

Hydraulische Berechnungen und Nachweise für das RKB Vorthbach

Zusammenstellung der Grunddaten		
kanalisiertes Einzugsgebiet	$A_{E,k}$	49,93 ha
abflusswirksame Fläche	A_U	27,46 ha
kritischer Regenabfluss	Q_{krit}	412 l/s
Bemessungszufluss nach ZBW $n = 1,0$	$Q_0=Q_{r,n=1}$	1.830 l/s
Bemessungszufluss nach ZBW $n = 0,5$	$Q_{r,n=0,5}$	2.378 l/s
Bemessungszufluss nach ZBW $n = 0,2$	$Q_{r,n=0,2/0,max}$	3.266 l/s
Bemessungszufluss (Hydraulik) $n = 1,0$	$Q_0=Q_{r,n=1}$	1.673 l/s
Bemessungszufluss (Hydraulik) $n = 0,33$	$Q_{r,n=0,33}$	2.392 l/s
Bemessungszufluss (Hydraulik) $n = 0,2$	$Q_{r,n=0,2}$	2.658 l/s
Hydraulische Länge RKBmD	l_{RKB}	22,9 m
Hydraulische Breite RKBmD	b_{RKB}	7,3 m
Hydraulische Tiefe (min.) RKBmD	h_{RKB}	2,15 m
Oberfläche RKB	A_{RKB}	167,2 m ²
Volumen RKB	V_{RKB}	364 m ³
Oberkante RKB	OK_{RKB}	42,30 müNN
Oberkante Gelände	$OK_{Gelände}$	42,00 müNN
Schwellenhöhe Klärüberlauf	$OK_{KÜ}$	38,90 müNN
Länge Klärüberlauf	$l_{KÜ}$	7,0 m
Schwellenhöhe Beckenüberlauf	$OK_{Bü}$	39,70 müNN
Länge Beckenüberlauf	$L_{Bü}$	4,0
Abstand Beckensohle UK Tauchwand	d	1,20 m
Abstand Tauchwand- Ablaufschwelle	b	1,30 m
Rückhaltevolumen Leichtflüssigkeiten	V	30 m ³
Entlastungsleitung Klärüberlauf	Rinne	1,0 x 4,1 m
Entlastungsleistung Beckenüberlauf	Rinne	1,0 x 4,1 m

ZBW=Zeitbeiwertverfahren

Gemäß Richtlinien Straßen.NRW und DWA-Arbeitsblatt A 166 müssen nachfolgende Bauwerkskomponenten nachgewiesen werden:

Bauwerkskomponente	Lastfälle	Nachweisgröße		Zielgröße
		Bezeichnung	Berechnet	
Arbeitsblatt A 166				
Beckenüberlauf	$Q_{krit} = 412 \text{ l/s}$	Wasserspiegel	39,70 müNN	< 39,70 müNN (OK Schwelle)
	$Q_{n=1} - Q_{KÜ} = 1.418 \text{ l/s}$	spez. Schwellenbelastung	355 l/(s*m)	< 300 l/(s*m) *2
		Wasserspiegel	40,18 müNN (Hersteller)	WSP ≤ 42,30 müNN
Noch Beckenüberlauf	$\max. Q_0 = 2.854 \text{ l/s}$	Wasserspiegel	40,80 müNN	Keine Gefährdung
Klärüberlauf (ungedrosselt über Schwelle)	$Q_{krit} = 412 \text{ l/s}$	Wasserspiegel	39,02 müNN	vollkommener Überfall 38,90 müNN
		spez. Schwellenbelastung	56 l/(s*m)	< 75 l/(s*m)
	$Q_{KÜ} = 412 \text{ l/s}$ bei $Q_{n=1}$	Wasserspiegel	39,02 müNN	vollkommener Überfall
		Überfallhöhe	$h_{\bar{u}} = 0,12 \text{ m}$	
Entlastungskanal BÜ	$\max. Q_0 = 2.854 \text{ l/s}$	Leistungsfähigkeit	$Q_v > 30 \text{ m}^3/\text{s}$	$\geq \max Q_0 = 2,854 \text{ m}^3/\text{s}$
Entlastungskanal KÜ	$\max. Q_{KÜ} = 412 \text{ l/s}$	Leistungsfähigkeit	$Q_v > 30 \text{ m}^3/\text{s}$	$\geq \max Q_{KÜ} = 0,412 \text{ m}^3/\text{s}$
Tauchwand vor ungedrosselten Klärüberläufen KÜ	$Q_{KÜ (n=1)} = 412 \text{ l/s}$	Tauchwandverlust	horizontal 130 cm 80 cm	$> 2 h_{\bar{u}}$ $h_{\bar{u}} < \text{Eintauchtiefe} < 2 h_{\bar{u}}$
Tauchwand vor ungedrosselten Überläufen BÜ	$Q_{BÜ (n=1)} = 1.418 \text{ l/s}$	Tauchwandverlust	*1	$> 2 h_{\bar{u}}$ $h_{\bar{u}} < \text{Eintauchtiefe} < 2 h_{\bar{u}}$
Sedimentationskammer Rechteckbecken (DB, RKB)		L:B:H (je Kammer)	L:H = 10,7 L:B = 3,3 B:H = 3,3	$10 < L : H < 15$ $3 < L : B < 4,5$ $2 < B : H < 4$
	$Q_{krit} \text{ bei HS} = 412 \text{ l/s}$	horizontale Fließgeschwindigkeit	$v_h = 0,026 \text{ m/s}$	$v_h \leq 0,05 \text{ m/s}$
		Oberflächenbeschickung	$q_A = 8,87 \text{ m/h}$	$q_A \leq 9 \text{ m/h}$
Sedimentationskammer Regenklärbecken		Mindestwassertiefe	$h = 2,15 \text{ m}$	$h \geq 2,0 \text{ m}$

*1: Einbau einer Kulissentauchwand wird vorgesehen (Nachweis wsp durch Hersteller)

*2: Der Maximalwert von 300 l/ s x m wird geringfügig überschritten.

Bauwerkskomponente	Lastfälle	Nachweisgröße		Zielgröße
		Bezeichnung	Berechnet	
Richtlinien Straßen.NRW				
Becken		Oberfläche RKB	167,20 m ²	164,8 m ²
		Dauerstauvolumen	354,2 m ³	364,0 m ³
		Oberflächenbeschickung	8,87 m/s	9,00 m/s
		Länge/ Breite	-	3 < L:B > 4,5
		Länge/ Tiefe	-	10 < L:H > 15
		Breite/ Tiefe	-	2 < B:H > 4
		Tiefe RKB (mittel)	2,15 m	> 2,00 m
		Auffangraum für Leichtflüssigkeiten	30,0 m ³	min. 30 m ³
Tauchwand		Abstand UK Tauchwand u. Beckensohle	1,20 m	>2 hü
		Horizontaler Abstand Tauchwand u. Schwelle	1,30 m	hü < x > 2hü
		Abstand OK Schwelle bis UK Tauchwand	0,80 m	>0,30 m
		Abstand UK Ölfangraum bis UK tauchwand	0,61 m	>0,10 m
		Fläche unterhalb Tauchwand	8,40 m ²	>7,90 m ²
		Horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand	0,047 m/s	< 0,05 m/s
		Vertikale Fließgeschwindigkeit hinter der Tauchwand	0,044 m/s	< 0,05 m/s

Die Wasserspiegellagen für die unterschiedlichen Zuflüsse sind mit dem EDV-Programm HYBEKA 7.04 nachgewiesen worden. Die einzelnen hydraulischen Längsschnitte liegen als Anlage bei.

Die hydraulische Berechnung basiert auf allgemein anerkannten Berechnungsverfahren der technischen Hydraulik sowie weitergehenden Methoden. Die Wassermengen werden den hydraulischen Gegebenheiten iterativ aufgeteilt. Querschnittseinengungen oder Aufweitungen werden dabei automatisch berechnet.

Die Berechnungsergebnisse werden in HYBEKA übersichtlich dargestellt. Die Längsschnitte enthalten Informationen zu Längen, Sohlhöhen, Fließtiefen, Fließgeschwindigkeiten, Sohl Schubspannungen, Energiehöhen etc. Durch die Darstellung wird die Berechnung nachvollziehbar und für die Aufsichtsbehörden prüfbar.

Der Vergleich der stationär ermittelten Wassermengen über Zeitbeiwert und den über die hydrodynamische Berechnung des Kanalnetzes ermittelten Wassermengen zeigt auf, dass die Wassermengen der Hydrodynamik geringer sind. Die hydraulische Auslegung der Becken wird mit den nach ZBW ermittelten Zuflüssen geführt. Somit liegt man auf der sicheren Seite.

Bei der Berechnung der Wasserspiegellagen am Regenklärbecken bzw. Regenrückhaltebecken Vorthbach wurde der Rückstau aus dem geplanten RRB Vorthbach berücksichtigt, in dem der sich einstellende Wasserspiegel im RRB (hydr. LS Düker Vorthbach) als Unterwasserspiegel gesetzt wurde. Somit kann die Überfallhöhe für die unterschiedlichen Jährlichkeiten am Trennbauwerk ermittelt werden. Der Anfangswasserspiegel führt dazu, dass das System rückwärts über die Klärüberlaufrinne einstaut und den Wasserspiegel im Regenklärbecken erhöht. Dies ist bei freiem Auslass nicht richtig, da konstant der kritische Regenabfluss in das Regenklärbecken geleitet wird.

Bei einem Zufluss am geplanten Beckenstandort Vorthbach von $Q_{\text{krit}} = 412 \text{ l/s}$ wird die Schwelle des Beckenüberlaufs nicht überschritten. Ein Überlauf findet nicht statt. Erst bei einem Zufluss von $Q = 413 \text{ l/s}$ findet ein Überlauf ($Q = 1 \text{ l/s}$) statt. Durch einen im Zulauf zum RKB angeordneten Abflussbegrenzer (mechanische Drosseleinrichtung) wird der Abfluss auf konstant $Q_{\text{krit}} = 412 \text{ l/s}$ begrenzt.

Bei einem Zufluss von $Q_{n=1} = 1.830 \text{ l/s}$ werden im Normalfall maximal $Q = 412 \text{ l/s}$ in das Regenklärbecken geleitet. Dagegen werden $Q = 1.418 \text{ l/s}$ am Beckenüberlauf abgeschlagen und direkt in das nachgeschaltete RRB geführt. Die Überfallhöhe am Beckenüberlauf liegt bei Rückstau aus dem RRB/ RRB bei einem 1-jährlichen Regenereignis bei $h_{\bar{u}} = 0,61 \text{ m}$ (40,31 m ü. NN).

Bei einem Zufluss von $Q_{n=0,5} = 2.378 \text{ l/s}$ liegt der Wasserspiegel am Trennbauwerk bei 40,48 m ü. NN ($h_{\bar{u}} = 0,78 \text{ m}$) und bei einem Zufluss von $Q_{n=0,2} = 3.266 \text{ l/s}$ bei 40,80 m ü. NN ($h_{\bar{u}} = 1,10 \text{ m}$). Somit liegen die Wasserspiegel unterhalb der Bauwerksoberkante von 42,30 m ü. NN. Überflutungen sind demnach nicht zu erwarten.

Volumennachweis RKB Vorthbach

Bei einem Wasserspiegel von $OK_{KÜ}$ 38,90 müNN ergibt sich ein Volumen von insgesamt $V_{RKB} = 364 \text{ m}^3$. Das notwendige Volumen ($V_{erf} = 354,2 \text{ m}^3$) wird somit zur Verfügung gestellt.

Das Volumen des RKB Vorthbach errechnet sich wie folgt:

RKB Vorthbach

Länge	22,90 m
Breite	7,3 m
<u>mittlere Tiefe</u>	<u>2,15 m</u>
Volumen	359,0 m ³

Spülrinne/ Pumpensumpf

Länge	7,3 m
Breite	1,0 m
<u>mittlere Höhe</u>	<u>0,69 m</u>
Volumen	5,0 m ³

SUMME 364 m³