

1 Nachweis gemäß RiStWag

(Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten)

1.1 Vorüberlegungen

Gemäß den Forderungen der RiStWag sollte das von der Fahrbahnoberfläche abfließende Wasser versickern, wenn dies durch die örtlichen Gegebenheiten und die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung möglich ist. Hierzu gibt die RiStWag Empfehlungen und Entscheidungskriterien.

1.2 Eingruppierung des Gesamteinzugsgebietes gemäß RiStWag

Beim abzuleitenden Oberflächenwasser handelt es sich um die Menge, die aus dem Neubau der Straßenbrücke und aus der Anpassung der nördlichen Straßenrampe resultiert. Der befestigte Flächenanteil in diesem Einzugsgebiet bleibt nahezu unverändert.

Das zu beurteilende Einzugsgebiet befindet sich in der Wasserschutzzone III a. In diesem Fall ist die RiStWag anzuwenden.

Die Eingruppierung gemäß RiStWag stützt sich im Wesentlichen auf die drei folgenden Entscheidungskriterien:

1. Was
2. Schu
3. DTV (maßgebender Verkehr [Kfz/24h])

entfällt ersatzlos

Eingangsdaten:

$k_f = 1,73 \cdot 10^{-4}$ (Mittelwert Auffüllung I.1 gemäß Baugrundgutachten Dr. Spang)

Grundwasserüberdeckung = 9,90 m (bezogen auf Grundwasserstand Juli 2008)

DTV = 12.008 Kfz/24h < 15.000 Kfz/24h
(Gesamtverkehrsaufkommen für alle Fahrspuren)

Ergebnisse:

Für die vorliegende Bewertung wird in der Tabelle 2 der RiStWag der Durchlässigkeitsbereich $5 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ und eine Mächtigkeit von 5 m – 10 m angesetzt. Danach ergibt sich eine mittel bis große Schutzwirkung.

Für die Einstufung nach Tabelle 3 wird das Verkehrsaufkommen aller Fahrspuren angesetzt. Das Verkehrsaufkommen von 12.008 Kfz/24h wurde für das Prognosejahr 2015 ermittelt. Aus den gegebenen Eingangsdaten folgt für die geplante Entwässerungsmaßnahme die Eingruppierung in die Stufe 2 nach RiStWag aufgrund der folgenden Randbedingungen:

- DTV 2.000 bis 15.000 Kfz/24h (Zeile 2)
- Wasserschutzzone III a (Tabelle für Wasserschutzzone III a)
- Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung gem. Tabelle 2: mittel (Spalte 2)

Tabelle 3: Einstufung von Entwässerungsmaßnahmen nach RiStWag

DTV	Zone III bzw. III a			Zone II b		
	Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung			Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung		
Kfz	groß	mittel	gering	groß	mittel	gering
< 2.000	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 2
2.000 bis 15.000	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 3
> 15.000	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3

Quelle: RiStWag, Ausgabe 2002

1.3 Schlussfolgerung gemäß RiStWag

Gemäß Punkt 6.2.6.3 (Stufe 2) der RiStWag soll das auf Straßen und sonstigen Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser ungesammelt und breitflächig über bewachsenen Boden versickern. Die Versickerungsbereich mindestens 20 cm betragen. Das Fortleiten oder Versickern von gesammeltem Niederschlagswasser in Mulden oder Gräben ist bei bewachsenem Boden mit mindestens 20 cm Mächtigkeit zulässig.

entfällt ersatzlos

1 Bemessung der südwestlichen Mulden-Rigolenversickerung

Lastfall: Regenwasser aus Straßenfläche

1.1 Undurchlässige Fläche A_u

gegeben:

Böschungsfläche

$$A_{G1} = 974,0 \text{ m}^2$$

Grünfläche

$$A_{G2} = 249,3 \text{ m}^2$$

gewählt:

Abflussbeiwert (Böschungen)

$$\psi_{G1} = 0,5$$

Abflussbeiwert (Grünfläche)

$$\psi_{G2} = 0,1$$

undurchlässige Fläche A_u :

$$A_u = \sum \psi_i \cdot A_i$$

$$A_u = \psi_{G1} \cdot A_{G1} + \psi_{G2} \cdot A_{G2}$$

$$A_u = 511,93 \text{ m}^2$$

1.2 Erforderliche

nach ATV

entfällt ersatzlos

gegeben:

undurchlässige Fläche

$$A_u = 511,93 \text{ m}^2$$

Versickerungsfläche der Mulde

$$A_{S,M} = 166,2 \text{ m}^2$$

Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) „gemäß Baugrundgutachten Dr. Spang“

$$k_f = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ m/s (Mittelwert Auffüllung I.1 „SW“)}$$

$$k_f = 3,46 \cdot 10^{-5} \text{ m/s (mit Korrekturfaktor 0,2)}$$

gewählt:

Regenspende

$$r_{15(1)} = 112 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$$

Überschreitungshäufigkeit

$$n = 0,2$$

Drosselabfluss

$$Q_{Dr} = 0,00 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Breite der Rigole

$$b_R = 2,00 \text{ m}$$

Höhe der Rigole

$$b_R = 0,80 \text{ m}$$

Durchmesser des Sickerrohrs

$$d = 0,30 \text{ m}$$

Speicherkoefizient „Kiesfüllung“

$$s_R = 0,35$$

Zuschlagsfaktor

$$f_Z = 1,2$$

Bemessung der Mulde V_M :

$$V_M = \left[(A_U + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_{S,M} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z$$

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	V_M [m³]
10	252,4	10,26
15	199,8	11,53
20	165,4	12,01
30	123,0	11,80
45	88,8	10,20

erforderliches Muldenvolumen: **erf. $V_M = 12,0 \text{ m}^3$**

$$\text{erf. } V_M = 12,0 \text{ m}^3 \leq 166,2 \text{ m}^2 \cdot 0,20 \cdot \frac{2}{3} = \text{vorh. } V$$

$$\text{erf. } V_M = 12,0 \text{ m}^3 \leq 22,2 \text{ m}^3 = \text{vorh. } V$$

Bemessung der Rigolenlänge l_R :

Gesamtspeicherkoeffizient s_{RR} :

$$s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R \left[\frac{\pi \cdot 0,35^2}{4} \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right) \right]}$$

$$s_{RR} = \frac{0,35}{2,0 \cdot 0,8} \left[2,0 \cdot 0,8 + \frac{\pi \cdot 0,35^2}{4} \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right) \right] = 0,38$$

Rigolenlänge l_R :

$$l_R = \frac{(A_U + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z}}{\frac{b_R \cdot k_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	l_R [m]
20	165,4	6,5
30	123,0	8,9
45	88,8	10,4
60	69,5	10,9
90	48,4	10,8
120	37,2	10,3
180	25,4	9,2

erforderliche Rigolenlänge: **erf. $l_R = 10,9 \text{ m} < \text{vorh. } 20,0 \text{ m}$**

entfällt ersatzlos

1.3 Mulden-Einstauhöhe z_M

$$z_M = \frac{V_M}{A_{S,M}} = \frac{12,0}{166,2}$$

$$z_M = 0,07 \text{ m}$$

1.4 Nachweis der Entleerungszeit t_E

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot \frac{z_M}{k_f} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 4624 \text{ s} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 1,3 \text{ h} \leq 24 \text{ h}$$

Der Nachweis der Entleerung ist erfüllt.

1 Bemessung der südöstlichen Mulden-Rigolenversickerung**Lastfall: Regenwasser aus Straßenfläche****1.1 Undurchlässige Fläche A_u**

gegeben:

Böschungsfläche

 $A_{G1} = 1097,2 \text{ m}^2$

Grünfläche

 $A_{G2} = 300,2 \text{ m}^2$

gewählt:

Abflussbeiwert (Böschungen)

 $\psi_{G1} = 0,5$

Abflussbeiwert (Grünfläche)

 $\psi_{G2} = 0,1$ undurchlässige Fläche A_u :

$$A_u = \sum \psi_i \cdot A_i$$

$$A_u = \psi_{G1} \cdot A_{G1} + \psi_{G2} \cdot A_{G2}$$

$$A_u = 578,62 \text{ m}^2$$

1.2 Erforderliche

nach ATV

entfällt ersatzlos

gegeben:

undurchlässige Fläche

 $A_u = 578,62 \text{ m}^2$

Versickerungsfläche der Mulde

 $A_{S,M} = 200,1 \text{ m}^2$ Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) „gemäß Baugrundgutachten Dr. Spang“ $k_f = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (Mittelwert Auffüllung I.1 „SW“) $k_f = 3,46 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (mit Korrekturfaktor 0,2)

gewählt:

Regenspende

 $r_{15(1)} = 112 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Überschreitungshäufigkeit

 $n = 0,2$

Drosselabfluss

 $Q_{Dr} = 0,0 \text{ m}^3 / \text{s}$

Breite der Rigole

 $b_R = 2,50 \text{ m}$

Höhe der Rigole

 $b_R = 0,80 \text{ m}$

Durchmesser des Sickerrohrs

 $d = 0,30 \text{ m}$

Speicherkoeffizient „Kiesfüllung“

 $s_R = 0,35$

Zuschlagsfaktor

 $f_Z = 1,2$

Bemessung der Mulde V_M :

$$V_M = \left[(A_U + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_{S,M} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z$$

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	V_M [m³]
15	199,8	13,07
20	165,4	13,56
30	123,0	13,19
45	88,8	11,14
60	69,5	8,34

erforderliches Muldenvolumen: **erf. $V_M = 13,2 \text{ m}^3$**

$$\text{erf. } V_M = 13,2 \text{ m}^3 \leq 200,1 \text{ m}^2 \cdot 0,20 \cdot \frac{2}{3} = \text{vorh. } V$$

$$\text{erf. } V_M = 13,2 \text{ m}^3 \leq 26,7 \text{ m}^3 = \text{vorh. } V$$

Bemessung der Rigolenlänge l_R :

Gesamtspeicherkoeffizient s_{RR} :

$$s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R \left[\frac{\pi \cdot 0,37^2}{4} \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right) \right]}$$

$$s_{RR} = \frac{0,35}{2,5 \cdot 0,8} \left[2,5 \cdot 0,8 + \frac{\pi \cdot 0,37^2}{4} \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right) \right] = 0,37$$

Rigolenlänge l_R :

$$l_R = \frac{(A_U + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z}}{\frac{b_R \cdot l_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	l_R [m]
20	165,4	6,6
30	123,0	8,9
45	88,8	10,3
60	69,5	10,7
90	48,4	10,6
120	37,2	10,1
180	25,4	9,0

erforderliche Rigolenlänge: **erf. $l_R = 10,7 \text{ m} < \text{vorh. } 17,0 \text{ m}$**

entfällt ersatzlos

1.3 Mulden-Einstauhöhe z_M

$$z_M = \frac{V_M}{A_{S,M}} = \frac{13,2}{200,1}$$

$$z_M = 0,07 \text{ m}$$

1.4 Nachweis der Entleerungszeit t_E

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot \frac{z_M}{k_f} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 4046 \text{ s} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 1,1 \text{ h} \leq 24 \text{ h}$$

Der Nachweis der Entleerung ist erfüllt.

entfällt ersatzlos

1 Bemessung der Muldenversickerung (nordwestliche Mulde)**Lastfall: Regenwasser aus Straßenfläche (einschl. Brückenanteil)****1.1 Undurchlässige Fläche A_u**

gegeben:

befestigte Fläche (Asphalt)	$A_{A1} = 676,2 \text{ m}^2$
befestigte Brückenfläche (Asphalt/Beton)	$A_{A2} = 368,7 \text{ m}^2$
unbefestigte Fläche (Bankett)	$A_B = 212,3 \text{ m}^2$
Böschungsfäche (Neigung 1:1,5)	$A_G = 132,1 \text{ m}^2$

gewählt:

Abflussbeiwert (Asphalt/Beton)	$\psi_A = 0,9$
Abflussbeiwert (Bankette)	$\psi_B = 0,4$
Abflussbeiwert (Böschungen)	$\psi_G = 0,4$

undurchlässige Fläche A_u :

$$A_u = \sum \psi_i \cdot A_i$$

$$A_u = \psi_A \cdot A_{A1} + \psi_A \cdot A_{A2} + \psi_B \cdot A_B + \psi_G \cdot A_G$$

$$A_u = 1559,55 \text{ m}^2$$

entfällt ersatzlos**1.2 Versickerungsfläche A_S** bei Mittel-/Feinsand: erf. $A_S = 0,10 \cdot A_u$ bei sandigen Schluffen: erf. $A_S = 0,20 \cdot A_u$

gewählt:

Versickerungsfläche $A_S = 272,0 \text{ m}^2$ **1.3 Erforderliches Speichervolumen V_M**

nach ATV-DIN WK-A 138 (April 2005):

gegeben:

undurchlässige Fläche $A_u = 1559,55 \text{ m}^2$ Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) „gemäß Baugrundgutachten Dr. Spang“ $k_f = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (Mittelwert Auffüllung I.1 „SW“) $k_f = 3,46 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (mit Korrekturfaktor 0,2)

gewählt:

Regenspende $r_{15(1)} = 112 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2$

Zuschlagsfaktor $f_z = 1,2$

erforderliches Speichervolumen V_M :

$$V_M = \left[(A_U + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	V [m³]
5	342,6	20,93
10	252,4	29,90
15	199,8	34,45
20	165,4	36,84
30	123,0	38,49
45	88,8	37,46
60	69,5	34,67
75	57,1	31,06
90	48,4	27,01
120	37,2	18,18
180	25,4	10,75
240		

entfällt ersatzlos

erforderliches Speichervolumen: $V_M = 38,5 \text{ m}^3$

$$\text{erf. } V_M = 38,5 \text{ m}^3 \leq 272,0 \text{ m}^2 \cdot 0,30 \cdot \frac{2}{3} = \text{vorh. } V$$

$$\text{erf. } V_M = 38,5 \text{ m}^3 \leq 54,4 \text{ m}^3 = \text{vorh. } V$$

1.4 Mulden-Einstauhöhe z_M

$$z_M = \frac{V_M}{A_S} = \frac{38,5}{272,0}$$

$$z_M = 0,15 \text{ m}$$

1.5 Nachweis der Entleerungszeit t_E

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot \frac{z_M}{k_f} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 8671 \text{ s} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 2,4 \text{ h} \leq 24 \text{ h}$$

Der Nachweis der Entleerung ist erfüllt.

1 Bemessung der Muldenversickerung (nordöstliche Mulde)**Lastfall: Regenwasser aus Straßenfläche (einschl. Brückenanteil)****1.1 Undurchlässige Fläche A_u**

gegeben:

befestigte Fläche (Asphalt)	$A_{A1} = 876,6 \text{ m}^2$
befestigte Brückenfläche (Asphalt/Beton)	$A_{A2} = 368,7 \text{ m}^2$
unbefestigte Fläche (Bankett)	$A_B = 201,4 \text{ m}^2$
Böschungsfäche (Neigung 1:1,5)	$A_G = 128,1 \text{ m}^2$

gewählt:

Abflussbeiwert (Asphalt/Beton)	$\psi_A = 0,9$
Abflussbeiwert (Bankette)	$\psi_B = 0,4$
Abflussbeiwert (Böschungen)	$\psi_G = 0,4$

undurchlässige Fläche A_u :

$$A_u = \sum \psi_i \cdot A_i$$

$$A_u = \psi_A \cdot A_{A1} + \psi_A \cdot A_{A2} + \psi_B \cdot A_B + \psi_G \cdot A_G$$

$$A_u = 1716,17 \text{ m}^2$$

entfällt ersatzlos**1.2 Versickerungsfläche A_S** bei Mittel-/Feinsand: erf. $A_S = 0,10 \cdot A_u$ bei sandigen Schluffen: erf. $A_S = 0,20 \cdot A_u$

gewählt:

Versickerungsfläche $A_S = 254,0 \text{ m}^2$ **1.3 Erforderliches Speichervolumen V_M**

nach ATV-DIN WK-A 138 (April 2005):

gegeben:

undurchlässige Fläche $A_u = 1716,17 \text{ m}^2$ Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) „gemäß Baugrundgutachten Dr. Spang“

$$k_f = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ m/s (Mittelwert Auffüllung I.1 „SW“)}$$

$$k_f = 3,46 \cdot 10^{-5} \text{ m/s (mit Korrekturfaktor 0,2)}$$

gewählt:

Regenspende $r_{15(1)} = 112 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
 Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2$
 Zuschlagsfaktor $f_z = 1,2$

erforderliches Speichervolumen V_M :

$$V_M = \left[(A_U + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	V [m³]
5	342,6	22,72
10	252,4	37,64
15	199,8	47,78
20	165,4	40,59
30	123,0	42,84
45	88,8	42,46
60	69,5	40,18
75	57,1	37,02
90	48,4	33,38
120	37,2	25,32
180	25,4	17,85
240		

entfällt ersatzlos

erforderliches Speichervolumen: $V_M = 42,9 \text{ m}^3$

$$\text{erf. } V_M = 42,9 \text{ m}^3 \leq 254,0 \text{ m}^2 \cdot 0,30 \cdot \frac{2}{3} = \text{vorh. } V$$

$$\text{erf. } V_M = 42,9 \text{ m}^3 \leq 50,8 \text{ m}^3 = \text{vorh. } V$$

1.4 Mulden-Einstauhöhe z_M

$$z_M = \frac{V_M}{A_S} = \frac{42,9}{254,0}$$

$$z_M = 0,17 \text{ m}$$

1.5 Nachweis der Entleerungszeit t_E

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot \frac{z_M}{k_f} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 9827 \text{ s} \leq 24 \text{ h}$$

$$\text{vorh. } t_E = 2,7 \text{ h} \leq 24 \text{ h}$$

Der Nachweis der Entleerung ist erfüllt.

Hydraulische Dimensionierung / Leistungsnachweis für die Bemessung von Rohrleitungen

Berechnung mit Zeitbewertungsverfahren und Abflussformel von Prandtl-Colebrook

Kinematische Viskosität: $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Regenspende: $r_{15,1} = 112,0 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$

mit $D=15 \text{ min}$ und $n=1$ gemäß Ril 836 der DWA AG

Haltung	Schacht		DN	Länge	Sohl- gefälle	k_b	Erläuterung	Regen- spende $r_{D,n}$ $\text{l}/\text{s} \cdot \text{ha}$	Fläche A_E einzelne ha	Abfluss- beiwert γ	Q_i l/s	v_i m/s	Froude- Zahl Fr	Q_v l/s	v_t m/s	Aus- lastung $\%$
	von Nr.	bis Nr.	mm	l m	‰	mm										
1	S1	S2	250	77,496	20	0,75	Fläche befestigte Fläche	112	0,039	0,9	3,9					
							Fläche unbefestigte Fläche	112	0,009	0,9	1					
							Fläche unbefestigte Fläche	112	0,012	0,4	0,5					
2	S2	S3	250	77,496	25	0,75	Fläche befestigte Fläche	112	0,039	0,9	3,9					
							Fläche unbefestigte Fläche	112	0,009	0,9	1					
							Fläche unbefestigte Fläche	112	0,012	0,4	0,5					
3	S3	S4	250	77,496	25	0,75	Fläche befestigte Fläche	5,4			10,8	1,41	2,34	105,6	2,15	10,2
							Fläche unbefestigte Fläche	10,8			10,8	1,41	2,34	105,6	2,15	10,2
							Fläche unbefestigte Fläche	10,8			10,8	1,41	2,34	105,6	2,15	10,2
4	S4	S5	250	77,496	30	0,75	Fläche befestigte Fläche	10,8			10,8	1,51	2,56	115,8	2,36	9,3
							Fläche unbefestigte Fläche	10,8			10,8	1,51	2,56	115,8	2,36	9,3
							Fläche unbefestigte Fläche	10,8			10,8	1,51	2,56	115,8	2,36	9,3
5	S5	16M07600	300	15,373	30	0,75	Fläche befestigte Fläche	10,8			10,8	1,48	2,61	187,4	2,65	5,8
							Fläche unbefestigte Fläche	10,8			10,8	1,48	2,61	187,4	2,65	5,8
							Fläche unbefestigte Fläche	10,8			10,8	1,48	2,61	187,4	2,65	5,8

entfällt ersatzlos

10,80 l/s Einleitung in RW-Kanal Burgallee (Anschlusspkt.: Schacht 16M07600)

Schacht-Legende:

- S Kontrollschacht
- 16M07600 Anschlusschacht Stadt Hanau