

Bedarfsgerechter Ausbau der B 37 zwischen der AS Friedelsheim
und Verzweigung Bad Dürkheim Ost (Verbesserungsmaßnahme)

hier: Abschnitt AS Bad Dürkheim Ost – AS Friedelsheim
km 0+000 bis 1+389

nächster Ort: Bad Dürkheim

Baulänge: ca. 1,4 km Gesamtstrecke



Landesbetrieb Mobilität Worms

FESTSTELLUNGSENTWURF

Hydraulische Berechnung Entwässerung

Aufgestellt: Worms,

den 13.12.2024

Stv. Dienststellenleiterin

Entwurfsbearbeitung:

 **OBERMEYER**
Infrastruktur

Brüsseler Straße 5, 67657 Kaiserslautern

Kaiserslautern, April 2024

	INHALTSVERZEICHNIS	Seite
1	Grundlagen	3
1.1	Regenspende	3
1.2	Abflussbeiwert und Bemessungswassermengen	4
2	Nachweis der Regenwasserkanalisation	4
3	Nachweis der Entwässerungsmulde	4
4	Nachweis der Sickermulde	6
4.1	Angeschlossene Flächen	6
4.2	Nachweis Sickermulde	6
5	Nachweis der weiteren Leistungsfähigkeit des bestehenden Regenrückhaltebeckens „Feuerberg“	7
6	Nachweis Regenrückhaltebecken „Feuerberg“ aus Planung von 1991	7
6.1	Grundlagen	7
6.1.1	Regenspende	7
6.1.2	Abflussbeiwerte	7
6.2	Ableitung in Versickerungsbecken Feuerberg	8
6.2.1	Ableitung zum RHB Feuerberg über Schacht 9 bis Schacht 21	8
6.2.2	Dimensionierung des Versickerungsbeckens Feuerberg	8
6.2.2.1	Angeschlossene Flächen	8
7	Regenwasserbehandlung	10
7.1	Nachweis der breitflächigen Versickerung (Muldenversickerung) der nördlichen Fahrspur	10
7.2	Nachweis der Reinigungsleistung Sickermulde 1 nach DWA M 153	11

1 Grundlagen

1.1 Regenspende

Die Regenspende für die Regendauer von 15 Minuten bei der Wiederkehrzeit T von 1 Jahr wird mit Hilfe des KOSTRA-Atlas des DWD ermittelt:

$$r_{15,n=1} = 123,3 \text{ l/(s x ha)} \quad \text{für } T = 1 \text{ (Nachweis Transportmulden, Seitengräben)}$$

$$r_{15,n=33} = 170,0 \text{ l/(s x ha)} \quad \text{für } T = 3 \text{ (Nachweis Rohrleitung bei Mittelstreifenentwässerung)}$$

Die Niederschlagshöhen sind in der KOSTRA-Tabelle (Tabelle 1), Rasterfeld 75/20, östliches Bad Dürkheim ersichtlich:

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Zeile 174, Spalte 118 INDEX_RC : 174118
 Ortsname : Friedelsheim (RP)
 Bemerkung :

Dauerstufe D	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	266,7	330,0	370,0	420,0	493,3	570,0	620,0	683,3	776,7
10 min	166,7	205,0	230,0	261,7	306,7	353,3	385,0	425,0	483,3
15 min	123,3	152,2	170,0	194,4	227,8	263,3	285,6	315,6	358,9
20 min	99,2	122,5	137,5	156,7	183,3	211,7	230,8	255,0	289,2
30 min	72,8	90,0	100,6	114,4	135,0	155,6	168,9	186,7	212,2
45 min	53,3	65,9	73,7	83,7	98,5	113,3	123,3	136,3	154,8
60 min	42,5	52,5	58,6	66,9	78,6	90,6	98,3	108,9	123,6
90 min	30,9	38,1	42,6	48,5	57,0	65,7	71,5	79,1	89,8
2 h	24,6	30,4	33,9	38,6	45,4	52,4	56,9	62,9	71,5
3 h	17,8	22,0	24,5	28,0	32,9	38,0	41,2	45,6	51,8
4 h	14,2	17,5	19,5	22,2	26,1	30,1	32,8	36,3	41,2
6 h	10,2	12,6	14,1	16,1	18,9	21,8	23,7	26,2	29,8
9 h	7,4	9,1	10,2	11,6	13,7	15,8	17,2	19,0	21,5
12 h	5,9	7,3	8,1	9,3	10,9	12,5	13,6	15,1	17,1
18 h	4,3	5,2	5,9	6,7	7,9	9,1	9,8	10,9	12,4
24 h	3,4	4,2	4,7	5,3	6,2	7,2	7,8	8,6	9,8
48 h	1,9	2,4	2,7	3,0	3,6	4,1	4,5	5,0	5,6
72 h	1,4	1,7	1,9	2,2	2,6	3,0	3,2	3,6	4,1
4 d	1,1	1,4	1,5	1,7	2,1	2,4	2,6	2,8	3,2
5 d	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7
6 d	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
7 d	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

1.2 Abflussbeiwert und Bemessungswassermengen

Der Spitzenabflussbeiwert für die Straßenflächen wird entsprechend REwS mit $\psi_S = 0,9$ angenommen.

Die Bemessungswassermengen werden entsprechend REwS wie folgt angesetzt:

			KOSTRA-Wert*
			r15
Mulden, Seitengräben oder Rohrleitung	n = 1		123,3 l/(sxha)
Rohrleitung bei Mittelstreifenentwässerung	n = 0,33		170 l/(sxha)
Versickermulden	n = 1		

2 Nachweis der Regenwasserkanalisation

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Kanalabschnitte mit den dazugehörigen Flächengrößen und Rohrleitungsgefällen aufgeführt. Die Kanaldimensionierung resultiert aus der angeschlossenen Wassermenge Q_{ges} in einem maximal zu 90 % gefüllten Rohrquerschnitt. Dabei beträgt der Mindestquerschnitt für die Oberflächenentwässerung DN 300.

Tabelle 1: Nachweis der Regenwasserkanalisation

Kanalabschnitt	angeschlossene Flächen			Kanalisation						Straßenabschnitt		Straßenflächen		
	A ha	Bef. grad	Ared ha	Kanalgef. l/min	Qab l/s	Qges l/s	Qvoll l/s	Ausl. %	DN	von Station	bis Station	L	B	A
1 - best. Schacht	0,096	0,9	0,086	20 ‰	14,7	14,7	139	11	300	142	262	120	8	961
6 - Sickermulde	0,196	0,9	0,177	6 ‰	30,0	30,0	75,8	40	300	262	490	228	8	1.963
10 - 11	0,054	0,9	0,048	6 ‰	8,2	8,2	75,8	11	300	490	557	67	8	536
11 - 15	0,421	0,9	0,379	6 ‰	64,4	72,6	162	45	400	557	820	263	16	4.208
15 - 18	0,288	0,9	0,259	6 ‰	44,1	116,6	162	72	400	820	1.000	180	16	2.880
18 -RRB 1	0,080	0,9	0,072	23,7 ‰	12,2	128,9	323,8	40	400	1.000	1.050	50	16	800
20 - 24	0,320	0,9	0,288	5 ‰	49,0	49,0	69,1	71	300	1.160	1.360	200	16	3.200
24 - RRB 1	0,176	0,9	0,158	5 ‰	26,9	75,9	148	51	400	1.050	1.160	110	16	1.760
RRB1-RRB Feuerb.	1,338	0,9	1,205	≥12 ‰	204,8	204,8	230	89	400					

3 Nachweis der Entwässerungsmulde

In der nachfolgenden Tabelle 2 ist der Muldenabschnitt zwischen Ausbaubeginn bis zum nächsten Hochpunkt mit der dazugehörigen Flächengröße und Längsgefälle aufgeführt. Q_{ab} wird entsprechend REwS für ein 1jähriges Regenereignis ermittelt. Die Ermittlung der maximal möglich abzuleitenden Wassermenge Q_{max} erfolgt in der Tabelle 3 nach Gauckler-Manning-Strickler.

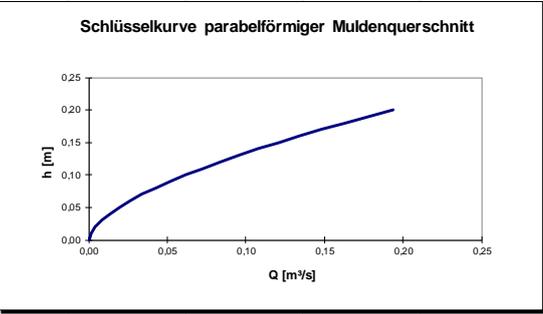
Tabelle 2: Nachweis der Entwässerungsmulde

		angeschlossene Flächen			Mulden		
Station von	bis	A ha	Bef. grad	Ared ha	Qab l/s	Gefälle %	Qvoll l/s
0+000	0+262,136	0,21	0,9	0,189	32,1	0,5	194,0

Tabelle 3: Einzelprofil Station 0+00 – 0+262,136:

Eingangswerte:						
Spiegelbreite B [m]:	2,00					
Gerinnehöhe [m]:	0,20					
k_{s1} :	40					
i_s (absolut):	0,0050					

Schlüsselkurve parabelförmiger Muldenquerschnitt



h [m]	A [m²]	U [m]	R [m]	v [m/s]	Q [m³/s]	τ [N/m²]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,0000	0,0
0,010	0,013	2,000	0,007	0,10	0,0013	0,5
0,020	0,027	2,001	0,013	0,16	0,0042	1,0
0,030	0,040	2,001	0,020	0,21	0,0083	1,5
0,040	0,053	2,002	0,027	0,25	0,0135	2,0
0,050	0,067	2,003	0,033	0,29	0,0195	2,5
0,060	0,080	2,005	0,040	0,33	0,0264	2,9
0,070	0,093	2,007	0,047	0,37	0,0341	3,4
0,080	0,107	2,009	0,053	0,40	0,0426	3,9
0,090	0,120	2,011	0,060	0,43	0,0518	4,4
0,100	0,133	2,013	0,066	0,46	0,0617	4,9
0,110	0,147	2,016	0,073	0,49	0,0723	5,4
0,120	0,160	2,019	0,079	0,52	0,0835	5,9
0,130	0,173	2,022	0,086	0,55	0,0953	6,4
0,140	0,187	2,026	0,092	0,58	0,1077	6,9
0,150	0,200	2,030	0,099	0,60	0,1207	7,4
0,160	0,213	2,034	0,105	0,63	0,1342	7,8
0,170	0,227	2,038	0,111	0,65	0,1483	8,3
0,180	0,240	2,042	0,118	0,68	0,1629	8,8
0,190	0,253	2,047	0,124	0,70	0,1779	9,3
0,200	0,267	2,052	0,130	0,73	0,1935	9,8

➔ Die Mulde ist mehr als ausreichend, um die Wassermenge eines 1jährlichen Regenereignisses abzuleiten.

Der Nachweis der restlichen Rasenmulden im Projektabschnitt findet sich in Abschnitt 7.1.

4 Nachweis der Sickermulde

Der Nachweis der Sickermulde wird entsprechend DWA A 138-1 (Nov 2020), Tab. 6 für die Versickerung eines 2jährlichen Regenereignisses geführt.

4.1 Angeschlossene Flächen

Sickermulde:

Angeschlossene Flächen:

Station von	bis	A m ²	Bef. grad	Ared m ²	
0+262,136	0+490,0*	1.994	0,9	1.795	*incl. Nothaltebucht
0+050,0	0+244,0	873	0,9	786	Wirtschaftsweg
Böschung WiWeg		790	0,4	316	
Summe		3.657		2.896	

4.2 Nachweis Sickermulde

Eingabedaten: $V = [(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_r / 2] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	3.657
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (ATV-DVWK-A 138)	ψ_m	1	0,79
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	2.896
Versickerungsfläche	A_s	m ²	300
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_r	m/s	4,0E-06
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,5
Zuschlagfaktor	f_z	1	1,2

örtliche Regendaten:

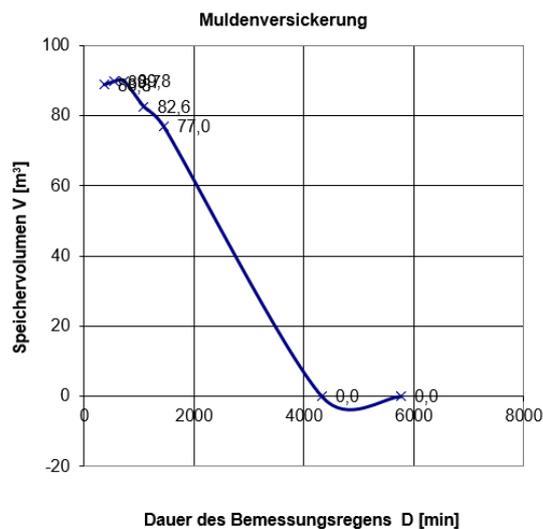
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
360	12,6
540	9,1
720	7,3
1080	5,2
1440	4,2
4320	1,7
5760	1,4

Berechnung:

V [m ³]
88,8
89,7
89,8
82,6
77,0
0,0
0,0

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	720
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	7,3
erforderliches Muldenspeichervolumen	V	m³	89,8
Einstauhöhe in der Mulde	z_M	m	0,30
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	41,6



- ➔ In der zur Verfügung stehenden Fläche rd. 300 m² für die Sickermulde kann bei einer Einstauhöhe von 30 cm das Niederschlagswasser aus einem 2jährlichen Regenereignis vollständig versickert werden.

5 Nachweis der weiteren Leistungsfähigkeit des bestehenden Regenrückhaltebeckens „Feuerberg“

Angeschlossene Fläche im Bestand (gem. Planung 1991, s.u.): 1,26 ha A_{red}

Angeschlossene Fläche neu (vgl. Tabelle 1): 1,20 ha A_{red}

- Die angeschlossene Fläche aus dem 4-spurigen Ausbau an das RRB „Feuerberg“ wird durch die geplanten Maßnahmen für den Bau der B 37 um rd. 0,06 ha reduziert.
- keine Erhöhung der Zuflusswassermengen
- Keine weiteren Nachweise und Genehmigungen für das bestehende RRB „Feuerberg“ erforderlich.

6 Nachweis Regenrückhaltebecken „Feuerberg“ aus Planung von 1991

6.1 Grundlagen

6.1.1 Regenspende

Als Regenspende wird $r_{15,1} = 130 \text{ l/(s x ha)}$ angenommen.

6.1.2 Abflussbeiwerte

Die Abflussbeiwerte werden analog RAS-EW wie folgt angenommen:

Straßenflächen

die über geschlossene Kanäle entwässert werden $\psi_S = 0,9$

die über Mulden entwässert werden (Einschnittslage) $\psi_S = 0,8$

die über Mulden entwässert werden (Dammlage) $\psi_S = 0,5$

Böschungflächen Dammböschungen $\psi_S = 0,3$

Einschnittsböschungen $\psi_S = 0,4$

6.2 Ableitung in Versickerungsbecken Feuerberg

6.2.1 Ableitung zum RHB Feuerberg über Schacht 9 bis Schacht 21

Straßenfläche, rechte Richtungsfahrbahn

Stat. 0 + 480 bis Stat. 1 + 050

$$570,0 \times 10,0 = 5.700 \text{ m}^2$$

$$\psi = 0,9$$

$$A_{\text{red}} = 5.130 \text{ m}^2$$

Straßenfläche, linke Richtungsfahrbahn

Stat. 0 + 600 bis Stat. 1 + 050

$$450,0 \times 10,0 = 4.500 \text{ m}^2$$

$$\psi = 0,9$$

$$A_{\text{red}} = 4.050 \text{ m}^2$$

Schacht 18 bis Schacht 21

Straßenfläche, beide Richtungsfahrbahnen

Stat. 1 + 240 bis Stat. 1 + 050

$$190,0 \times 20 = 3.800 \text{ m}^2$$

$$\psi = 0,9$$

$$A_{\text{red}} = 3.420 \text{ m}^2$$

$$\text{Gesamt } A_{\text{red}} = 12.600 \text{ m}^2$$

6.2.2 Dimensionierung des Versickerungsbeckens Feuerberg

6.2.2.1 Angeschlossene Flächen

aus vierstreifigem Ausbau

$$A_{\text{red}} = 12.600 \text{ m}^2$$

aus AS Feuerberg

Straßenflächen

B 37	1.290 m ²	$\psi = 0,9$	$A_{red} =$	1.161 m ²
B 37	2.400 m ²			
	1.980 m ²			
	1.725 m ²			
	<u>280 m²</u>			
	6.385 m ²	$\psi = 0,8$	$A_{red} =$	5.108 m ²
K 8	4.849 m ²			
	<u>3.873 m²</u>			
	8.722 m ²	$\psi = 0,8$	$A_{red} =$	6.977,6 m ²
Rampen				
Nord	193 m ²			
	522 m ²			
	<u>690 m²</u>			
	1.405 m ²	$\psi = 0,8$	$A_{red} =$	1.124 m ²

Eingabewerte:

u	=	0,2 1/a	
r _{15,1}	=	130 l/sha	
A _{red}	=	32.900 m ²	
A _s	=	2.190 m ²	
k _f	=	10 ⁻⁶ m/s	(gem. Versickerungsgutachten 11/23 k _f = 1 x 10 ⁻⁵ m/s)

Hilfsgrößen

Phi	=	2,568
Phi'	=	0,385

Ergebnisse

maßg. T	=	391,6 min
erf. V	=	1.119,4m ³ (bei n = 0,1 1/a ⇒ erf. V = 1.407,5 m ³)
vorh. V	=	1.483,8 m ³

das sich wie folgt zusammensetzt:

V ₁	=	457,8 m ³ (t = 0,4 m)
V ₂	=	720,5 m ³ (t = 0,5 m)
V ₃	=	66,0 m ³ (t = 0,2 m)
V ₄	=	52,5 m ³ (t = 0,2 m)
V ₅	=	187,0 m ³ (t = 0,3 m)

Das Versickerungsbecken wird mit unterschiedlichen Sohllagen vorgesehen. Damit werden die Einstauhöhen gering gehalten ($t \leq 0,5$ m) und eine gute Einpassung in das Gelände erreicht.

Die Zwischendämme sind durchlässig gestaltet.

Das Stauvolumen ist ausreichend, um die anfallenden Wassermengen eines 10jährigen Ereignisses der Versickerung zuzuführen.

Größere Abflüsse gelangen über den talseits quer verlaufenden Wirtschaftsweg (Fl.St.Nr. 2834/2) und das unterhalb liegende Grundstück (Fl.St.Nr. 2839/5) zum "Seegraben".

7 Regenwasserbehandlung

7.1 Nachweis der breitflächigen Versickerung (Muldenversickerung) der nördlichen Fahrspur

Die nördliche Fahrspur entwässert zwischen Station 0+262,136 und 0+557 breitflächig über Bankett und Mulde ins angrenzende Gelände. Der Nachweis erfolgt entsprechend REwS, Abschnitt 8.1.2.

Flächen:

$A_{\text{red,Fahr.}}$	$= L \text{ [m]} \times B \text{ [m]} \times \Psi_s \text{ [m}^2\text{]}$	mit $\Psi_s = 0,9$
$A_{\text{red,Fahr.}}$	$= 295 \times 8 \times 0,9 = 2.124 \text{ m}^2$	$= 0,21 \text{ ha}$
A_{Bankett}	$= 295 \times 1,5 = 442 \text{ m}^2$	$= 0,04 \text{ ha}$
A_{Mulde}	$= 295 \times 2,0 = 590 \text{ m}^2$	$= 0,06 \text{ ha}$

Nachweis der Versickerung von $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l/(s x h)}$ über Bankett und Mulde mit spezifischen Versickerungsraten (gemäß REwS – Tabelle 4):

$$q_{s,\text{Bankett}} = \text{mind. } 10 \text{ l/(s x ha)}$$

$$q_{s,\text{Mulde}} = 100 \text{ l/(s x ha)}$$

$$Q = r_{\text{krit}} * A_{e,k,\text{Straße}} * \psi_s + \sum ((r_{\text{krit}}) - q_s) * A_{e,k,\text{AEZG}}$$

$$\begin{aligned} Q &= 15 \text{ l/(s x ha)} \times 0,21 \text{ ha} \\ &\quad + (15 \text{ l/(s x ha)} - 10 \text{ l/(s x ha)}) \times 0,04 \text{ ha} \\ &\quad + (15 \text{ l/(s x ha)} - 100 \text{ l/(s x ha)}) \times 0,06 \text{ ha} \\ &= 3,15 + 0,2 + (- 5,1) \quad = - 1,75 \text{ l/s} = \text{kein Abfluss} \end{aligned}$$

➔ Behandlungsziel erreicht! Eine weitere Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

7.2 Nachweis der Reinigungsleistung Sickermulde 1 nach DWA M 153

1) Schutzbedürfnis des Gewässers (nach Tabellen A. 1a und A.1b, DWA-M 153)

Gewässertyp: G12 G = 12

2) Abschätzung der Einflüsse aus der Luft (nach Tabelle A.2, DWA-M 153)

Luftverschmutzung L2 L_i = 4

3) Abschätzung der Flächenverschmutzung

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Einzugsgebiet A _e =	0,08 ha					0,29 ha
mittlerer Abflussbeiwert $\psi_{m,i}$ =	0,40					0,90
undurchlässige Fläche A _u =	0,03 ha					0,26 ha
Gesamtfläche A _u	0,29 ha					
Flächenanteil f _i =	0,11					0,89

4) Berechnung der Abflussbelastung:

Flächentyp:	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Punkte F _i :	12					35
Punkte L _i :	1					4
B _i = f _i * (L _i + F _i):	1,42		0,00	0,00	0,00	34,74

Abflussbelastung: $B = \sum B_i = 36,2$
**B > G, Regenwasserbeha
 erforderlich !**

max. Durchgangswert: $D_{max} = G / B = 0,33$

5) Berechnung des Durchgangswertes D_i (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c, DWA-M 153):

vorgesehene Behandlungsmaßnahme	Typ	Durchgangswerte D _i
Versickerung durch 30 cm bewachsenem Oberboden	D1	0,20
Bodenpassage unter Mulde mind. 3 m Mächtigkeit kf = 1 x 10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁶	D4	0,45
Durchgangswert D = Produkt aller D _i		D _{ist} = 0,09

$$D_{ist} < D_{max} \quad 0,09 < 0,33$$

6) Berechnung des Emissionswertes E:

Emissionswert E = B * D _{ist} :	E = 3,25
--	----------

Anzustreben: $E \leq G \quad 3,25 \leq 12 \rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

gesehen:

aufgestellt:

i. V. Dipl.-Ing. (FH) Christoph Jung

i. A. Anja Berberich