittlere Versickerungsfläche m²:

$$A_s = \frac{Au * 10^{-7} * r_{Dn}}{\frac{Z_m}{D * 60 * f_z} - 10^{-7} * r_{Dn} + \frac{k_f}{2}}$$

$$A_s = 63,8172 \text{ m}^2$$

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_{\text{erf}}}{A_s} [m] = 0,1609284 \text{ m}$$

Nachweis der Entleerungszeit in h

$$t_E = 2 * \frac{Z_m}{k_f} < \text{erf. } t_E = 48 \text{ h Nachweis erfüllt.}$$

$$t_E = 21457,12023 \text{ s}$$

$$t_E = 48 \text{ h}$$

$$t_E = 5,96 \text{ h}$$

Nachweis erfüllt

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsfläche ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt.

(Formeln: Kreisabschnitt, z. B. Schneider Bautabellen, S. 2.12)

Grunddaten zur Mulde

Muldenlänge:	62 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
mind. Muldenbreite, oben:	2,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	2,203 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	87,21 °	(= Winkel α)
Radius:	1,450 m	(= r)
Querschnittsfläche:	0,550 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Mulden mit Längsneigung

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u)
Winkel:	75,05 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	1,77 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	0,361 m ²	(= A_o)
Kaskadenlänge Mulde L_K :	11 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	2,500 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0,03 m	(= h_o)
Winkel:	23,35 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	0,89 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,012 m ²	(= A_u)

Speichervolumen je Mulde: V_M = 12,13 m³
effektives Speichervolumen V_{eff} = 12 m³

**Das vorhandene Volumen ist mit 12 m³ größer als das erforderliche
Speichervolumen, welches 10 m³ beträgt.**

Die Erdschwellen werden mit einem Regelabstand von $a = 11$ m eingebaut.

Entwässerungsabschnitt Fläche 7

Bemessung der Versickermulden

	A [m²]		
undurchlässige Fläche A_u :	2.700	$A_{s1}=0,2 \cdot A_u$:	540 m²
		f_z :	1,2 gewählt Zuschlagfaktor

Bemessungsgrundlagen nach Abschnitt 1.3, RAS-Ew 2005:

Versickerung der Straßenabflüsse über Mulden

Regenhäufigkeit:	$n = 0,20$ für Versickermulden (nach DWA-A 138)
Abflussbeiwert:	$\Psi = 0,9$ für Fahrbahnabflüsse
Versickerungsrate:	$q_{VR} = 150 \text{ l/(sxha)}$ ($= k_f = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$)

Berechnung gem. DWA-A 138: Erforderliches Speichervolumen m³

Die Versickerung der Straßenabflüsse erfolgt in Mulden. Der Speicherbedarf der Mulden wird gem. DWA-A 138 für ein 5-jährliches Regenereignis ($n=0,2$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V_m = \left[(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{Dn} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Erforderlich A_s :

Bodenart	erf. A_s
Mittel-/ Feinsand	$0,1 \cdot A_u$
schluffiger Sand, Schluff	$0,2 \cdot A_u$

V_m : erforderlicher max. Speichervolumen gem. Tab.

A_s : mittlere Versickerungsfläche, die Maximale Versickerungsfläche ergibt aus der Tabelle

z_m : Muldeneinstauhöhe in m, max. 0,3m möglich

Regen- dauer D min	1x in 5 Jahr(en)	
		$k_f =$ $1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
	r	V
	l/(s*ha)	m³
5	276,6	30,80
10	208,1	45,63
15	171,7	55,71
20	147,7	63,08
30	116,9	73,06
45	90,5	81,88
60	74,6	86,92
90	53,2	85,45
120	41,9	82,30
180	29,9	73,06
240	23,6	62,15
360	16,9	37,20
540	12,2	-4,16

720	9,6	-48,37
1080	6,9	-141,84
1440	5,5	-235,48
2880	3,3	-617,43
4320	2,3	-1.023,89

erford. Speichervolumen V_{eff} =	87 m ³
Gesamtvolumen V_G =	330 m ³
effektives Speichervolumen V_{eff} =	98 m ³

Es ergibt eine Einstauhöhe Z_m von:

$$Z_m = \frac{V_m}{A_{s1}} [m] = 0,16 \text{ m}$$

Mittlere Versickerungsfläche m²:

$$A_s = \frac{Au * 10^{-7} * r_{Dn}}{\frac{Z_m}{D * 60 * f_z} - 10^{-7} * r_{Dn} + \frac{k_f}{2}}$$

$$A_s = 540 \text{ m}^2$$

Für das bestimmte A_s ergibt eine Einstauhöhe Z_m :

$$Z_m = \frac{V_{\text{erf}}}{A_s} [m] = 0,160963 \text{ m}$$

Nachweis der Entleerungszeit in h

$$t_E = 2 * \frac{Z_m}{k_f} < \text{erf. } t_E = 48h \text{ Nachweis erfüllt.}$$

$$t_E = 21461,7284 \text{ s}$$

$$t_E = 5,96 \text{ h}$$

Nachweis erfüllt

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsfläche ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt. (Formeln: Kreisabschnitt, z. B. Schneider Bautabellen, S. 2.12)

Grunddaten zur Mulde

Muldenlänge:	220 m	(= l, aus Tabelle "Einzugsgebiet")
mind. Muldenbreite, oben:	5,00 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	5,085 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	36,36 °	(= Winkel α)
Radius:	8,013 m	(= r)
Querschnittsfläche:	1,340 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Mulden mit Längsneigung

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u)
Winkel:	31,46 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	4,34 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	0,872 m ²	(= A_o)
Kaskadenlänge Mulde L_K :	50 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	0,545 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0,03 m	(= h_o)
Winkel:	9,92 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	1,39 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,028 m ²	(= A_u)

Speichervolumen je Mulde: $V_M =$ 98,98 m³
effektives Speichervolumen $V_{eff} =$ 98 m³

**Das vorhandene Volumen ist mit 98 m³ größer als das erforderliche
Speichervolumen, welches 87 m³ beträgt.**

Die Erdschwellen werden mit einem Regelabstand von $a = 50$ m eingebaut.