

## 2. Berechnung der notwendigen Versickerungsflächen an Auslässen

Anhand der qualitativen Bewertung der Niederschlagsabflüsse in Abhängigkeit der durchschnittlich täglichen Verkehrsmenge handelt es sich gemäß ATV-A 138 um eine beabsichtigte tolerierbare und in der Regel zulässige Versickerung über die Seitenflächen in die vorhandenen Grünland-, Acker- und Waldflächen.

Gemäß RAS-Ew 2005 wird für die Berechnung der notwendigen Versickerungsflächen von einer Regenhäufigkeit von  $n=1$  (Entwässerung von Straßen über Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen) ausgegangen.

Laut RAS-Ew 2005 wird anhand der vorhandenen Geländetopologie eine maßgebende Regenspende von 15 Minuten zugrunde gelegt. Damit wird aus dem KOSTRA-Atlas (s. Anlage 1) eine Regenspende von  $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/s*ha}$  für das Untersuchungsgebiet bestimmt.

Des Weiteren sind für eine flächige Versickerung das Vorhandensein ausreichend durchlässiger Schichten notwendig. Dies ist im Untersuchungsgebiet gegeben, da unter den Oberbodenschichten Fein- und Mittelsande anzutreffen sind. Damit wird ein Durchlässigkeitskoeffizient von  $K_f = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  angesetzt.

Bei der maßgebenden Regenspende von 15 Minuten und 1-jähriger Häufigkeit sind keine nennenswerten großflächigen Wasseransammlungen im Untersuchungsgebiet bekannt. Aus diesem Grund kann bei diesem Bemessungsregen von einer vollständigen Versickerung des Niederschlagswassers im Bereich der ungebundenen Seitenflächen (Bankette, Böschungen, Acker-/Grünland-/Waldflächen) ausgegangen werden. Um die Größe der Versickerungsflächen hinreichend sicher zu bestimmen, werden zusätzlich die den Mulden und Durchlässen zufließenden seitlichen Einzugsgebiete mit betrachtet.

### Auslass 1A: Straßenablauf mit Auslauf auf Südseite (Stat. 0+038 km)

$$A_s = \frac{A_u}{\frac{k_f \cdot 10^7}{2 \cdot r_{D(n)}} - 1}$$

erforderliche Versickerungsfläche [m²]

$n =$	1	$n \dots$ Häufigkeit
$D =$	15 min	$D \dots$ Dauer
$r_{15(1,0)} =$	113,9 l/(s*ha)	$r \dots$ Regenspende
$k_f =$	5,00E-05 m/s	$k_f \dots$ Durchlässigkeitskoeffizient
		$A \dots$ Größe der Entwässerungsfläche
		$\psi_{Si} \dots$ Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche $A_E$ [m²]	Spitzenabfluß- beiwert $\psi_S$	anrechenbare Fläche $A_E \cdot \psi_S$ in [m²]
Fahrbahn	88	0,9	79,2
Bankett	0	0,3	0
Mulde	0	0,4	0
Grünflächen	0	0,4	0
Summe:			79,2

**As= 66,28 m²** erforderliche Versickerungsfläche am Auslassbereich

→ Unter Berücksichtigung der o.g. Eingangsdaten beträgt die erforderliche Versickerungsfläche am o.g. Auslass **66 m²**.

## Abschnitt 1: Mulde auf Nordseite (Stat. 0+200 bis 0+455 km)

### Teilabschnitt 1.1: Mulde mit Auslauf in Richtung Ottendorf (0+300 bis 0+200 km)

$$A_s = \frac{A_u}{\frac{k_f \cdot 10^7}{2 \cdot r_{D(n)}} - 1}$$

erforderliche Versickerungsfläche [m²]

n = 1 n...Häufigkeit  
 D = 15 min D...Dauer  
 r<sub>15(1,0)</sub> = 113,9 l/(s\*ha) r...Regenspende  
 k<sub>f</sub> = 5,00E-05 m/s k<sub>f</sub>...Durchlässigkeitskoeffizient  
 A...Größe der Entwässerungsfläche  
 ψ<sub>Si</sub>...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A <sub>E</sub> [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ <sub>s</sub>	anrechenbare Fläche A <sub>E</sub> * ψ <sub>s</sub> in [m²]
Fahrbahn	372	0,9	334,8
Bankett	200	0	0
Mulde	300	0	0
Grünflächen	4610	0,1	461
<b>Summe:</b>			<b>795,8</b>

**As= 665,99 m²** erforderliche Versickerungsfläche am Auslaufbereich

→ Unter Berücksichtigung der o.g. Eingangsdaten beträgt die erforderliche Versickerungsfläche am o.g. Auslaufbereich 666 m².

### Teilabschnitt 1.2: Mulde mit Auslauf in Richtung Lomnitz (0+300 bis 0+455 km)

$$A_s = \frac{A_u}{\frac{k_f \cdot 10^7}{2 \cdot r_{D(n)}} - 1}$$

erforderliche Versickerungsfläche [m²]

n = 1 n...Häufigkeit  
 D = 15 min D...Dauer  
 r<sub>15(1,0)</sub> = 113,9 l/(s\*ha) r...Regenspende  
 k<sub>f</sub> = 5,00E-05 m/s k<sub>f</sub>...Durchlässigkeitskoeffizient  
 A...Größe der Entwässerungsfläche  
 ψ<sub>Si</sub>...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A <sub>E</sub> [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ <sub>s</sub>	anrechenbare Fläche A <sub>E</sub> * ψ <sub>s</sub> in [m²]
Fahrbahn	930	0,9	837
Bankett	155	0	0
Mulde	232	0	0
Grünflächen	7976	0,1	797,6
<b>Summe:</b>			<b>1634,6</b>

**As= 1367,97 m²** erforderliche Versickerungsfläche am Auslaufbereich

→ Unter Berücksichtigung der o.g. Eingangsdaten beträgt die erforderliche Versickerungsfläche am o.g. Auslaufbereich 1368 m².

**Abschnitt 2: Mulde auf Südseite (Stat. 0+285 bis 0+405 km)**

$$A_s = \frac{A_u}{\frac{k_f \cdot 10^7}{2 \cdot r_{D(n)}} - 1}$$

erforderliche Versickerungsfläche [m²]

n = 1 n...Häufigkeit  
 D = 15 min D...Dauer  
 r<sub>15(1,0)</sub> = 113,9 l/(s\*ha) r...Regenspende  
 k<sub>f</sub> = 5,00E-05 m/s k<sub>f</sub>...Durchlässigkeitskoeffizient  
 A...Größe der Entwässerungsfläche  
 ψ<sub>Si</sub>...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A <sub>E</sub> [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ <sub>s</sub>	anrechenbare Fläche A <sub>E</sub> * ψ <sub>s</sub> in [m²]
Fahrbahn	0	0,9	0
Bankett	120	0	0
Mulde	180	0	0
Grünflächen	4775	0,1	477,5
<b>Summe:</b>			<b>477,5</b>

**As= 399,61 m²** erforderliche Versickerungsfläche am Auslaufbereich

→ Unter Berücksichtigung der o.g. Eingangsdaten beträgt die erforderliche Versickerungsfläche am o.g. Auslaufbereich 400 m².

**Abschnitt 3: Mulde auf Südseite (Stat. 0+685 bis 0+735 km)**

$$A_s = \frac{A_u}{\frac{k_f \cdot 10^7}{2 \cdot r_{D(n)}} - 1}$$

erforderliche Versickerungsfläche [m²]

n = 1 n...Häufigkeit  
 D = 15 min D...Dauer  
 r<sub>15(1,0)</sub> = 113,9 l/(s\*ha) r...Regenspende  
 k<sub>f</sub> = 5,00E-05 m/s k<sub>f</sub>...Durchlässigkeitskoeffizient  
 A...Größe der Entwässerungsfläche  
 ψ<sub>Si</sub>...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A <sub>E</sub> [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ <sub>s</sub>	anrechenbare Fläche A <sub>E</sub> * ψ <sub>s</sub> in [m²]
Fahrbahn	0	0,9	0
Bankett	50	0	0
Mulde	75	0	0
Grün-/Ackerfläch.	1810	0,1	181
<b>Summe:</b>			<b>181</b>

**As= 151,48 m²** erforderliche Versickerungsfläche am Auslaufbereich

→ Unter Berücksichtigung der o.g. Eingangsdaten beträgt die erforderliche Versickerungsfläche am o.g. Auslaufbereich 151 m².

#### Abschnitt 4: Mulde auf Südseite (Stat. 0+995 bis 1+222 km)

$$A_s = \frac{A_u}{\frac{k_f \cdot 10^7}{2 \cdot r_{D(n)}} - 1}$$

erforderliche Versickerungsfläche [m²]

n =	1	n...Häufigkeit
D =	15 min	D...Dauer
r <sub>15(1,0)</sub> =	113,9 l/(s*ha)	r...Regenspende
k <sub>f</sub> =	5,00E-05 m/s	k <sub>f</sub> ...Durchlässigkeitskoeffizient
		A...Größe der Entwässerungsfläche
		ψ <sub>Si</sub> ...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A <sub>E</sub> [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ <sub>S</sub>	anrechenbare Fläche A <sub>E</sub> * ψ <sub>S</sub> in [m²]
Fahrbahn	1290	0,9	1161
Bankett	227	0	0
Mulde	454	0	0
Grün-/Waldfläch.	32830	0,1	3283
<b>Summe:</b>			<b>4444</b>

**As= 3719,12 m²**

erforderliche Versickerungsfläche am Auslaufbereich

→ Unter Berücksichtigung der o.g. Eingangsdaten beträgt die erforderliche Versickerungsfläche an o.g. Auslassbereichen insgesamt 3719 m².

Diese Menge wird mittels dreier Durchlässe auf die nördlich der Kreisstraße befindlichen Grünlandflächen zur flächigen Versickerung geleitet. Da der Durchlass an Station 1+190 Bau-km am Muldentiefpunkt angeordnet wurde, ist hier auch die höchste Durchlassmenge zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt der Ansatz, dass die flächig zu versickernde Menge im Verhältniss von 25% : 25% : 50% auf die drei Durchlässe verteilt wird.

Damit ergeben sich im Entwässerungsabschnitt 4 folgende an den Auslaufbereichen zu versickernde Verteilmengen:

<u>Durchlass an Station 1+080 Bau-km:</u>	<b>930 m³</b> erforderliche Versickerungsfläche
<u>Durchlass an Station 1+120 Bau-km:</u>	<b>930 m³</b> erforderliche Versickerungsfläche
<u>Durchlass an Station 1+190 Bau-km:</u>	<b>1860 m³</b> erforderliche Versickerungsfläche

#### Abschnitt 5: Durchlass mit Auslass auf Nordostseite (Stat. 0+575 bis 0+635 km)

$$A_s = \frac{A_u}{\frac{k_f \cdot 10^7}{2 \cdot r_{D(n)}} - 1}$$

erforderliche Versickerungsfläche [m²]

n =	1	n...Häufigkeit
D =	15 min	D...Dauer
r <sub>15(1,0)</sub> =	113,9 l/(s*ha)	r...Regenspende
k <sub>f</sub> =	5,00E-05 m/s	k <sub>f</sub> ...Durchlässigkeitskoeffizient
		A...Größe der Entwässerungsfläche
		ψ <sub>Si</sub> ...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche $A_E$ [m <sup>2</sup> ]	Spitzenabfluß- beiwert $\psi_s$	anrechenbare Fläche $A_E \cdot \psi_s$ in [m <sup>2</sup> ]
Fahrbahn	0	0,9	0
Bankett	60	0	0
Mulde	0	0	0
Grün-/Ackerfläch.	2280	0,1	228
<b>Summe:</b>			<b>228</b>

**As= 190,81 m<sup>2</sup>** erforderliche Versickerungsfläche am Auslassbereich

→ Unter Berücksichtigung der o.g. Eingangsdaten beträgt die erforderliche Versickerungsfläche am o.g. Auslass 191 m<sup>2</sup>.

## **Abschnitt 6: Versickerungsmulde auf Südseite (Stat. 2+596 bis 2+641 km)**

Ermittlung der anrechenbaren Fläche  $A_E$  bzw.  $A_u$ :

Befestigungsart	Fläche $A_E$ [m <sup>2</sup> ]	Spitzenabfluß- beiwert $\psi_s$	anrechenbare Fläche $A_E \cdot \psi_s$ in [m <sup>2</sup> ]
Fahrbahn	317	0,9	285,3
Gehweg	29	0,9	26,1
Muldenrinne	10	0,9	9
Bankett	44	0	0
Mulde	0	0	0
Grün-/Ackerfläch.	0	0,1	0
<b>Summe:</b>			<b>320,4</b>

Berechnung des notwendigen Speichervolumens der Versickerungsmulde:

$$V = (Q_{zu} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$$V = \left[ (A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \quad \text{Speichervolumen [m}^3\text{]}$$

$A_u = 320,4 \text{ m}^2$

$A_u$ ...angeschlossene undurchlässige Fläche

$A_s =$   $A_s$ ...Versickerungsfläche (gem. DWA-A 138 Mittel-Feinsand:  $0,1 \cdot A_u$   
schluffiger Sand/saniger Schluff/Schluff:  $0,2 \cdot A_u$ )

$k_f = 5,00E-05 \text{ m/s}$

$k_f$ ...Durchlässigkeitskoeffizient

$r_{15(0,2)} = 202,2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$

$r$ ...Regenspende

$D = 15 \text{ min}$

$D$ ...Dauer des Bemessungsregens

$f_z = 1,2$

$f_z$ ...Zuschlagsfaktor (gem. DWA-A 138 empfohlen: 1,1 - 1,2)

$A_s = 0,1 \cdot A_u$

$A_s = 32,04 \text{ m}^2$  Versickerungsfläche

Die maßgebende Dauer D des Bemessungsregens ist nicht generell angebbbar, sondern muss schrittweise bestimmt werden.

D min	rD(1) [l/s*ha]	rD(0,2) [l/s*ha]	V <sub>M</sub> [m³]
5 min	170	356,3	4,2
10 min	136,4	252,7	5,8
15 min	113,9	202,2	6,8
20 min	97,8	170,4	7,5
30 min	76,2	131,4	8,3
45 min	57,2	99,1	8,7
60 min	45,8	80,3	<b>8,8</b>
90 min	34	58,6	8,2
120 min	27,6	46,8	7,3
180 min	20,5	34,2	5,2
240 min	16,6	27,4	2,8
360			
540			
720			
1080			
1440			
2880			
4320			

V<sub>M</sub> = 8,8 m³ erforderliches Speichervolumen der Mulde

→ Das notwendige maximale Speichervolumen der Mulde beträgt 9 m³ welches bei 60 min Regendauer erreicht wird.

Ermittlung der Einstauhöhe z<sub>M</sub>:

$$z_M = V_M / AS$$

z<sub>M</sub> = 0,27 m

→ Die Einstauhöhe der Mulde beträgt 0,27 m.

Nachweis der Entleerungszeit t<sub>E</sub>:

$$t_E = 2 * Z_M / k_f < \text{erf. } t_E = 24 \text{ h}$$

$$t_E = 3,00 \text{ h} < 24 \text{ h}$$

→ Entleerungszeit der Mulde ist ausreichend bemessen

Gemäß o.g. Berechnung beträgt das notwendige maximale Speichervolumen der Mulde 9 m³.

Gewählt wird eine Muldenlänge von l= 45 m und eine Sohltiefe von h= 0,50 m. Somit beträgt das geplante Muldenvolumen ca. V= 22 m³. Damit ist das Volumen der geplanten Versickerungsmulde ausreichend bemessen.

Die Höhenführung der Mulde wurde so gestaltet, dass es selbst bei einer eventuellen Überlastung im Falle von Starkregenereignissen eine Schädigung des Straßenraumes ausgeschlossen ist.