

**K2 (DÜW)
Gradientenverbesserung im Zuge der Erneuerung
einer EÜ bei Dackenheim**

Von Bau-km : 0+980,00 K 2 bis
1+440,00 K 2

Nächster Ort : Dackenheim

Baulänge : ca. 460 m

Länge der Anschlüsse : ---

Rheinland-Pfalz



LBM

LANDESBETRIEB
MOBILITÄT
WORMS

Erläuterungsbericht Wassertechnische Berechnungen

- Feststellungsentwurf -

<p style="text-align: center;">Aufgestellt Speyer, den 20.07.2018</p> <p style="text-align: center;"><i>i.A. gez. Krömer</i></p> <p style="text-align: center;">Landesbetrieb Mobilität Speyer St. Guido-Straße 17, 67346 Speyer Telefon: 0 62 32 / 626 – 0 Fax. - 1104</p>	

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines	3
1.1. Anlass zum Entwurf	3
1.2. Vorarbeiten und Planunterlagen	3
1.3. Außeneinzugsgebiete	3
1.4. Ver- und Entsorgungseinrichtungen	3
1.5. Wasserschutzgebiete	3
2. Bestehende und geplante Oberflächenentwässerung	3
2.1. Bestehende Oberflächenentwässerung	3
2.2 Geplante Oberflächenentwässerung	4
3. Berechnungsgrundlagen	4
3.1 Berechnungswerte	4
3.2 Berechnungen	4
4. Wassertechnische Berechnungen	6
4.1 Oberflächenabfluss vorher, Q_v	6
4.2 Oberflächenabfluss nachher, Q_n	6
4.3 Änderung Oberflächenabfluss, Q_m	6
4.4 Abschätzung Rinne und Straßenabläufe	7
4.5 Bemessung der Längsverrohrung	8
4.6 Bemessung der Mulden	10

ANHANG

Anhang 18.1.1 KOSTRA - Auswertung

Anhang 18.1.2 bis 18.1.7 Bemessung Straßenabläufe

1. ALLGEMEINES

1.1. Anlass zum Entwurf

Der vorliegende Entwurf behandelt den Umbau der vorhandenen K 2 von Dackenheim nach Freinsheim (Bau-Km 0+980,00 bis 1+440,00).

Es ist zukünftig vorgesehen die K 2 mit einer veränderten Böschungssituation im Zuge der Erneuerung einer Eisenbahnüberführung (EÜ) verkehrs- sowie standsicherheitstechnisch zu optimieren.

Die Gradientenverbesserung der K 2 erfolgt aufgrund von Rutschungen der Straßenböschung und der erforderlichen Erneuerung einer Eisenbahnüberführung. Eine lichte Höhe von 4,50 m zwischen Unterkante Bauwerk und Fahrbahnoberfläche muss gegeben sein. Im Zuge dessen wird die geplante Achse der K 2 im Abschnitt (Bau-km 1+190,00 bis 1+300,00) in Richtung Südwesten verschoben. Dadurch resultiert eine größere Sichtweite. Des Weiteren werden zwischen den unüblich steilen Böschungen und der Fahrbahn Randstreifen angeordnet.

Im Zuge des Ausbaus erfolgt eine Neuordnung der vorhandenen Entwässerungseinrichtungen der K2.

1.2. Vorarbeiten und Planunterlagen

Als Planunterlagen dienen der Lageplan Lagepläne M. 1: 500, der Höhenplan M. 1:100/100 sowie die Übersichtskarte M. 1:10.000.

1.3. Außeneinzugsgebiete

Durch den Ausbau der Anschlussstelle werden vorhandene Außeneinzugsgebiete nicht verändert.

1.4. Ver- und Entsorgungseinrichtungen

Bei Bau-km 1+309 quert ein Mischwasserkanal SB DN 300 die linke Fahrspur aus nordöstlicher Richtung und schließt bei ca. Bau-Km 1+310,00 in Straßenmitte an einen Schacht an. Danach verläuft der Mischwasserkanal mit DN 300 weiter in Straßenmitte bis ca. Bau-Km 1+345, knickt dort an einem Schacht in südöstlicher Richtung ab und verläuft ab ca. Bau-Km 1+381 im nördlichen Fahrbahnrand parallel zur K2.

Weiterhin verlaufen bis ca. Bau-Km 1+340,00 parallel zur K2 am westlichen und östlichen Fahrbahnrand Fernmeldeleitungen der Telekom. Im weiteren Verlauf liegen diese Fernmeldeleitungen, links- und rechtsseitig der Straße, im Bereich der Mulden.

1.5. Wasserschutzgebiete

Wasserschutzgebiete sind im Planungsbereich nicht ausgewiesen.

2. BESTEHENDE UND GEPLANTE OBERFLÄCHENENTWÄSSERUNG

2.1. Bestehende Oberflächenentwässerung

Die Oberflächenentwässerung der K 2 erfolgt von Bauanfang bis ca. Bau-km 1+340 über beidseitige Bordrinnen die in die unmittelbar hinter der Bahnüberführung (Bau-Km 1+340,00) beginnenden beidseitigen straßenbegleitenden Mulden entwässern.

2.2 Geplante Oberflächenentwässerung

Von Bauanfang bis ca. Bau-km 1+340 erfolgt die Entwässerung der Verkehrsflächen der K2 entsprechend ihrer Querneigung über Bordanlagen mit Straßenabläufe mit integrierter Längsentwässerung. Vor dem neuen Überführungsbauwerk der Bahn entwässern die beidseitigen Längsleitungen unter den Bordrinnen in einen neuen Regenwasserkanal in der K 2. Unmittelbar nach der Querung des Bauwerks knickt der Kanal in das südliche Bankett ab und entwässert südöstlich des Bahndammes in die neue straßenbegleitende Mulde. Von Bau-Km 1+340,00 bis zum Ende der Baustrecke entwässert die K 2 wie bisher in die straßenbegleitenden Mulden. Die Mulden verlaufen parallel zur Straße und weisen das gleiche Gefälle wie die Straße auf. Da das Gefälle mindestens 6,238 % beträgt, werden die Mulden zum Schutz vor Erosion durch das abfließende Wasser und zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit mit einer rauen Sohlbefestigung ausgeführt.

3. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

3.1 Berechnungswerte

Die Berechnungsregenspenden zur Ermittlung des Oberflächenabflusses werden anhand der aktuellen Daten des KOSTRA-Atlanten „Starkniederschlagshöhen für Deutschland“ (KOordinierte STarkniederschlags - Regionalisierungs - Auswertung) des Deutschen Wetterdienstes DWD, Stand 2010, ermittelt. Die Ergebnisse der KOSTRA - Auswertung sind dem Anhang 18.1.1 zu entnehmen.

Entsprechend der „Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil Entwässerung (RAS-Ew, Ausgabe 2005)“ wurden die Abflussbeiwerte wie folgt gewählt:

Fahrbahn asphaltiert $\psi = 0,9$

Für Mulden und Böschungen, Bankette werden gemäß gültiger RAS-Ew folgende Sickerraten angesetzt:

Mulde $q_s = -150 \text{ l/sxha}$
Böschung, Bankett, Grünfläche $q_s = -100 \text{ l/sxha}$

3.2 Berechnungen

Die Berechnung des Oberflächenabflusses erfolgt nach dem Zeitbeiwertverfahren. Die Ermittlung des Oberflächenabflusses von Außeneinzugsgebieten erfolgt nach dem Verfahren von Kalweit.

Die Dimensionierung von Rohrleitungen erfolgt anhand der Formeln von Prandtl-Colebrook. Die Betriebsrauigkeiten werden entsprechend dem Rohrmaterial wie folgt gewählt:

Stahlbetonrohre $k_b = 1,0 \text{ mm}$
Kunststoffrohre $k_b = 0,5 \text{ mm.}$

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit geplanter Mulden erfolgt nach Formel (7), RAS-Ew:

$$Q = k_{st} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{i} \cdot \frac{b}{2h} \text{ [m}^3\text{/s].}$$

Straßenbegleitende Mulden werden entsprechend der RAS-Ew in Abhängigkeit des Muldengefälles wie folgt ausgeführt:

$I_{\text{Mulde}} < 4 \%$ Rasenmulde
 $4 \% < I_{\text{Mulde}} < 10 \%$ raue Sohlbefestigung

10 % < I_{Mulde}

Raubettmulde

Zur Bestimmung der Muldenleistung werden die Strickler-Beiwerte k_{st} gewählt zu:

Rasenmulde $k_{\text{st}} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

raue Sohlbefestigung $k_{\text{st}} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Raubettmulde $k_{\text{st}} = 45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Durchlässe mit offenem Einlauf (Böschungsstücke) werden anhand der Formel (9) RAS-Ew von Manning Strickler bemessen.

$$Q = \left(\frac{\frac{8}{g \cdot \pi \cdot 2 \cdot d^4} \cdot \left(1,5 + \frac{2 \cdot g \cdot l}{k_{\text{st}} \cdot 2 \cdot \left(\frac{d}{4} \right)^{\frac{4}{3}}} \right)}{\Delta h} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Die Bemessung der Bordrinnen mit Abläufen und der erforderlichen Ablaufabstände erfolgt nach Formel (6) RAS-Ew

$$Q = k_{\text{st}} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{l} \cdot \frac{0,315}{q} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

mit Q = Durchfluss
 l = Rinnenlängsneigung
 q = Gerinnequerneigung
 h = Wassertiefe am Straßenbord
 k_{st} = Rauheitsbeiwert.

Die erforderlichen Ablaufabstände ergeben sich aus dem Rinnenzufluss und der Leistungsfähigkeit der Rinne in Abhängigkeit der Rinnenausbildung, der Wasserspiegelbreite und Rinnenlängsgefälle bzw. der Leistungsfähigkeit des Ablaufes in Abhängigkeit des gewählten Ablaufes, der Wasserspiegelbreite und dem Rinnenlängsgefälle.

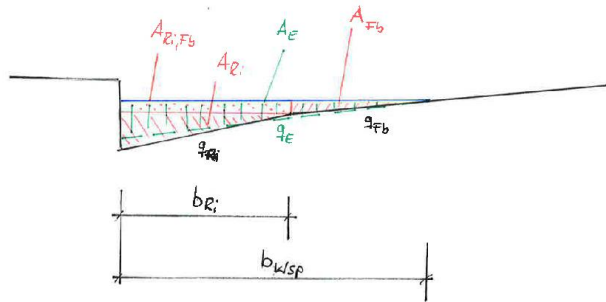
Maßgebend für den erforderlichen Ablaufabstand ist der kleinere Wert der Abflussleistung von Rinne und Ablauf.

Die Rinnen werden aus Rinnenplatten 10-12/30 mit $q_R = 6,67 \%$ erstellt.

Die zulässige Wasserspiegelbreite gemäß Abschnitt 1.4.3, RAS-Ew für $n = 1$ darf mit $b_{\text{wsp}} = 1/10$ der Breite der zur Bordrinne hin entwässernden Straßenfläche angesetzt werden. Im Bereich des linksseitigen Einschnittes wird von Bau-Km 0+980,00 bis Bau-Km 1+190,35 die Wasserspiegelbreite auf $b_{\text{wsp}} = 0,40 \text{ m}$ begrenzt. Im übrigen Bereich wird die zulässige Wasserspiegelbreite gleich der Breite der Rinne gesetzt.

Für die Bemessung der Ablaufabstände im Bereich der einseitigen Querneigung der Fahrbahn wird für die Wasserspiegelbreite von $0,40 \text{ m}$ mit einer „Ersatzrinne“ mit Querneigung q_E und Abflussfläche A_E gerechnet. Die Abflussfläche der Ersatzrinne entspricht der Abflussfläche aus Rinne und Fahrbahn bei einer Wasserspiegelbreite von $0,40 \text{ m}$.

Die Rinnenquerneigung q_E ermittelt sich hierbei wie folgt:



$$A_E = A_{Ri} + A_{Fb} + A_{Ri, Fb}$$

$$\text{mit } A_{Ri} = b_{Ri} \cdot q_{Ri} \cdot b_{Ri} \cdot 0,5$$

$$A_{Fb} = (b_{wsp} - b_{Ri}) \cdot q_{Fb} \cdot (b_{wsp} - b_{Ri}) \cdot 0,5$$

$$A_{Ri, Fb} = (b_{wsp} - b_{Ri}) \cdot q_{Fb} \cdot b_{Ri}$$

$$A_E = b_{wsp} \cdot q_E \cdot b_{wsp} \cdot 0,5$$

ergibt sich hier

$$q_E = (0,035 \cdot q_{Fb} + 0,045 \cdot q_{Ri}) / 0,08$$

4. WASSERTECHNISCHE BERECHNUNGEN

4.1 Oberflächenabfluss vorher, Q_v

aus Fahrbahn

$$Q = 0,271 \text{ ha} \cdot 0,9 \cdot 114,4 \text{ l/(s*ha)} = 27,9 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung

$$Q = 0,191 \text{ ha} \cdot (114,4 - 100,0) \text{ l/(s*ha)} = 2,8 \text{ l/s}$$

Mulde

$$Q = 0,031 \text{ ha} \cdot (114,4 - 150,0) \text{ l/(s*ha)} = -1,1 \text{ l/s}$$

Unbefestigte Fläche

$$Q = 0,048 \text{ ha} \cdot 0,1 \cdot 14,4 \text{ l/(s*ha)} = \underline{0,5 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_v = 30,1 \text{ l/s}$$

4.2 Oberflächenabfluss nachher, Q_n

aus Fahrbahn

$$Q = 0,283 \text{ ha} \cdot 0,9 \cdot 114,4 \text{ l/(s*ha)} = 29,1 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung

$$Q = 0,229 \text{ ha} \cdot (114,4 - 100,0) \text{ l/(s*ha)} = 3,3 \text{ l/s}$$

Mulde

$$Q = 0,029 \text{ ha} \cdot (114,4 - 150,0) \text{ l/(s*ha)} = \underline{-1,0 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_n = 31,4 \text{ l/s}$$

4.3 Änderung Oberflächenabfluss, Q_m

$$Q_m = Q_n - Q_v$$

$$= 31,4 \text{ l/s} - 30,1 \text{ l/s}$$

$$= 1,3 \text{ l/s}$$

Aufgrund der Baumaßnahmen ergibt sich eine geringfügige Erhöhung des Oberflächenabfluss von ca. 1,3 l/s.

4.4 Abschätzung Rinne und Straßenabläufe

4.4.1 Rinne rechts 1+316,64 Rinnenende bis 0+980,00 Beginn Ausbau

- Rinne 1+316,64 Rinnenende bis 1+265,24 Beginn Stützmauer
 - Fahrbahn/ Rinne
 $Q_{Fb,Ri} = 0,035 \text{ ha} * 0,9 * 114 \text{ l/(s*ha)}$ = 3,6 l/s
 - Bankett/ Böschung
 $Q_{Ba,Bö} = 0,05 \text{ ha} * (114,4-100) \text{ l/(s*ha)}$ = 0,07 l/s
= 3,67 l/s
 - $q_{zu} = 3,67 \text{ l/s} / 51,4 \text{ m}$ = 0,07 l/s*m
 - Rinne b = 0,30 m $q_{Ri} = 6,67 \%$
 - Ablaufabstände siehe Anhang 18.1.2
- Rinne 1+295,24 Beginn Stützmauer bis 1+190,35 q=0
 - Fahrbahn/ Rinne
 $Q_{Fb,Ri} = 0,047 \text{ ha} * 0,9 * 114 \text{ l/(s*ha)}$ = 4,84 l/s
 - Bankett/ Böschung
 $Q_{Ba,Bö} = 0,03 \text{ ha} * (114,4-100) \text{ l/(s*ha)}$ = 0,41 l/s
= 5,25 l/s*m
 - $q_{zu} = 5,25 \text{ l/s} / 74,89 \text{ m}$ = 0,07 l/s*m
 - Rinne b = 0,30 m $q_{Ri} = 6,67 \%$
 - Ablaufabstände siehe Anhang 18.1.2
- Rinne 1+190,35 q=0 bis 1+072,26 q=0
 - Fahrbahn/ Rinne
 $Q_{Fb,Ri} = 0,089 \text{ ha} * 0,9 * 114,4 \text{ l/(s*ha)}$ = 9,22 l/s
 - Bankett / Böschung
 $Q_{Ba,Bö} = 0,054 \text{ ha} * (114,4 - 100)$ = 0,78 l/s
= 10 l/s
 - $q_{zu} = 10,0 \text{ l/s} / 118,09 \text{ m}$ = 0,085 l/s*m
 - Rinne b = 0,30 m, $q_{Ri} = 6,67\%$
 - Ablaufabstände siehe Anhang 18.1.3
- Rinne 1+072,26 q=0 bis 1+980,00 Beginn Ausbau
 - Fahrbahn/ Rinne
 $Q_{Fb,Ri} = 0,03 \text{ ha} * 0,9 * 114,4 \text{ l/(s*ha)}$ = 3,09 l/s
 - Bankett/ Böschung
 $Q_{Ba,Bö} = 0,03 \text{ ha} * (114,4 - 100) \text{ l/(s*ha)}$ = 0,43 l/s
= 3,52 l/s
 - $q_{zu} = 3,52 \text{ l/s} / 92,26 \text{ m}$ = 0,038 l/s*m
 - Rinne b = 0,30 m, $q_{Ri} = 6,67\%$
 - Ablaufabstände siehe Anhang 18.1.4

4.4.2 Rinne links 1+314,17 vor BÜ bis 0+980,00 Beginn Ausbau

- Rinne 1+314,17 Rinnenende bis 1+190,35 $q=0$
Fahrbahn/ Rinne
 $Q_{Fb,Ri} = 0,004 \text{ ha} * 0,9 * 114,4 \text{ l/(s*ha)} = 0,41 \text{ l/s}$
Bankett/ Böschung
 $Q_{Ba,Bö} = 0,124 \text{ ha} * (114,4 - 100) \text{ l/(s*ha)} = 1,79 \text{ l/s}$
 $= 2,20 \text{ l/s}$
 $q_{zu} = 2,2 \text{ l/s} / 123,82 \text{ m} = 0,02 \text{ l/s*m}$
 $b = 0,30 \text{ m}, q_{Ri} = 6,67\%$
Ablaufabstände siehe Anhang 18.1.5
- Rinne 1+190,35 $q=0$ bis 1+072,26 $q=0$
Fahrbahn/ Rinne
 $Q_{Fb,Ri} = 0,074 \text{ ha} * 0,9 * 114,4 \text{ l/(s*ha)} = 7,6 \text{ l/s}$
Bankett/ Böschung
 $Q_{Ba, Bö} = 0,042 \text{ ha} * (114,4 - 100) \text{ l/(s*ha)} = 0,6 \text{ l/s}$
 $= 8,2 \text{ l/s}$
 $q_{zu} = 8,2 \text{ l/s} / 118,09 \text{ m} = 0,07 \text{ l/s*m}$
Rinne $b_{WSP} = 0,40 \text{ m}, q_{Ri} = q_E$
Ablaufabstände siehe Anhang 18.1.6
- Rinne 1+072,26 $q=0$ bis 0+980,00 Beginn Ausbau
Fahrbahn/ Rinne
 $Q_{Fb, Ri} = 0,0303 \text{ ha} * 0,9 * 114,4 \text{ l/(S*ha)} = 3,12 \text{ l/s}$
Bankett/ Böschung
 $Q_{Ba, Bö} = 0,01 \text{ ha} * (114,4 - 100) \text{ l/(s*ha)} = 0,14 \text{ l/s}$
 $= 3,26 \text{ l/s}$
 $q_{zu} = 3,26 \text{ l/s} / 92,26 \text{ m} = 0,04 \text{ l/s*m}$
Rinne $b_{WSP} = 0,40 \text{ m}, q_{Ri} = q_E$
Ablaufabstände siehe Anhang 18.1.7

4.5 Bemessung der Längsverrohrung

Die Rinnen 4.4.1 und 4.4.2 entwässern gemeinsam in einen neuen Regenwasserkanal, der unmittelbar nach dem Bahnübergang in die rechtseitige Mulde eingeleitet wird.

4.5.1 Kanal A 2.1- A 2.13

Zulauf aus Bordrinne: $Q = 22,4 \text{ l/s}$

Gewählt: PP DN 200, $I_{min} = 3,14 \%$, $k_b = 0,5$

$$Q_v = 69,3 \text{ l/s} \quad v_v = 2,21 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 22,4 \text{ l/s} \quad v_t = 1,98 \text{ m/s}$$

4.5.2 Kanal A 1.1 – A 1-10

Zulauf aus Bordrinne: $Q = 13,6 \text{ l/s}$

Gewählt: PP DN 200, $I_{\min} = 2,69 \%$, $k_b = 0,5$

$$Q_v = 64,1 \text{ l/s} \quad v_v = 2,04 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 13,6 \text{ l/s} \quad v_t = 1,64 \text{ m/s}$$

4.5.3 Haltung A 1.10 – R1

Zulauf: $Q = 13,6 \text{ l/s}$

Gewählt: PP DN 200, $I = 6,99 \%$, $k_b = 0,5$

$$Q_v = 103,7 \text{ l/s} \quad v_v = 3,3 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 13,6 \text{ l/s} \quad v_t = 2,32 \text{ m/s}$$

4.5.4 Haltung A 2.13 – R1

Zulauf: $Q = 22,4 \text{ l/s}$

Gewählt: PP DN 200, $I = 2,75 \%$, $k_b = 0,5$

$$Q_v = 64,8 \text{ l/s} \quad v_v = 2,06 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 22,4 \text{ l/s} \quad v_t = 1,88 \text{ m/s}$$

4.5.5 Haltung R1 – R2

Zulauf: $Q = 22,4 \text{ l/s} + 13,6 \text{ l/s} = 36 \text{ l/s}$

Gewählt: PP DN 200, $I = 8,48 \%$, $k_b = 0,5$

$$Q_v = 114,3 \text{ l/s} \quad v_v = 3,64 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 36 \text{ l/s} \quad v_t = 3,24 \text{ m/s}$$

4.5.6 Haltung R2 – R3

Zulauf: $Q = 36 \text{ l/s}$

Gewählt: PP DN 200, $I = 7,35 \%$, $k_b = 0,5$

$$Q_v = 106,3 \text{ l/s} \quad v_v = 3,39 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 36 \text{ l/s} \quad v_t = 3,07 \text{ m/s}$$

4.5.7 Haltung R3 – Auslauf

Zulauf: $Q = 36,0 \text{ l/s}$

Gewählt: PP DN 250, $I = 1,61 \%$, $k_b = 0,5$

$$Q_v = 89,2 \text{ l/s} \quad v_v = 1,82 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 36 \text{ l/s} \quad v_t = 1,72 \text{ m/s}$$

4.6 Bemessung der Mulden

Der Kanal entwässert in die Mulde rechts der K 2. Zusätzlich erhält die Mulde Oberflächenwasser der Böschung und aus dem Bankett.

4.6.1 Mulde rechts

Zulauf aus Kanal		
$Q_{\text{Kanal}} =$		$= 36,0 \text{ l/s}$
Bankett, Böschung		
$Q_{\text{Ba, Bö}} = 0,021 \text{ ha} * (114,4 - 100) \text{ l/(s*ha)}$		$= 0,3 \text{ l/s}$
Mulde		
$Q_{\text{Ba, Bö}} = 0,015 \text{ ha} * (114,4 - 150) \text{ l/(s*ha)}$		$= -0,5 \text{ l/s}$
	Q_{zu}	$= 35,8 \text{ l/s}$

$$\text{Mulde, } b = 1,50 \text{ m, } t = 0,30, k_{\text{St}} = 30, I_{\text{min}} = 6,238 \%$$

$$Q_{\text{Mu}} = 881,4 \text{ l/s} \gg Q_{\text{zu}} = 35,8 \text{ l/s}$$

4.6.2 Mulde links

Fahrbahn, Rinne		
$Q_{\text{Fb, Ri}} = 0,068 \text{ ha} * 0,9 * 114,4 \text{ l/(s*ha)}$		$= 7,0 \text{ l/s}$
Bankett, Böschung		
$Q_{\text{Ba, Bö}} = 0,027 \text{ ha} * (114,4 - 100) \text{ l/(s*ha)}$		$= 0,4 \text{ l/s}$
Mulde		
$Q_{\text{Ba, Bö}} = 0,015 \text{ ha} * (114,4 - 150) \text{ l/(s*ha)}$		$= -0,5 \text{ l/s}$
	Q_{zu}	$= 6,9 \text{ l/s}$

$$\text{Mulde, } b = 1,50 \text{ m, } t = 0,30, k_{\text{St}} = 30, I_{\text{min}} = 6,238 \%$$

$$Q_{\text{Mu}} = 881,4 \text{ l/s} \gg Q_{\text{zu}} = 6,9 \text{ l/s}$$