



Anhang 4 - Dimensionierung RKB

	Seite
1. RKB 1	1
1.1. Einzugsgebiet	1
1.1.1 Flächen (Planung)	1
1.1.2 Abflüsse	2
1.2. Auswahl der erforderlichen Behandlungsanlagen (VwV Straßenoberflächenwasser, Jan. 2008)	3
1.3. Bemessung RKB ohne Dauerstau	5
1.4. Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal	6
1.4.1 Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal	6
1.4.2 Klärüberlaufschlitz (gedrosselter Klärüberlauf KÜ)	8
1.4.3 Zusammenwirken von Beckenüberlauf (BÜ) und gedrosseltem Klärüberlauf	8
1.4.4 Nachweis der horizontalen Fließgeschwindigkeit im Becken bei Durchfluss von $maxQ_{KÜ}$	9
1.4.5 Hydraulische Verhältnisse am Einlauf in die Beckenkammer	9
1.5. Festlegung der Höhenkoten des Beckens	11
1.6. Entleerungszeit	11
1.7. Nachweis Entlastungskanal (EK)	12
1.8. Nachweis Beckenüberlaufkanal (BK)	13
1.9. Klärüberlaufgerinne (KÜ)	14
1.10. Nachweis Klärüberlaufschlitze	14
2. RKB 2	15
2.1. Einzugsgebiet	15
2.1.1 Flächen (Planung)	15
2.1.2 Abflüsse	16
2.2. Auswahl der erforderlichen Behandlungsanlagen (VwV Straßenoberflächenwasser, Jan. 2008)	18
2.3. Bemessung RKB ohne Dauerstau	20
2.4. Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal	21
2.4.1 Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal	21
2.4.2 Klärüberlaufschlitz (gedrosselter Klärüberlauf KÜ)	23
2.4.3 Zusammenwirken von Beckenüberlauf (BÜ) und gedrosseltem Klärüberlauf	23
2.4.4 Nachweis der horizontalen Fließgeschwindigkeit im Becken bei Durchfluss von $maxQ_{KÜ}$	24
2.4.5 Hydraulische Verhältnisse am Einlauf in die Beckenkammer	25
2.5. Festlegung der Höhenkoten des Beckens	26
2.6. Entleerungszeit	26
2.7. Nachweis Entlastungskanal (EK)	27
2.8. Nachweis Beckenüberlaufkanal (BK)	28
2.9. Klärüberlaufgerinne (KÜ)	29
2.10. Nachweis Klärüberlaufschlitze	29





1. RKB 1
1.1 Einzugsgebiet
1.1.1 Flächen (Planung)

Flächentyp	Gesamt- fläche $A_{E,k}$	Befestigungs- grad ψ	befest. Fläche A_u
------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Einzugsgebiet RRB1a (EZG 07)			
gedrosselter Ablauf: 45 l/(s x ha)	7,67 ha	0,50	3,85 ha

festgelegter
Drosselablauf

Einzugsgebiet PWC (EZG 07)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	0,39 ha	0,90	0,35 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	0,57 ha	0,75	0,43 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	0,29 ha	0,30	0,09 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,13 ha	0,67	0,09 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	0,60 ha	0,15	0,09 ha
Außengebiete	0,00 ha	-	0,00 ha
Sonstige Flächen	0,03 ha	0,10	0,00 ha
Summe	2,01 ha	0,52	1,04 ha

Einzugsgebiet T+R-Anlage Pforzheim (EZG 07)			
Summe	4,95 ha	0,74	3,69 ha

s. Planung KMP

Einzugsgebiet A8 (EZG 07)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	0,00 ha	-	0,00 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	5,50 ha	0,75	4,12 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	1,53 ha	0,30	0,46 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,34 ha	0,30	0,10 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	3,01 ha	0,30	0,90 ha
Außengebiete	0,92 ha	0,05	0,05 ha
Sonstige Flächen	0,00 ha	-	0,00 ha
Summe	11,31 ha	0,50	5,63 ha

Einzugsgebiet B10 (EZG 06)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	0,91 ha	0,90	0,82 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	3,51 ha	0,75	2,63 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	1,55 ha	0,30	0,47 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,01 ha	0,35	0,00 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	0,89 ha	0,42	0,37 ha
Außengebiete	1,84 ha	0,05	0,09 ha
Sonstige Flächen	0,00 ha	-	0,00 ha
Summe	8,71 ha	0,50	4,39 ha

Gesamteinzugsgebiet			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	1,30 ha	0,90	1,17 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	9,58 ha	0,75	7,18 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	3,36 ha	0,30	1,01 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,49 ha	0,40	0,20 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	4,51 ha	0,30	1,36 ha
Außengebiete	2,77 ha	0,05	0,14 ha
Sonstige Flächen	4,98 ha	0,74	3,69 ha
Summe	26,98 ha	0,55	14,75 ha
	34,65 ha	0,54	18,60 ha

(ohne RRB1a)
(mit RRB1a)

Angaben zu den EZG ist Tab. 13.4.1 zu entnehmen.

Der Abfluss des EZG des RRB 1a wird mit einem Trennbauwerk zum Teil über das RKB 1 entwässert. Dabei sollen 45 l/(s x ha) direkt zum RKB 1 geführt werden. Dies bedeutet, dass der erste Schmutzstoß über das RKB 1 geführt wird.





1.1.2 Abflüsse

Gesamtabfluss zum RKB

- Annahmen:

- Jährigkeit für sonstige Leitungen:	$n = 1,0$	$r_{15,1}$	=	113,90 l/(s x ha)
- Jährigkeit für Mittelstreifenleitungen:	$n = 0,33$	$r_{15,0,3}$	=	165,20 l/(s x ha)
- Jährigkeit für allgemeine Leitungen:	$n = 1,0$	$r_{15,1}$	=	113,90 l/(s x ha)

- Gesamtabfluss - Bemessungsregen

EZG 06	$Q_{o, 06}$	=	458,77 l/s
EZG 07	$Q_{o, 07}$	=	643,60 l/s
EZG PWC	$Q_{o, PWC}$	=	119,02 l/s
EZG T+R	$Q_{o, T+R}$	=	419,84 l/s
EZG RRB1a	$Q_{o, RRB 1a}$	=	174,00 l/s
	ΣQ_o	=	1.815,23 l/s
			1,82 m³/s

- Im Einzugsgebiet sind keine Drosseln geplant.

- Bemessungsregen

$$Q_{o(r15,n)} = A_u \times r_{15,n}$$

$$= 1.641,23 \text{ l/s} \quad (\text{ohne RRB1a})$$

$$= 1.815,23 \text{ l/s} \quad (\text{mit RRB1a})$$

Überprüfen der Erfordernis einer zusätzlichen Rückhaltung

Es erfolgt die Einleitung in die Enz, ein Gewässer mit natürlichem Abflussregime.

Der 1-jährige Hochwasserabfluss beträgt $HQ_1 = 33,40 \text{ m}^3/\text{s}$

(Quelle: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet Teil 1, Hoch- und Oberrhein, 2009)

Die Überprüfung der Erfordernis einer zusätzlichen Rückhaltung ergibt:

$$A_u = 18,60 \text{ ha}$$

$$r_{15,n=1} = 113,90 \text{ l/(s x ha)}$$

$$Q_{r(r15,n=1)} = 2.118,44 \text{ l/s}$$

$$= 2,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Da unmittelbar gegenüber der Einleitstelle des RKB 1 das RKB 2 ebenfalls in die Enz einleitet, muss der Nachweis mit der Summe der zwei Einleitungswassermengen geführt werden.

RKB 1	$Q_{r(r15,n=1)}$	=	2,12 m³/s
RKB 2	$Q_{r(r15,n=1)}$	=	3,91 m³/s
			6,03 m³/s

→ **keine zusätzliche Rückhaltung erforderlich, da $Q_{r15,1} < HQ_1$**

Anmerkung: Dieser maßgebende Abfluss $Q_{r15, n=1}$ ist kleiner als der errechnete Abfluss Q_o , da nach RAS-Ew bei der Bemessung von Rohrleitungen bei Mittelstreifenentwässerung die Regenhäufigkeit $n = 0,33$ angesetzt wird.





maßgebende Abflussmenge zur Bemessung des RKB ohne Dauerstau

- Annahmen:

- maßgeblich r_{krit} $r_{krit} = 45,00 \text{ l/(s x ha)}$
(siehe Besprechung RP KA am 13.08.2009, Aktenvermerk vom 17.08.2009)

- maßgebende Abfluss Q_{krit}

EZG 06	$Q_{krit, 06}$	=	197,50 l/s
EZG 07	$Q_{krit, 07}$	=	47,02 l/s
EZG PWC	$Q_{krit, PWC}$	=	47,02 l/s
EZG T+R	$Q_{krit, T+R}$	=	165,87 l/s
EZG RRB1a	$Q_{krit, RRB1a}$	=	173,10 l/s
ΣQ_{krit}		=	630,51 l/s
		=	0,63 m³/s

(Es wird kein Fremdwasseranteil berücksichtigt, da dieses getrennt vom Entwässerungssystem in die Enz abgeleitet wird.)

1.2 Auswahl der erforderlichen Behandlungsanlagen (VwV Straßenoberflächenwasser, Jan. 2008)

Festlegung Gewässertyp

- Gewässertyp

Einleitung in ein Fließgewässer innerhalb eines
Wasserschutzgebiet
G 22 = 11
→ besonderes Schutzbedürfnis

Ermittlung der Abflussbelastung

- Einflüsse aus der Luft:

Straßen außerhalb von Siedlungen
L 1 = 1
→ geringe Verschmutzung

- Belastung aus der Fläche:

- Straßenflächen Autobahn:

Straßen über 15.000 Kfz/24 h, z.B. zweibahnige
Bundesstraße, Bundesautobahn
F 6 = 35
→ starke Verschmutzung

- Parkplätze mit Vorreinigung:

Abminderung von F7 auf F6, wenn
Schmutzfangzellen vorhanden/ geplant sind:
Straßen über 15.000 Kfz/24 h, z.B. zweibahnige
Bundesstraße, Bundesautobahn
F 6 = 35
→ starke Verschmutzung

- eine anteilig Abminderung der Flächenbelastungspunkte auf 80 % kann vorgenommen werden, wenn:

- 10 % der Flächenanteile des Haupteinzugsgebietes des RKB über Rasenmulden entwässert werden,
- die Streckenabschnitte weisen ein Längsgefälle $< 4 \%$ auf

Haupteinzugsgebiet RKB 1:
Längsgefälle:

EZG 06-07
 $> 4 \%$

→ keine Abminderung möglich





- Abflussblastung:

EZG	Flächenanteil f_i		Luft L_i	Fläche F_i	Abflussbelastung
Nr.	$A_{u,i}$	f_i	Typ	Typ	$B_i = f_i \times (L_i + F_i)$
06	4,39 ha	23,60%	L 1	F 6	8
07	5,63 ha	30,28%	L 1	F 6	11
PWC	1,04 ha	5,62%	L 1	F 6	2
T+R	3,69 ha	19,82%	L 1	F 6	7
RRB1a	3,85 ha	20,68%	L 1	F 6	7
	18,60 ha	100,00%		$B = \sum B_i =$	36

→ **Behandlung ist erforderlich, da $B > G$**

Ermittlung des Emissionswertes

- Ermittlung des erforderlichen Durchgangswertes: $D_{\max} = 0,31 = G / B$

- vorgesehene Behandlungsmaßnahme:

- Anlagen mit Leerung und Reinigung nach Regenende und maximal 10 m/h Oberflächenbeschickung bei r_{krit} , z.B. Regenklärbecken ohne Dauerstau

- 70% Feststoffrückhalt im Jahresmittel entspricht bei RKB $r_{\text{krit}} = 60 \text{ l/(s x ha)}$

→ entsprechend Aktenvermerk v. 17.08.2009, Besprechung RP KA am 13.08.2009, kann eine Abminderung von r_{krit} auf 45 l/(s x ha) vorgenommen werden

$D_{22, c} = 0,30$

- Emissionswert: $E = 10,8 = B \times D$

→ **Behandlung ist ausreichend, da $E < G$**

- Der Einsatz der gewählten Behandlungsanlage - Regenklärbecken ohne Dauerstau und Bemessung mit $r_{\text{krit}} = 45 \text{ l/(s x ha)}$ - erfüllt die Anforderungen.





1.3 Bemessung RKB ohne Dauerstau

- Festlegungen:
 - Oberflächenbeschickung $q_A = 10,0 \text{ m/h}$
 - Bemessungsabfluss $Q_{\text{krit}} = 630,51 \text{ l/s}$
- erforderliche Oberfläche $A_{\text{RKB}} = 227 \text{ m}^2 = 3,6 \times Q_{\text{krit}} / q_A$

gewählte Dimensionen

geometrische Bedingungen:

- Verhältnis L : H = 6 - 15
- Verhältnis L : B = 3 - 4,5
- Verhältnis B : H = 2 - 4

nach VwV Straßenoberflächenwasser, S. 39 L : H = 10 : 15, kann auf 6 : 15 abgemindert werden in Abstimmung mit Herr Roth, Telefonnotiz, 26.04.2013

- gewählt
 - Länge RKB $L_{\text{RKB}} = 28,40 \text{ m}$
 - Breite RKB $B_{\text{RKB}} = 8,00 \text{ m}$
 - Höhe RKB $H_{\text{RKB}} = 2,00 \text{ m}$
- Nachweis

L : H =	6 - 15	L : H =	14,20	erfüllt
L : B =	3 - 4,5	L : B =	3,55	erfüllt
B : H =	2 - 4	B : H =	4,00	erfüllt
- gewählte Fläche RKB $A_{\text{RKB}} = 227 \text{ m}^2$
- gewähltes Volumen RKB $V_{\text{RKB}} = 454 \text{ m}^3$





1.4 Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal

1.4.1 Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal

- Zuleitungskanal 1:

- Schacht oben	Nr. _{oben}	=	8199
- Schacht unten	Nr. _{unten}	=	8113
- Durchmesser	DN	=	900 mm
- Sohle oben	S _{oben}	=	238,95 mNN
- Sohle unten	S _{unten}	=	238,65 mNN
- Länge	L _{Kanal1}	=	15,26 m
- Sohlgefälle	I _{so-Kanal1}	=	19,66 ‰
		=	1 : 51
- Rauigkeit	k _p	=	1,5 mm
- Abfluss	Q _{teil, Kanal1}	=	1.734,43 l/s
- Vollfüllung	Q _{voll, Kanal1}	=	2.505,01 l/s
		--> ausreichend dimensioniert, da > Q _o	
	V _{voll, Kanal1}	=	3,94 m/s

- Teilfüllungsverhältnis

	Q _{rkrit}	Q _o	max Q _o
Q	805,50 l/s	1.734,43 l/s	2.505,01 l/s
Q _{Teil} /Q _{voll}	0,32	0,69	1,00
h _T /d	0,390	0,613	0,818
h _T	0,35 m	0,55 m	0,74 m
WSP	239,00 mNN	239,20 mNN	239,39 mNN
V _{Teil} /V _{voll}	0,890	1,075	1,131
V _{Teil}	3,50 m/s	4,23 m/s	3,94 m/s

(Vollfüllung)

s. Füllhöhenkurve





- Zuleitungskanal 2:

- Schacht oben	Nr.oben	=	8112
- Schacht unten	Nr.unten	=	8113
- Durchmesser	DN	=	600 mm
- Sohle oben	S _{oben}	=	239,87 mNN
- Sohle unten	S _{unten}	=	239,45 mNN
- Länge	L _{Kanal2}	=	12,51 m
- Sohlgefälle	I _{so-Kanal2}	=	33,57 ‰
		=	1 : 30
- Rauigkeit	k _b	=	1,5 mm
- Abfluss	Q _{teil, Kanal2}	=	30,25 l/s
- Vollfüllung	Q _{voll, Kanal2}	=	1.125,47 l/s
		-->	ausreichend dimensioniert, da > Q _o
	V _{voll, Kanal2}	=	3,98 m/s

- Teilfüllungsverhältnis

	Q _{rkrit}	Q _o	max Q _o
Q	18,09 l/s	30,25 l/s	1.125,47 l/s
Q _{Teil} /Q _{voll}	0,02	0,03	1,00
h _T /d	0,090	0,110	0,818
h _T	0,05 m	0,07 m	0,49 m
WSP	239,50 mNN	239,52 mNN	239,94 mNN
V _{Teil} /V _{voll}	0,390	0,450	1,131
V _{Teil}	1,55 m/s	1,79 m/s	3,98 m/s

(Vollfüllung)

- Zuleitungskanal 3:

- Schacht oben	Nr.oben	=	8113
- Schacht unten	Nr.unten	=	8114
- Durchmesser	DN	=	1.200 mm
- Sohle oben	S _{oben}	=	237,65 mNN
- Sohle unten	S _{unten}	=	236,40 mNN
- Länge	L _{Kanal3}	=	2,86 m
- Sohlgefälle	I _{so-Kanal3}	=	437,06 ‰
		=	1 : 2
- Rauigkeit	k _b	=	1,5 mm
- Abfluss	Q _{teil, Kanal3}	=	1.815,23 l/s
- Vollfüllung	Q _{voll, Kanal3}	=	25.188,06 l/s
		-->	zu klein
	V _{voll, Kanal3}	=	22,27 m/s

- Teilfüllungsverhältnis

	Q _{rkrit}	Q _o	max Q _o
Q	18,09 l/s	1.734,43 l/s	25.188,06 l/s
Q _{Teil} /Q _{voll}	0,02 l/s	0,69	10,06
h _T /d	0,09 l/s	0,613	0,827
h _T	0,05 l/s	0,74 m	0,99 m
WSP	239,50 l/s	237,14 mNN	237,39 mNN
V _{Teil} /V _{voll}	0,390	1,075	1,130
V _{Teil}	1,55 l/s	1,53 m/s	22,27 m/s

(Vollfüllung)

s. Füllhöhenkurve





1.4.2 Klärüberlaufschlitz (gedrosselter Klärüberlauf KÜ)

- Lastfall:
 - Auslauf $Q_{KÜ}$ aus dem Schlitz bei beginnenden Einstau der BÜ-Schwelle
 - Zielgröße: $Q_{KÜ} = Q_{krit}$
- gewählt:

- Unterkante KÜ	$UK_{KÜ}$	=	239,50 mNN	
(Die diesbezüglichen Nachweise orientieren sich an der festgelegten Klärüberlaufhöhe)				
- Oberkante Schwelle BÜ (siehe Überfallverhältnis am BÜ)	$OK_{BÜ}$	=	239,80 mNN	
- Schlitzlänge	$L_{KÜ}$	=	6,00 m	
		≤	8,00 m	= B_{RKB}
- Schlitzweite	e	=	0,06 m	
- Aufstauhöhe	$h_{KÜ}$	=	0,300 m	= $OK_{BÜ} - UK_{KÜ}$
- Verlusthöhe Einlaufbecken Beckenkammer	h_v	=	0,000 m	
- Kontraktionsbeiwert	$\mu_{KÜ}$	=	0,6	
- Schlitzgleichung nach Torricelli

$Q_{KÜ} = 1000 \times e \times L_{KÜ} \times \mu_{KÜ} \times (2 \times g \times (h_{KÜ} - e/2))^{1/2}$	
$Q_{KÜ}$	= 520,55 l/s
	< 630,51 l/s = $\min Q_{KÜ} = Q_{krit}$
- spezifische Belastung bei Abfluss $Q_{KÜ}$

$Q_{KÜ} / L_{KÜ}$	= 86,76 l/(s x m)
	< 75,00 l/(s x m)
	--> Prüfung der gewählten Annahmen

1.4.3 Zusammenwirken von Beckenüberlauf (BÜ) und gedrosseltem Klärüberlauf

- Lastfall:

- Zielgröße: $\max Q_{BÜ} + \max Q_{KÜ} = Q_o$	Q_o	=	1.815,23 l/s
------------------------------------------------	-------	---	--------------
- Festlegung:

- Oberkante Schwelle BÜ	$OK_{BÜ}$	=	239,80 mNN
- Schwellenlänge	$L_{BÜ}$	=	8,00 m
		<	8,00 m = B_{RKB1}
- Überfallbeiwert	$\mu_{BÜ}$	=	0,5
- vollkommener Überfall	c	=	1
- Annahmen für Iteration:

- Überfallwassermenge (Verhältnis beim Zufluss Q_o)	$\max Q_{BÜ}$	=	1.121,66 l/s = $Q_o - \max Q_{KÜ}$
---------------------------------------------------------	---------------	---	------------------------------------
- Kontrolle:

	$\max Q_{BÜ}$	=	1.121,66 l/s
	$\max Q_{KÜ}$	=	693,57 l/s
	Q_o	=	1.815,23 l/s
	q_A	=	10,0 m/h
		<	10,0 m/h
			--> Zielgröße eingehalten





- Überfallverhältnis am BÜ
- Überfallhöhe $h_{BÜ} = 0,208 \text{ m}$
- spezifische Belastung an BÜ-Schwelle $q_{Schw} = 140,21 \text{ l/(s x m)} \quad \text{max}Q_{BÜ} / L_{BÜ}$
 $< 300,00 \text{ l/(s x m)}$
 --> Zielgröße eingehalten

1.4.4 Nachweis der horizontalen Fließgeschwindigkeit im Becken bei Durchfluss von $\text{max}Q_{KÜ}$

- mit $B = 6,00 \text{ m}$
- $UK_{KÜ} = 239,50 \text{ mNN}$
- $UK_{RKB} = 237,50 \text{ mNN}$
- $h_B = 2,00 \text{ m}$
- $h_{KÜ} = 0,30 \text{ m}$
- $h_{BÜ} = 0,21 \text{ m}$
- $h_{Bmax} = h_B + h_{KÜ} + h_{BÜ} = 2,51 \text{ m}$
- Zielgröße: $v_{Hmax} < 0,05 \text{ m/s}$
- $v_{Hmax} < 0,05 \text{ m/s}$
- $\text{max}Q_{KÜ}(\text{zul}) = 1000 \times B \times h_{Bmax} \times v_{Hmax}(\text{zul}) = 752,44 \text{ l/s}$
- $\text{max}Q_{KÜ}(\text{vorh}) = 693,57 \text{ l/s}$
- $v_{Hmax} = 0,05 \text{ m/s}$
- $< 0,05 \text{ m/s}$
- > Zielgröße eingehalten

$v_{Hmax} < 0,05 \text{ m/s}$ bedeutet, dass infolge der gewählten geometrischen Abmessungen und des gedrosselten Klärüberlaufes auch beim Durchfluss von $Q_{KÜ}$ durch die Sedimentationskammer die maximal zulässige horizontale Fließgeschwindigkeit unterschritten wird.

- Trennschärfe (Drosselung KÜ): $Tr = 1,30 = \text{max}Q_{KÜ} / Q_{KÜ}$
 Zielgröße: zwischen 1 und 1,3
 --> Zielgröße eingehalten

1.4.5 Hydraulische Verhältnisse am Einlauf in die Beckenkammer

- Verteilerrohre Beckeneinlauf:

DN	Fläche	Anzahl	A_{gesamt}	Q_{voll}	Q_{gesamt}
500	0,196 m ²	5	0,982 m ²	105,34 l/s	0,53 m ³ /s
300	0,071 m ²	5	0,353 m ²	27,11 l/s	0,14 m ³ /s
			1,335 m ²		0,66 m ³ /s
					> $Q_{KÜ}$ Zielgröße

- Nachweis

- Eintrittsgeschwindigkeit bei gleichmäßiger Verteilung

$$Q_{KÜ} = 520,55 \text{ l/s}$$

$$= 0,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_E = 0,39 \text{ m/s} = Q_{KÜ} / A_{\text{gesamt}}$$

$$v_E^2 / (2 \times g) = 0,008 \text{ m}$$





- Verlusthöhe am RKB-Einlauf:

Einlaufverlust ζ_e	=	0,50
Umlenkverlust ζ_u	=	0,25
anteil. Geschw.höhe ζ_e	=	0,75
ζ_{gesamt}	=	1,50

$$\begin{aligned} \text{Verlusthöhe } h_v &= \zeta_{\text{gesamt}} * v_E^2 / (2 * g) \\ &= 0,012 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DN 500 } h_r &= 0,0008 \text{ m} \\ \text{DN 300 } h_r &= 0,0008 \text{ m} \end{aligned}$$

--> Rohrreibungsverluste sind vernachlässigbar

$$\begin{aligned} \text{für } \max Q_{KÜ} &= 693,57 \text{ l/s} \\ &= 0,69 \text{ m}^3/\text{s} \\ v_E &= 0,52 \text{ m/s} = Q_{KÜ}/A_{\text{gesamt}} \\ v_E^2 / (2 * g) &= 0,014 \text{ m} \\ h_v &= \zeta_{\text{gesamt}} * v_E^2 / (2 * g) \\ &= 0,021 \text{ m} \end{aligned}$$

1.5 Festlegung der Höhenkoten des Beckens

- UK Zulauf	=	238,65 mNN
- UK Becken	=	236,35 mNN
+ mittlere Beckentiefe	=	2,00 m
- UK KÜ = Wsp. im Becken	=	239,50 mNN
+ $h_{KÜ}$	=	0,30 m
- OK Schwelle Beckenüberlauf	=	239,80 mNN
+ $h_{BÜ}$	=	0,21 l/s
- max. Wsp. im Becken	=	240,01 mNN

1.6 Entleerungszeit

Die Entleerung des Beckens erfolgt über eine Druckrohrleitung in Richtung RKB 2 zum Schrägklärer. Es wurde festgelegt, dass der **Schräglklärer** auf einen Volumenstrom von max. **15 l/s** bemessen wird. Daraus ergibt sich eine Entleerungsdauer von:

- erforderliche (max.) Pumpenleistung	Q_{Pumpe}	=	15,00 l/s
		=	54,00 m ³ /h
- Entleerungsdauer	t_{Pumpe}	=	8,4 h





1.7 Nachweis Entlastungskanal (EK)

- DN	DN_{EK}	=	1.200 mm
- Länge	$S_{oben, EK}$	=	237,80 mNN
- Sohle oben	$S_{unten, EK}$	=	234,00 mNN
- Sohle unten	L_{EK}	=	166,16 m
- Sohlgefälle	$I_{so, EK}$	=	22,87 ‰
		=	1 : 44
- Rauigkeit	$k_{b, EK}$	=	1,5 mm
	$k_{st, EK}$	=	76,8 m ^{1/3} /s
	$Q_{voll, EK}$	=	5.755,59 l/s
	$v_{voll, EK}$	=	5,09 m/s

- Für das Gewässer gilt an der Einleitstelle:

$$BHW_{\text{Gewässer}} = 237,30 \text{ mNN} > 235,55 \text{ mNN} \\ (\text{lt. Angabe GwD}) = \text{Scheitel EK am Auslauf}$$

$$WSP \text{ im Auslaufbauwerk} = BHW_{\text{Gewässer}}$$

$$Q_{\text{teil, EK}} = Q_o = 1.815,23 \text{ l/s} \\ v_p = 1,605 \text{ m/s} \\ I_p = 2,17 \text{ ‰} \\ 1 : 461$$

- Energiehöhe H am Auslaufbauwerk:

$$\xi_A = 1,0 \\ v_p = 1,605 \text{ m/s} \\ H_{\text{auslauf}} = BHW_{\text{Gewässer}} + (\xi_A \times v_p^2 / (2 \times g)) \\ = 237,431 \text{ mNN}$$

- WSP im Einlauf EK:

$$I_p = 0,00217 \\ L_{EK} = 166,16 \text{ m} \\ \xi_E + \xi_W = 0,5$$

$$WSP_{\text{Einlauf EK}} = BHW_{\text{Gew.}} + (I_p \times L_{EK}) + (\xi_E + \xi_W) \times v_p^2 / (2 \times g) \\ = 237,726 \text{ mNN}$$

- H im Einlauf EK:

$$H_{\text{Einlauf EK}} = WSP_{\text{Einlauf EK}} + v_p^2 / (2 \times g) \\ = 237,858 \text{ mNN}$$

--> keine Rückstau ins RKB





1.8 Nachweis Beckenüberlaufkanal (BK)

- DN	DN_{BK}	=	1.200 mm
- Länge	$S_{oben, BK}$	=	238,50 mNN
- Sohle oben	$S_{unten, BK}$	=	238,00 mNN
- Sohle unten	L_{BK}	=	36,80 m
- Sohlgefälle	$I_{so, B_{EK}}$	=	13,59 ‰
		=	1 : 74
- Rauigkeit	$k_{b, BK}$	=	1,5 mm
	$k_{st, EK}$	=	76,8 m ^{1/3} /s
	$Q_{voll, BK}$	=	4.434,51 l/s
	$v_{voll, BK}$	=	3,92 m/s

$$\max Q_{KÜ} < Q_{voll, BK}$$

$$\text{Sohlhöhe Auslauf } EK_{BK} = 238,00 \text{ mNN}$$

$$I_p \times L_{BK} = 0,500 \text{ m}$$

$$\text{Sohlhöhe Einlauf } EK_{BK} = 238,50 \text{ mNN}$$

$$\text{Scheitel Auslauf } EK_{BK} = 239,20 \text{ mNN}$$

--> kein Überstau vom Unterwasser

--> Druckgefälle maßgeblich

$$\max Q_{BÜ} = 1.121,66 \text{ l/s}$$

$$v_p = 0,992 \text{ m/s}$$

$$I_p = 0,83 \text{ ‰}$$

$$= 1 : 1.206,3$$

$$H = \text{Energiehöhe am Auslauf } EK_{BK} = 238,000 \text{ mNN}$$

$$I_p \times L_{BK} = 0,031 \text{ m}$$

$$\xi_E = 0,3$$

$$\xi_E \times v_p^2 / (2 \times g) = 0,015 \text{ m}$$

$$H \text{ im Einlauf } EK_{BK} = 238,046 \text{ mNN}$$

$$\text{WSP im Einlauf } EK_{BK} = v_p^2 / (2 \times g)$$

$$= 0,050 \text{ m}$$

$$\text{WSP}_{\text{Einlauf}} = 238,096 \text{ mNN}$$





1.9 Klärüberlaufgerinne (KÜ)

- Breite KÜ	$B_{KÜ}$	=	1,20 m
	Sohlhöhe Anfang KÜ-Gerinne	=	238,05 mNN
	Sohlhöhe Ende KÜ-Gerinne	=	238,00 mNN
	$L_{Gerinne}$	=	8,00 m
	I_S	=	6,25 ‰
		=	1 : 160,0
	$I_S \times L_{Gerinne}$	=	0,05 m
- Annahme WSP	WSP	=	239,400 mNN
- Wassertiefe im Klärüberlauf	$t_{KÜ}$	=	1,400 m
- Fläche KÜ	$A_{KÜ}$	=	1,680 m ²
- benetzte Umfang KÜ	$U_{KÜ}$	=	4,000 m
- hydraul. Radius KÜ	$R_{h, KÜ}$	=	0,420 m
	$\max Q_{KÜ} \text{ (vorh)}$	=	693,57 l/s
	v	=	0,413 m/s
	$v^2/(2 \times g)$	=	0,009 m
	WSP Auslauf Umlenschacht = WSP Einlauf KÜ	=	238,096 mNN
	Energiehöhe Umlenschacht	=	239,409 mNN
	- $v^2/(2 \times g)$	=	-0,009 m
	WSP Ende KÜ-Gerinne	=	239,400 mNN
	- Sohlhöhe Ende KÜ-Gerinne	=	238,000 mNN
	Wassertiefe t_2 Ende KÜ-Gerinne	=	1,400 m

1.10 Nachweis Klärüberlaufschlitze

- Wassertiefe	t_2	=	1,400 m
	$Q = \max Q_{KÜ} \text{ (vorh)}$	=	693,57 l/s
		=	0,694 m ³ /s
	I_S	=	0,00625
	$B_{Gerinne}$	=	1,20 m
	$L_{Gerinne}$	=	8,00 m
	$I_S \times L_{Gerinne}$	=	0,05 m
	t_1	=	1,367 m
	+ Sohlhöhe	=	238,05 mNN
	H = WSP	=	239,42 mNN
	UK Schlitz	=	239,50 mNN
	--> kein Rückstau vom Unterwasser ins RKB		





2. RKB 2

2.1 Einzugsgebiet

2.1.1 Flächen (Planung)

Flächentyp	Gesamt- fläche $A_{E,k}$	Befestigungs- grad ψ	befest. Fläche A_u
------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Einzugsgebiet westlich Kämpfelbach (EZG 01)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	0,00 ha	-	0,00 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	3,19 ha	0,75	2,40 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	0,69 ha	0,30	0,21 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,00 ha	-	0,00 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	2,87 ha	0,41	1,16 ha
Außengebiete	0,00 ha	-	0,00 ha
Sonstige Flächen	0,00 ha	-	0,00 ha
Summe	6,75 ha	0,56	3,77 ha

gedrosselter
Ablauf

Einzugsgebiet Pumpwerk 1 (EZG 02)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	0,00 ha	-	0,00 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	3,86 ha	0,75	2,89 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	0,76 ha	0,30	0,23 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,01 ha	0,75	0,00 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	1,68 ha	0,40	0,67 ha
Außengebiete	8,67 ha	0,05	0,43 ha
Sonstige Flächen	0,00 ha	-	0,00 ha
Summe	14,97 ha	0,28	4,23 ha

(einschl. PWC)

gedrosselter
Ablauf

Einzugsgebiet T+R-Anlage Am Kämpfelbach			
Summe	3,15 ha	0,89	2,80 ha

gedrosselter
Ablauf

Einzugsgebiet RRB IV/Pumpwerk 2 (EZG 03)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	0,73 ha	0,90	0,65 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	3,36 ha	0,75	2,52 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	0,83 ha	0,30	0,25 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,00 ha	-	0,00 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	5,12 ha	0,40	2,05 ha
Außengebiete	2,60 ha	0,05	0,13 ha
Sonstige Flächen	0,00 ha	-	0,00 ha
Summe	12,63 ha	0,44	5,60 ha

gedrosselter
Ablauf

Einzugsgebiet RRB 7010, 7020 (EZG 04)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	0,08 ha	0,90	0,07 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	6,78 ha	0,75	5,09 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	1,37 ha	0,30	0,41 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,00 ha	-	0,00 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	6,58 ha	0,41	2,69 ha
Außengebiete	17,55 ha	0,05	0,84 ha
Sonstige Flächen	0,00 ha	-	0,00 ha
Summe	32,35 ha	0,28	9,09 ha

gedrosselter
Ablauf





Einzugsgebiet RKB 2 (EZG 05)			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	2,75 ha	0,90	2,47 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	4,33 ha	0,75	3,25 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	1,96 ha	0,30	0,59 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,31 ha	0,30	0,09 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	5,26 ha	0,45	2,35 ha
Außengebiete	0,69 ha	0,05	0,03 ha
Sonstige Flächen	0,45 ha	0,10	0,04 ha
Summe	15,75 ha	0,56	8,84 ha

Gesamteinzugsgebiet			
Fahrbahn über Abläufe/ Schlitzrinnen	3,55 ha	0,90	3,19 ha
Fahrbahn über Mulden/ Bankett	21,52 ha	0,75	16,14 ha
Bankette, Mulden, Seiten-, Mittelstreifen	5,61 ha	0,30	1,68 ha
Wege - unbefestigt + Pflaster	0,32 ha	0,31	0,10 ha
Damm-/ Böschungsflächen, Grünflächen	21,50 ha	0,41	8,92 ha
Außengebiete	29,51 ha	0,05	1,44 ha
Sonstige Flächen	0,45 ha	0,10	0,04 ha
Summe	85,61 ha	0,40	34,33 ha

Angaben zu den EZG ist Tab. 13.4.1 zu entnehmen.

2.1.2 Abflüsse

Gesamtabfluss zum RKB

- Annahmen:
 - Jährigkeit für sonstige Leitungen: $n = 1,0$ $r_{15,1} = 113,90 \text{ l/(s x ha)}$
 - Jährigkeit für Mittelstreifenleitungen: $n = 0,33$ $r_{15,0,3} = 165,20 \text{ l/(s x ha)}$
 - Jährigkeit für allgemeine Leitungen: $n = 1,0$ $r_{15,1} = 113,90 \text{ l/(s x ha)}$
- tatsächl. Gesamtabfluss - Bemessungsregen (ohne Berücksichtigung der Drosselabflüsse)

EZG 01	$Q_{0,01}$	=	401,13 l/s	2 Drossel DN 250
EZG 02	$Q_{0,02}$	=	406,08 l/s	PW 1
EZG PWC	$Q_{0,PWC}$	=	59,76 l/s	PW 1
EZG T+R-Anlage	$Q_{0,T+R}$	=	429,37 l/s	PW 1
EZG 03	$Q_{0,03}$	=	991,03 l/s	PW 2
EZG 04	$Q_{0,04}$	=	1.073,87 l/s	
EZG 05	$Q_{0,05}$	=	1.068,42 l/s	

Die Entwässerung der EZG 01-04, einschließlich der T+R-Anlage Am Kämpfelbach, erfolgt gedrosselt durch die Pumpwerke 1 und 2, sowie das gepl. Drosselbauwerk am RRK 7010/7020 über das EZG 05 in das RKB 2. Dies bedeutet, dass der Abfluss des gepl. Drosselbauwerkes am RRK 7010/7020 maßgebend für die Bemessung des RKB 2 ist.

Der Abfluss des Pumpwerkes 2 beträgt pro Pumpe 100 l/s. Insgesamt besitzt das PW 2 drei Pumpen, wobei die 3. nur im Hochwasserfall anspringt. Daher liegt der mittlere Bemessungszufluss bei 200 l/s.





- Gesamtabfluss - Bemessungsregen (mit Berücksichtigung der Drosselabflüsse (Dr))

EZG 01	$Q_{o, 01, Dr}$	=	94,20 l/s	
EZG 02	$Q_{o, 02, Dr}$	=		
EZG PWC	$Q_{o, PWC, Dr}$	=	400,00 l/s	PW 1
EZG T+R-Anlage	$Q_{o, T+R, Dr}$	=		
EZG 03	$Q_{o, 03, Dr}$	=	200,00 l/s	PW 2
EZG 04	$Q_{o, 04, Dr}$	=	60,00 l/s	Drossel 7003a
EZG 05	$Q_{o, 05}$	=	1.068,42 l/s	
		$\Sigma Q_{o, Dr}$	=	1.128,42 l/s
				1,13 m³/s

$$\begin{aligned} \text{- Bemessungsregen} \quad Q_{o(r15,n)} &= A_u \times r_{15,n} \\ &= 1.128,42 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Überprüfen der Erfordernis einer zusätzlichen Rückhaltung

Es erfolgt die Einleitung in die Enz, ein Gewässer mit natürlichem Abflussregime.

$$\text{Der 1-jährige Hochwasserabfluss beträgt} \quad HQ_1 = 33,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

(Quelle: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet Teil 1, Hoch- und Oberrhein, 2009)

Die Überprüfung der Erfordernis einer zusätzlichen Rückhaltung ergibt:

$$\begin{aligned} A_u &= 34,33 \text{ ha} \\ r_{15,n=1} &= 113,90 \text{ l/(s x ha)} \\ Q_{r(r15,n=1)} &= 3.909,72 \text{ l/s} \\ &= 3,91 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Da unmittelbar gegenüber der Einleitstelle des RKB 1 das RKB 2 ebenfalls in die Enz einleitet, muss der Nachweis mit der Summe der zwei Einleitungswassermengen geführt werden.

RKB 1	$Q_{r(r15,n=1)}$	=	2,12 m³/s
RKB 2	$Q_{r(r15,n=1)}$	=	3,91 m³/s
			6,03 m³/s

→ keine zusätzliche Rückhaltung erforderlich, da $Q_{r15,1} < HQ_1$

Anmerkung: Dieser maßgebende Abfluss $Q_{r15, n=1}$ ist kleiner als der errechnete Abfluss Q_o , da nach RAS-Ew bei der Bemessung von Rohrleitungen bei Mittelstreifenentwässerung die Regenhäufigkeit $n = 0,33$ angesetzt wird.





maßgebende Abflussmenge zur Bemessung des RKB ohne Dauerstau

- Annahmen:

- maßgeblich r_{krit} $r_{krit} = 45,00 \text{ l/(s x ha)}$
(siehe Besprechung RP KA am 13.08.2009, Aktenvermerk vom 17.08.2009)

- maßgebende Abfluss Q_{krit}

EZG 01	$Q_{krit, 01}$	=	94,20 l/s	Drossel
EZG 02	$Q_{krit, 02}$	=	400,00 l/s	PW 1
EZG 03	$Q_{krit, 03}$	=	200,00 l/s	PW 2
EZG 04	$Q_{krit, 04}$	=	60,00 l/s	Drossel
EZG 05	$Q_{krit, 05}$	=	397,65 l/s	
ΣQ_{krit}		=	457,65 l/s	
		=	0,46 m³/s	

(Es wird kein Fremdwasseranteil berücksichtigt, da dieses getrennt vom Entwässerungssystem in die Enz abgeleitet wird.)

Für den maßgebenden Abfluss sind die Abflüsse aus dem EZG 04 sowie 05 nur relevant, da die EZG 01 bis 03 durch die Drossel im EZG 04 begrenzt werden.

2.2 Auswahl der erforderlichen Behandlungsanlagen (VwV Straßenoberflächenwasser, Jan. 2008)

Festlegung Gewässertyp

- Gewässertyp Einleitung in ein Fließgewässer innerhalb eines Wasserschutzgebiet
G 22 = 11
→ besonderes Schutzbedürfnis

Ermittlung der Abflussbelastung

- Einflüsse aus der Luft: Straßen außerhalb von Siedlungen
L 1 = 1
→ geringe Verschmutzung
- Belastung aus der Fläche:
 - Straßenflächen Autobahn: Straßen über 15.000 Kfz/24 h, z.B. zweibahnige Bundesstraße, Bundesautobahn
F 6 = 35
→ starke Verschmutzung
 - Parkplätze mit Vorreinigung: Abminderung von F7 auf F6, wenn Schmutzfangzellen vorhanden/ geplant sind: Straßen über 15.000 Kfz/24 h, z.B. zweibahnige Bundesstraße, Bundesautobahn
F 6 = 35
→ starke Verschmutzung
- eine anteilig Abminderung der Flächenbelastungspunkte auf 80 % kann vorgenommen werden, wenn:
 - 10 % der Flächenanteile des Haupteinzugsgebietes des RKB über Rasenmulden entwässert werden,
 - die Streckenabschnitte weisen ein Längsgefälle < 4 % auf

Haupteinzugsgebiet RKB 1:
Längsgefälle:

EZG 06-07
> 4 %

→ keine Abminderung möglich





- Abflussbelastung:

EZG	Flächenanteil f_i		Luft L_i	Fläche F_i	Abflussbelastung
Nr.	$A_{u,i}$	f_i	Typ	Typ	$B_i = f_i \times (L_i + F_i)$
01	3,77 ha	10,97%	L 1	F 6	4
02+PWC	4,23 ha	12,32%	L 1	F 6	4
T+R-Anlage	2,80 ha	8,17%	L 1	F 6	3
03	5,60 ha	16,31%	L 1	F 6	6
04	9,09 ha	26,49%	L 1	F 6	10
05	8,84 ha	25,74%	L 1	F 6	9
	34,33 ha	100,00%		$B = \sum B_i =$	36

→ **Behandlung ist erforderlich, da $B > G$**

Ermittlung des Emissionswertes

- Ermittlung des erforderlichen Durchgangswertes: $D_{\max} = 0,31 = G / B$

- vorgesehene Behandlungsmaßnahme:

- Anlagen mit Leerung und Reinigung nach Regenende und maximal 10 m/h Oberflächenbeschickung bei r_{krit} , z.B. Regenklärbecken ohne Dauerstau

- 70% Feststoffrückhalt im Jahresmittel entspricht bei RKB $r_{\text{krit}} = 60 \text{ l/(s x ha)}$

→ entsprechend Aktenvermerk v. 17.08.2009, Besprechung RP KA am 13.08.2009, kann eine Abminderung von r_{krit} auf 45 l/(s x ha) vorgenommen werden

$D_{22, c} = 0,30$

- Emissionswert: $E = 10,8 = B \times D$

→ **Behandlung ist ausreichend, da $E < G$**

- Der Einsatz der gewählten Behandlungsanlage - Regenklärbecken ohne Dauerstau und Bemessung mit $r_{\text{krit}} = 45 \text{ l/(s x ha)}$ - erfüllt die Anforderungen.





2.3 Bemessung RKB ohne Dauerstau

- Festlegungen:
 - Oberflächenbeschickung $q_A = 10,0 \text{ m/h}$
 - Bemessungsabfluss $Q_{\text{krit}} = 457,65 \text{ l/s}$
- erforderliche Oberfläche $A_{\text{RKB}} = 165 \text{ m}^2 = 3,6 \times Q_{\text{krit}} / q_A$

gewählte Dimensionen

geometrische Bedingungen:

- Verhältnis L : H = 6 - 15
- Verhältnis L : B = 3 - 4,5
- Verhältnis B : H = 2 - 4

nach VwV Straßenoberflächenwasser, S. 39 L : H = 10 : 15, kann auf 6 : 15 abgemindert werden in Abstimmung mit Herr Roth, Telefonnotiz, 26.04.2013

- gewählt
 - Länge RKB $L_{\text{RKB}} = 22,30 \text{ m}$
 - Breite RKB $B_{\text{RKB}} = 7,40 \text{ m}$
 - Höhe RKB $H_{\text{RKB}} = 2,00 \text{ m}$
- Nachweis

L : H =	6 - 15	L : H =	11,15	erfüllt
L : B =	3 - 4,5	L : B =	3,01	erfüllt
B : H =	2 - 4	B : H =	3,70	erfüllt
- gewähltes Fläche RKB $A_{\text{RKB}} = 165 \text{ m}^2$
- gewähltes Volumen RKB $V_{\text{RKB}} = 330 \text{ m}^3$





2.4 Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal

2.4.1 Hydraulische Verhältnisse Zuleitungskanal

- Zuleitungskanal 1:

- Schacht oben	Nr. _{oben}	=	6251
- Schacht unten	Nr. _{unten}	=	6252
- Durchmesser	DN	=	1.000 mm
- Sohle oben	S _{oben}	=	239,56 mNN
- Sohle unten	S _{unten}	=	239,45 mNN
- Länge	L _{Kanal1}	=	20,25 m
- Sohlgefälle	I _{so-Kanal1}	=	5,43 ‰
		=	1 : 184
- Rauigkeit	k _p	=	1,5 mm
- Abfluss	Q _{teil, Kanal1}	=	1.128,42 l/s
- Vollfüllung	Q _{voll, Kanal1}	=	1.734,62 l/s
	--> ausreichend dimensioniert, da > Q _o		
	V _{voll, Kanal1}	=	2,21 m/s

- Teilfüllungsverhältnis

	Q _{rkrit}	Q _o	max Q _o
Q	457,65 l/s	1.128,42 l/s	1.734,62 l/s
Q _{Teil} /Q _{voll}	0,26	0,65	1,00
h _T /d	0,350	0,589	0,818
h _T	0,35 m	0,59 m	0,82 m
WSP	239,80 mNN	240,04 mNN	240,27 mNN
V _{Teil} /V _{voll}	0,850	1,061	1,131
V _{Teil}	1,88 m/s	2,34 m/s	2,21 m/s

(Vollfüllung)

s. Füllhöhenkurve





- Zuleitungskanal 2:

- Schacht oben	Nr. _{oben}	=	6252
- Schacht unten	Nr. _{unten}	=	RKB 2
- Durchmesser	DN	=	1.000 mm
- Sohle oben	S _{oben}	=	239,45 mNN
- Sohle unten	S _{unten}	=	239,38 mNN
- Länge	L _{Kanal2}	=	12,51 m
- Sohlgefälle	I _{so-Kanal2}	=	5,60 ‰
		=	1 : 179
- Rauigkeit	k _p	=	1,5 mm
- Abfluss	Q _{teil, Kanal2}	=	30,25 l/s
- Vollfüllung	Q _{voll, Kanal2}	=	1.760,60 l/s
	--> ausreichend dimensioniert, da > Q _o		
	V _{voll, Kanal2}	=	2,24 m/s

- Teilfüllungsverhältnis

	Q _{rkrit}	Q _o	max Q _o
Q	457,65 l/s	1.128,42 l/s	1.734,62 l/s
Q _{Teil} /Q _{voll}	0,26	0,64	0,99
h _T /d	0,340	0,583	0,809
h _T	0,34 m	0,58 m	0,81 m
WSP	239,72 mNN	239,96 mNN	240,19 mNN
V _{Teil} /V _{voll}	0,840	1,058	1,131
V _{Teil}	1,88 m/s	2,37 m/s	2,21 m/s

(Vollfüllung)





2.4.2 Klärüberlaufschlitz (gedrosselter Klärüberlauf KÜ)

- Lastfall:
 - Auslauf $Q_{KÜ}$ aus dem Schlitz bei beginnenden Einstau der BÜ-Schwelle
 - Zielgröße: $Q_{KÜ} = Q_{krit}$
- gewählt:

- Unterkante KÜ	$UK_{KÜ}$	=	239,95 mNN	
(Die diesbezüglichen Nachweise orientieren sich an der festgelegten Klärüberlaufhöhe)				
- Oberkante Schwelle BÜ (siehe Überfallverhältnis am BÜ)	$OK_{BÜ}$	=	240,15 mNN	
- Schlitzlänge	$L_{KÜ}$	=	5,25 m	
		≤	7,40 m	= B_{RKB}
- Schlitzweite	e	=	0,06 m	
- Aufstauhöhe	$h_{KÜ}$	=	0,200 m	= $OK_{BÜ} - UK_{KÜ}$
- Verlusthöhe Einlaufbecken Beckenkammer	h_v	=	0,000 m	
- Kontraktionsbeiwert	$\mu_{KÜ}$	=	0,6	
- Schlitzgleichung nach Torricelli

$Q_{KÜ} = 1000 \times e \times L_{KÜ} \times \mu_{KÜ} \times (2 \times g \times (h_{KÜ} - e/2))^{1/2}$	
$Q_{KÜ}$	= 360,83 l/s
	< 457,65 l/s = $\min Q_{KÜ} = Q_{krit}$
- spezifische Belastung bei Abfluss $Q_{KÜ}$

$Q_{KÜ} / L_{KÜ}$	= 68,73 l/(s x m)
	< 75,00 l/(s x m)
	--> Zielgröße eingehalten

2.4.3 Zusammenwirken von Beckenüberlauf (BÜ) und gedrosseltem Klärüberlauf

- Lastfall:

- Zielgröße: $\max Q_{BÜ} + \max Q_{KÜ} = Q_o$	Q_o	=	1.128,42 l/s
------------------------------------------------	-------	---	--------------
- Festlegung:

- Oberkante Schwelle BÜ	$OK_{BÜ}$	=	240,15 mNN
- Schwellenlänge	$L_{BÜ}$	=	7,40 m
		<	7,40 m = B_{RKB1}
- Überfallbeiwert	$\mu_{BÜ}$	=	0,5
- vollkommener Überfall	c	=	1
- Annahmen für Iteration:

- Überfallwassermenge (Verhältnis beim Zufluss Q_o)	$\max Q_{BÜ}$	=	632,60 l/s = $Q_o - \max Q_{KÜ}$
---------------------------------------------------------	---------------	---	----------------------------------
- Kontrolle:

	$\max Q_{BÜ}$	=	632,60 l/s
	$\max Q_{KÜ}$	=	495,82 l/s
	Q_o	=	1.128,42 l/s
	q_A	=	10,82 m/h
		>	10,0 m/h
			--> Prüfung der gewählten Annahmen





- Überfallverhältnis am BÜ
 - Überfallhöhe $h_{BÜ} = 0,150 \text{ m}$
 - spezifische Belastung an BÜ-Schwelle $q_{Schw} = 85,49 \text{ l/(s x m)} \quad \text{max}Q_{BÜ} / L_{BÜ}$
 - $< 300,00 \text{ l/(s x m)}$
 - > Zielgröße eingehalten

2.4.4 Nachweis der horizontalen Fließgeschwindigkeit im Becken bei Durchfluss von $\text{max}Q_{KÜ}$

- mit
 - $B = 7,40 \text{ m}$
 - $UK_{KÜ} = 239,95 \text{ mNN}$
 - $UK_{RKB} = 237,95 \text{ mNN}$
 - $h_B = 2,00 \text{ m}$
 - $h_{KÜ} = 0,20 \text{ m}$
 - $h_{BÜ} = 0,15 \text{ m}$
 - $h_{Bmax} = h_B + h_{KÜ} + h_{BÜ}$
 - $= 2,35 \text{ m}$
- Zielgröße: $v_{Hmax} < 0,05 \text{ m/s}$
 - $v_{Hmax} < 0,05 \text{ m/s}$
 - $\text{max}Q_{KÜ}(\text{zul}) = 1000 \times B \times h_{Bmax} \times v_{Hmax}(\text{zul})$
 - $= 869,37 \text{ l/s}$
 - $\text{max}Q_{KÜ}(\text{vorh}) = 495,82 \text{ l/s}$
 - $v_{Hmax} = 0,03 \text{ m/s}$
 - $< 0,05 \text{ m/s}$
 - > Zielgröße eingehalten

$v_{Hmax} < 0,05 \text{ m/s}$ bedeutet, dass infolge der gewählten geometrischen Abmessungen und des gedrosselten Klärüberlaufes auch beim Durchfluss von $Q_{KÜ}$ durch die Sedimentationskammer die maximal zulässige horizontale Fließgeschwindigkeit unterschritten wird.

- Trennschärfe (Drosselung KÜ):
 - $Tr = 1,37 = \text{max}Q_{KÜ} / Q_{KÜ}$
 - Zielgröße: zwischen 1 und 1,3
 - > Prüfung der gewählten Annahmen





2.4.5 Hydraulische Verhältnisse am Einlauf in die Beckenkammer

- Verteilerrohre Beckeneinlauf:

DN	Fläche	Anzahl	A_{gesamt}	Q_{voll}	Q_{gesamt}
500	0,196 m ²	4	0,785 m ²	105,34 l/s	0,42 m ³ /s
300	0,071 m ²	3	0,212 m ²	27,11 l/s	0,08 m ³ /s
			0,997 m ²		0,50 m ³ /s

> $Q_{\text{KÜ}}$ Zielgröße

- Nachweis

- Eintrittsgeschwindigkeit bei gleichmäßiger Verteilung

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{KÜ}} &= 360,83 \text{ l/s} \\
 &= 0,36 \text{ m}^3/\text{s} \\
 v_E &= 0,36 \text{ m/s} = Q_{\text{KÜ}}/A_{\text{gesamt}} \\
 v_E^2 / (2 \times g) &= 0,007 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Verlusthöhe am RKB-Einlauf:

Einlaufverlust ζ_e	=	0,50
Umlenkverlust ζ_u	=	0,25
anteil. Geschw.höhe ζ_e	=	0,75
ζ_{gesamt}	=	1,50

$$\begin{aligned}
 \text{Verlusthöhe } h_v &= \zeta_{\text{gesamt}} * v_E^2 / (2 \times g) \\
 &= 0,010 \text{ m}
 \end{aligned}$$

DN 500	h_r	=	0,0008 m
DN 300	h_r	=	0,0008 m

--> Rohrreibungsverluste sind vernachlässigbar

$$\begin{aligned}
 \text{für } \max Q_{\text{KÜ}} &= 495,82 \text{ l/s} \\
 &= 0,50 \text{ m}^3/\text{s} \\
 v_E &= 0,50 \text{ m/s} = Q_{\text{KÜ}}/A_{\text{gesamt}} \\
 v_E^2 / (2 \times g) &= 0,013 \text{ m} \\
 h_v &= \zeta_{\text{gesamt}} * v_E^2 / (2 \times g) \\
 &= 0,019 \text{ m}
 \end{aligned}$$





2.5 Festlegung der Höhenkoten des Beckens

- UK Zulauf	=	239,45 mNN
- UK Becken	=	237,20 mNN
+ mittlere Beckentiefe	=	2,00 m
- UK KÜ = Wsp. im Becken	=	239,95 mNN
+ $h_{KÜ}$	=	0,20 m
- OK Schwelle Beckenüberlauf	=	240,15 mNN
+ $h_{BÜ}$	=	0,15 l/s
- max. Wsp. im Becken	=	240,30 mNN

2.6 Entleerungszeit

Die Entleerung des Beckens erfolgt über eine Druckrohrleitung in Richtung RKB 2 zum Schrägklärer. Es wurde festgelegt, dass der **Schrägklärer** auf einen Volumenstrom von max. **15 l/s** bemessen wird. Daraus ergibt sich eine Entleerungsdauer von:

- erforderliche (max.) Pumpenleistung	Q_{Pumpe}	=	15,00 l/s
		=	54,00 m³/h
- Entleerungsdauer	t_{Pumpe}	=	6,1 h





2.7 Nachweis Entlastungskanal (EK)

- DN	DN_{EK}	=	1.000 mm
- Länge	$S_{oben, EK}$	=	237,50 mNN
- Sohle oben	$S_{unten, EK}$	=	234,00 mNN
- Sohle unten	L_{EK}	=	76,56 m
- Sohlgefälle	$I_{so, EK}$	=	45,72 ‰
		=	1 : 22
- Rauigkeit	$k_{b, EK}$	=	1,5 mm
	$k_{st, EK}$	=	76,8 m ^{1/3} /s
	$Q_{voll, EK}$	=	5.042,51 l/s
	$v_{voll, EK}$	=	6,42 m/s

- Für das Gewässer gilt an der Einleitstelle:

$$BHW_{\text{Gewässer}} = 237,30 \text{ mNN} > 235,35 \text{ mNN} \\ (\text{lt. Angabe GwD}) = \text{Scheitel EK am Auslauf}$$

$$WSP \text{ im Auslaufbauwerk} = BHW_{\text{Gewässer}}$$

$$Q_{\text{teil, EK}} = Q_o = 1.128,42 \text{ l/s} \\ v_p = 1,437 \text{ m/s} \\ I_p = 2,22 \text{ ‰} \\ 1 : 451$$

- Energiehöhe H am Auslaufbauwerk:

$$\xi_A = 1,0 \\ v_p = 1,437 \text{ m/s} \\ H_{\text{auslauf}} = BHW_{\text{Gewässer}} + (\xi_A \times v_p^2 / (2 \times g)) \\ = 237,405 \text{ mNN}$$

- WSP im Einlauf EK:

$$I_p = 0,00222 \\ L_{EK} = 76,56 \text{ m} \\ \xi_E + \xi_W = 0,5$$

$$WSP_{\text{Einlauf EK}} = BHW_{\text{Gew.}} + (I_p \times L_{EK}) + (\xi_E + \xi_W) \times v_p^2 / (2 \times g) \\ = 237,522 \text{ mNN}$$

- H im Einlauf EK:

$$H_{\text{Einlauf EK}} = WSP_{\text{Einlauf EK}} + v_p^2 / (2 \times g) \\ = 237,628 \text{ mNN}$$

--> keine Rückstau ins RKB





2.8 Nachweis Beckenüberlaufkanal (BK)

- DN	DN_{BK}	=	1.000 mm
- Länge	$S_{oben, BK}$	=	239,00 mNN
- Sohle oben	$S_{unten, BK}$	=	238,50 mNN
- Sohle unten	L_{BK}	=	30,40 m
- Sohlgefälle	$I_{so, B_{EK}}$	=	16,45 ‰
		=	1 : 61
- Rauigkeit	$k_{b, BK}$	=	1,5 mm
	$k_{st, EK}$	=	76,8 m ^{1/3} /s
	$Q_{voll, BK}$	=	3.022,36 l/s
	$v_{voll, BK}$	=	3,85 m/s

$$\max Q_{KÜ} < Q_{voll, BK}$$

$$\text{Sohlhöhe Auslauf } EK_{BK} = 238,50 \text{ mNN}$$

$$I_p \times L_{BK} = 0,500 \text{ m}$$

$$\text{Sohlhöhe Einlauf } EK_{BK} = 239,00 \text{ mNN}$$

$$\text{Scheitel Auslauf } EK_{BK} = 239,50 \text{ mNN}$$

--> kein Überstau vom Unterwasser

--> Druckgefälle maßgeblich

$$\max Q_{BÜ} = 632,60 \text{ l/s}$$

$$v_p = 0,805 \text{ m/s}$$

$$I_p = 0,70 \text{ ‰}$$

$$= 1 : 1.434,2$$

$$H = \text{Energiehöhe am Auslauf } EK_{BK} = 238,500 \text{ mNN}$$

$$I_p \times L_{BK} = 0,021 \text{ m}$$

$$\xi_E = 0,3$$

$$\xi_E \times v_p^2 / (2 \times g) = 0,010 \text{ m}$$

$$H \text{ im Einlauf } EK_{BK} = 238,531 \text{ mNN}$$

$$\text{WSP im Einlauf } EK_{BK} = v_p^2 / (2 \times g)$$

$$= 0,033 \text{ m}$$

$$\text{WSP}_{\text{Einlauf}} = 238,564 \text{ mNN}$$





2.9 Klärüberlaufgerinne (KÜ)

- Breite KÜ	$B_{KÜ}$	=	1,10 m
	Sohlhöhe Anfang KÜ-Gerinne	=	238,51 mNN
	Sohlhöhe Ende KÜ-Gerinne	=	238,40 mNN
	$L_{Gerinne}$	=	7,40 m
	I_S	=	14,86 ‰
		=	1 : 67,3
	$I_S \times L_{Gerinne}$	=	0,11 m
- Annahme WSP	WSP	=	239,400 mNN
- Wassertiefe im Klärüberlauf	$t_{KÜ}$	=	1,000 m
- Fläche KÜ	$A_{KÜ}$	=	1,100 m ²
- benetzte Umfang KÜ	$U_{KÜ}$	=	3,100 m
- hydraul. Radius KÜ	$R_{h, KÜ}$	=	0,355 m
	$\max Q_{KÜ} \text{ (vorh)}$	=	495,82 l/s
	v	=	0,451 m/s
	$v^2/(2 \times g)$	=	0,010 m
	WSP Auslauf Umlenschacht = WSP Einlauf KÜ	=	238,564 mNN
	Energiehöhe Umlenschacht	=	239,410 mNN
	- $v^2/(2 \times g)$	=	-0,010 m
	WSP Ende KÜ-Gerinne	=	239,400 mNN
	- Sohlhöhe Ende KÜ-Gerinne	=	238,400 mNN
	Wassertiefe t_2 Ende KÜ-Gerinne	=	1,000 m

2.10 Nachweis Klärüberlaufschlitze

- Wassertiefe	t_2	=	1,000 m
	$Q = \max Q_{KÜ} \text{ (vorh)}$	=	495,82 l/s
		=	0,496 m ³ /s
	I_S	=	0,01486
	$B_{Gerinne}$	=	1,10 m
	$L_{Gerinne}$	=	7,40 m
	$I_S \times L_{Gerinne}$	=	0,11 m
	t_1	=	0,911 m
	+ Sohlhöhe	=	238,51 mNN
	H = WSP	=	239,42 mNN
	UK Schlitz	=	239,95 mNN
	--> kein Rückstau vom Unterwasser ins RKB		

