

1. Hydraulische Bemessung der Mulden, Gräben, Rohrleitungen sowie der Einleitmengen (Oberflächenabfluss)

Gemäß RAS-Ew 2005 wurde für den hydraulischen Nachweis eine Regenhäufigkeit von $n=1$ (Entwässerung von Straßen über Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen) angenommen.

Die Regenspende $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/s*ha}$ wurde für das Untersuchungsgebiet aus dem aktuellen KOSTRA-Atlas entnommen (s. Anlage 1).

Unter realen Bedingungen wird von einer weitgehenden Versickerung des in den unbefestigten Seitenflächen (Mulden, Böschungen, Grün-/Acker-/Waldflächen) fallenden Niederschlagswassers bei o.g. Bemessungsregen ausgegangen. Bei der Berechnung der Mulden und Durchlässe wird somit der Fahrbahn- und Gehwegbereich (Asphaltbelag) betrachtet, für den ein Spitzenabflusswert von $\psi=0,9$ angesetzt wird. Des Weiteren werden noch die Bankette mit einem Spitzenabflusswert von $\psi=0,3$ angesetzt, um eine höhere Sicherheit bei der Auslegung zu erhalten.

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

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{Ei} \cdot \psi_{Si} \quad [\text{l/s}] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss } [\text{l/s}]$$

$n = 1$ $n \dots$ Häufigkeit
 $D = 15 \text{ min}$ $D \dots$ Dauer
 $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/(s*ha)}$ $r \dots$ Regenspende
 $A \dots$ Größe der Entwässerungsfläche
 $\psi_{Si} \dots$ Spitzenabflussbeiwert

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

Q = 0,90 l/s Oberflächenabfluss (Koordinate RW: 419555; HW: 5671223)

Überprüfung der Durchlass-Rohrleitung:

Durchmesser: 150 DN
 Gefälle I: 0,5 % (Haltung mit geringsten Gefälle)
 Rauigkeit k_b : 1,5 mm (Material: GGG)

\Rightarrow Abfluss $Q_{\text{voll}} = 10,9 \text{ l/s}$ (gem. Rohrtabelle)
 $V_{\text{voll}} = 0,62 \text{ m/s}$ (gem. Rohrtabelle)

$Q_{\text{vorh}} = 10,90 > Q_{\text{erf}} = 0,90 \quad [\text{l/s}]$

\longrightarrow **Rohrleitung ausreichend bemessen**

\longrightarrow Bei obigen Rechenansatz werden 0,9 l/s Niederschlagswasser vom Straßenablauf durch den neuen Durchlass geleitet. Der Durchlass ist damit ausreichend bemessen.

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)

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{Ei} \cdot \psi_{Si} \quad [l/s] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss [l/s]}$$

n = 1 n...Häufigkeit
 D = 15 min D...Dauer
 r_{15(1,0)} = 113,9 l/(s*ha) r...Regenspende
 A...Größe der Entwässerungsfläche
 ψ_{Si}...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A _E [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ _S	anrechenbare Fläche A _E * ψ _S in [m²]
Fahrbahn	372	0,9	334,8
Bankett	200	0,3	60
Mulde	300	0	0
Grünflächen	4610	0	0
Summe:			394,8

Q = 4,50 l/s Oberflächenabfluss (Koordinate RW: 419606; HW: 5671367)

Mulde:

$$Q = k_{St} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{b}{2h} \quad [m^3/s] \quad (7)$$

k_{St} = 25 m^{1/3}/s ...Rauheitsbeiwert
 h = 0,4 m ...Wassertiefe in Muldenmitte
 b = 1,5 m ...Muldenbreite
 I = 1,55 % ...Muldenlängsneigung (minimalste Längsneigung im Abschnitt)

Q = 0,51 m³/s = 506,91 l/s Durchfluss der Mulde

Q_{vorh} = 506,91 > Q_{erf} = 4,50 [l/s]

→ **Mulde ausreichend bemessen**

Überprüfung der Durchlass-Rohrleitung:

Durchmesser: 250 DN
 Gefälle I: 0,5 % (Haltung mit geringsten Gefälle)
 Rauigkeit k_b: 1,5 mm (Material: GGG)

=> Abfluss **Q_{voll} = 42,6 l/s** (gem. Rohrtabelle)
 v_{voll} = 0,87 m/s (gem. Rohrtabelle)

Q_{vorh} = 42,60 > Q_{erf} = 4,50 [l/s]

→ **Rohrleitung ausreichend bemessen**

→ Bei obigen Rechenansatz werden 4,5 l/s Niederschlagswasser von der Mulde durch den neuen Durchlass geleitet. Mulde und Durchlass sind damit ausreichend bemessen.

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

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{E_i} \cdot \psi_{S_i} \quad [l/s] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss [l/s]}$$

$n = 1$...Häufigkeit
 $D = 15 \text{ min}$...Dauer
 $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/(s*ha)}$...Regenspende
 A_{E_i} ...Größe der Entwässerungsfläche
 ψ_{S_i} ...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A_E [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ_S	anrechenbare Fläche $A_E \cdot \psi_S$ in [m²]
Fahrbahn	930	0,9	837
Bankett	155	0,3	46,5
Mulde	232	0	0
Grünflächen	7976	0	0
Summe:			883,5

Q = 10,06 l/s Oberflächenabfluss (Koordinate RW: 419803; HW: 5671548)

Mulde:

$$Q = k_{St} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{b}{2h} \quad [m^3/s] \quad (7)$$

$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/s$...Rauheitsbeiwert
 $h = 0,4 \text{ m}$...Wassertiefe in Muldenmitte
 $b = 1,5 \text{ m}$...Muldenbreite
 $I = 3,201 \%$...Muldenlängsneigung (minimalste Längsneigung im Abschnitt)

Q = 0,73 m³/s = 728,47 l/s Durchfluss der Mulde

Q_{vorh} = 728,47 > Q_{erf} = 10,06 [l/s]

→ **Mulde ausreichend bemessen**

→ Bei obigen Rechenansatz werden 10,06 l/s Niederschlagswasser durch die Mulde geleitet. Die Mulde ist damit ausreichend bemessen.

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

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{E_i} \cdot \psi_{S_i} \quad [l/s] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss [l/s]}$$

$n = 1$...Häufigkeit
 $D = 15 \text{ min}$...Dauer
 $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/(s*ha)}$...Regenspende
 A_{E_i} ...Größe der Entwässerungsfläche
 ψ_{S_i} ...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A_E [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ_S	anrechenbare Fläche $A_E \cdot \psi_S$ in [m²]
Fahrbahn	0	0,9	0

Bankett	120	0,3	36
Mulde	180	0	0
Grünflächen	4775	0	0
Summe:			36

Q = 0,41 l/s Oberflächenabfluss (Koordinate RW: 419774; HW: 5671507)

Mulde:

$$Q = k_{St} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{b}{2h} \quad [m^3/s] \quad (7)$$

$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/s$...Rauheitsbeiwert
 $h = 0,4 \text{ m}$...Wassertiefe in Muldenmitte
 $b = 1,5 \text{ m}$...Muldenbreite
 $I = 3,201 \%$...Muldenlängsneigung (minimalste Längsneigung im Abschnitt)

Q = 0,73 m³/s = 728,47 l/s Durchfluss der Mulde

Q_{vorh} = 728,47 > Q_{erf} = 0,41 [l/s]

→ **Mulde ausreichend bemessen**

→ Bei obigen Rechenansatz werden 0,41 l/s Niederschlagswasser durch die Mulde geleitet. Die Mulde ist damit ausreichend bemessen.

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

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{Ei} \cdot \psi_{Si} \quad [l/s] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss [l/s]}$$

$n = 1$ n...Häufigkeit
 $D = 15 \text{ min}$ D...Dauer
 $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/(s*ha)}$ r...Regenspende
 A...Größe der Entwässerungsfläche
 ψ_{Si} ...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A _E [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ_S	anrechenbare Fläche A _E * ψ_S in [m²]
Fahrbahn	0	0,9	0
Bankett	50	0,3	15
Mulde	75	0	0
Grün-/Ackerfläch.	1810	0	0
Summe:			15

Q = 0,17 l/s Oberflächenabfluss (Koordinate RW: 420003; HW: 5671661)

Mulde:

$$Q = k_{St} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{b}{2h} \quad [m^3/s] \quad (7)$$

$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/s$...Rauheitsbeiwert
 $h = 0,4 \text{ m}$...Wassertiefe in Muldenmitte
 $b = 1,5 \text{ m}$...Muldenbreite
 $I = 3,201 \%$...Muldenlängsneigung (minimalste Längsneigung im Abschnitt)

$$Q = \underline{\underline{0,73 \text{ m}^3/\text{s}}} = \underline{\underline{728,47 \text{ l/s}}} \quad \text{Durchfluss der Mulde}$$

$$Q_{\text{vorh}} = 728,47 > Q_{\text{erf}} = 0,17 \quad [\text{l/s}]$$

→ **Mulde ausreichend bemessen**

→ Bei obigen Rechenansatz werden 0,17 l/s Niederschlagswasser durch die Mulde geleitet. Die Mulde ist damit ausreichend bemessen.

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

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{E_i} \cdot \psi_{S_i} \quad [\text{l/s}] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss } [\text{l/s}]$$

$n = 1$ n...Häufigkeit
 $D = 15 \text{ min}$ D...Dauer
 $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/(s*ha)}$ r...Regenspende
 A...Größe der Entwässerungsfläche
 ψ_{S_i} ...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A_E [m ²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ_S	anrechenbare Fläche $A_E \cdot \psi_S$ in [m ²]
Fahrbahn	1290	0,9	1161
Bankett	227	0,3	68,1
Mulde	454	0	0
Grün-/Waldfläch.	32830	0	0
Summe:			1229,1

$$Q = \underline{\underline{14,00 \text{ l/s}}} \quad \text{Oberflächenabfluss}$$

Mulde:

$$Q = k_{St} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{l} \cdot \frac{b}{2h} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (7)$$

$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$...Rauheitsbeiwert
 $h = 0,4 \text{ m}$...Wassertiefe in Muldenmitte
 $b = 2 \text{ m}$...Muldenbreite
 $l = 0,838 \%$...Muldenlängsneigung (minimalste Längsneigung im Abschnitt)

$$Q = \underline{\underline{0,50 \text{ m}^3/\text{s}}} = \underline{\underline{496,97 \text{ l/s}}} \quad \text{Durchfluss der Mulde}$$

$$Q_{\text{vorh}} = 496,97 > Q_{\text{erf}} = 14,00 \quad [\text{l/s}]$$

→ **Mulde ausreichend bemessen**

Überprüfung der Durchlass-Rohrleitung (ca. Stat. 1+190 km):

Durchmesser: 400 DN
 Gefälle I: 1 % (Haltung mit geringsten Gefälle)
 Rauigkeit k_b : 1,5 mm (Material: GGG)

=> Abfluss $Q_{\text{voll}} = 210 \text{ l/s}$ (gem. Rohrtabelle)
 $V_{\text{voll}} = 1,67 \text{ m/s}$ (gem. Rohrtabelle)

$$Q_{\text{vorh}} = 210,00 > Q_{\text{erf}} = 14,00 \quad [\text{l/s}]$$

→ **Rohrleitung ausreichend bemessen**

→ Bei obigen Rechenansatz werden 14 l/s Niederschlagswasser von der Mulde durch den neuen Durchlass geleitet und im Grünland flächig versickert. Mulde und Durchlass sind damit ausreichend bemessen.

Diese Menge des Einzugsgebietes 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 zu versickernde Verteilmengen:

Durchlass an Station 1+080 Bau-km:	<u><u>3,5 l/s</u></u> Oberflächenabfluss	(Koordinate RW: 420325; HW: 5671899)
Durchlass an Station 1+120 Bau-km:	<u><u>3,5 l/s</u></u> Oberflächenabfluss	(Koordinate RW: 420368; HW: 5671896)
Durchlass an Station 1+190 Bau-km:	<u><u>7 l/s</u></u> Oberflächenabfluss	(Koordinate RW: 420447; HW: 5671888)

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

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{Ei} \cdot \psi_{Si} \quad [l/s] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss [l/s]}$$

n = 1 n...Häufigkeit
 D = 15 min D...Dauer
 r_{15(1,0)} = 113,9 l/(s*ha) r...Regenspende
 A...Größe der Entwässerungsfläche
 ψ_{Si}...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A _E [m²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ _S	anrechenbare Fläche A _E * ψ _S in [m²]
Fahrbahn	0	0,9	0
Bankett	60	0,3	18
Mulde	0	0	0
Grünflächen	2280	0	0
Summe:			18

Q = 0,21 l/s Oberflächenabfluss (Koordinate RW: 419930; HW: 5671636)

Überprüfung der Durchlass-Rohrleitung:

Durchmesser: 250 DN
 Gefälle I: 0,5 % (Haltung mit geringsten Gefälle)
 Rauigkeit k_b: 1,5 mm (Material: GGG)

=> Abfluss Q_{voll} = 42,6 l/s (gem. Rohrtabelle)
 V_{voll} = 0,87 m/s (gem. Rohrtabelle)

Q_{vorrh} = 42,60 > Q_{erf} = 0,21 [l/s]

→ **Rohrleitung ausreichend bemessen**

→ Bei obigen Rechenansatz werden 0,21 l/s Niederschlagswasser durch den neuen Durchlass geleitet. Der Durchlass ist damit ausreichend bemessen.

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

$$Q = r_{D,n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{Ei} \cdot \psi_{Si} \quad [l/s] \quad (2) \text{ Oberflächenabfluss [l/s]}$$

$n = 1$ n...Häufigkeit
 $D = 15 \text{ min}$ D...Dauer
 $r_{15(1,0)} = 113,9 \text{ l/(s*ha)}$ r...Regenspende
 A...Größe der Entwässerungsfläche
 ψ_{Si} ...Spitzenabflussbeiwert

Befestigungsart	Fläche A_E [m ²]	Spitzenabfluß- beiwert ψ_S	anrechenbare Fläche $A_E \cdot \psi_S$ in [m ²]
Fahrbahn	317	0,9	285,3
Gehweg	29	0,9	26,1
Muldenrinne	10	0,9	9
Bankett	44	0,3	13,2
Mulde	0	0	0
Grün-/Ackerfläch.	0		0
Summe:			333,6

Q = 3,80 l/s Oberflächenabfluss (Koordinate RW: 421864; HW: 5671710)

Mulde:

$$Q = k_{St} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{b}{2h} \quad [m^3/s] \quad (7)$$

$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/s$...Rauheitsbeiwert
 $h = 0,4 \text{ m}$...Wassertiefe in Muldenmitte
 $b = 1,5 \text{ m}$...Muldenbreite
 $I = 3,201 \%$...Muldenlängsneigung (minimalste Längsneigung im Abschnitt)

Q = 0,73 m³/s = 728,47 l/s Durchfluss der Mulde

Q_{vorh} = 728,47 > Q_{erf} = 3,80 [l/s]

→ **Mulde ausreichend bemessen**

→ Bei obigen Rechenansatz werden 3,8 l/s Niederschlagswasser in die Mulde geleitet. Die Mulde ist damit ausreichend bemessen.