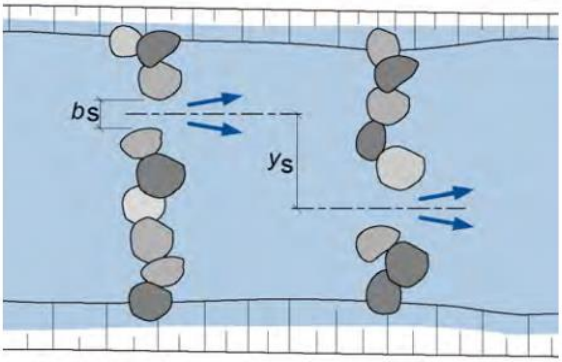
Raugerinne mit Beckenstruktur - Bemessung nach DWA-M 509

1. Daten zum Gerinne

1	[Berechnungsdaten]	2 [Symbol]	3 [Einheit]	4 [Ergebnis]	5 [Bemerkungen]
	Leitbild Gewässer				
1	Gewässerregion	**Tiefland-Barbenregion i.Ü. Bleireg**			
2	Leitfisch	*Wels* **, Hecht, Brachse**			größte vorkommende Fischarten
3	maximale Leistungsdichte		[W/m³]	**100**	Tabelle 21
4	maximale Fließgeschwindigkeit		[m/s]	**1,7**	Tabelle 17, für Tieflandreg. kleiner gewählt
	Abmessung Raugerinne				



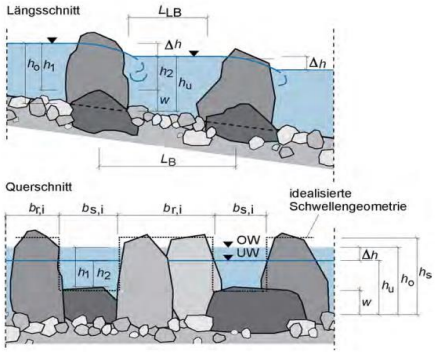


Abb. 1 und 2: Draufsicht, Schematischer Längs- und Querschnitt (Quelle: DWA-M 509)

5	Durchgangsbreite	b_s	[m]	0,45	Tabelle 37 (Mindestanf. Hecht/Brachse = 0,50 m)
6	min. lichte Beckenbreite	b_{min}	[m]	3,00	Tabelle 37 (Mindestanf. Hecht/Brachse erfüllt)
7	errechnete Gesamtriegelbreite	$b_{R,ges}$	[m]	13,33	
8	Versatz der Durchlässe	y_s	[m]	0,90	$y_s > 2 \cdot b_s$
9	min. lichte Beckenlänge	L_{LB}	[m]	3,80	Tabelle 37 ((Mindestanf. Hecht/Brachse erfüllt)
10	Riegellänge	L_R	[m]	0,48	aus Berechnung der Riegelsteingröße = b_S
11	Gesamtlänge der Becken	L_B	[m]	4,28	= L_{LB} + L_R
12	Gesamtlänge des Raugerinnes	L_{ges}	[m]	12,82	= $L_B \cdot n$
13	min. Beckentiefe (unterhalb d. Riegels)	$h_{u,eff}$	[m]	0,60	Tabelle 37 (Mindestanf. Hecht erfüllt/ Brachse 0,75 m)
14	Beckentiefe (oberhalb des Riegels)	h_o	[m]	0,70	= hu,eff + Δh
15	min. Tiefe Durchlass	$h_{D,min}$	[m]	0,45	Tabelle 37 (entspr. geg. Abfluss kleiner gewählt, Mindestanf. Hecht erfüllt/ Brachse = 0,60 m)
16	Wasserstandsdifferenz zw. Becken	Δh_{gew}	[m]	0,10	Tabelle 36 (aufgrund Tieflandregion kleiner gewählt)
17	Überfallbeiwert	μ	[-]	0,70	Steinmaterial: scharfkantig: 0,65/ abgerundet: 0,7
18	Faktor	f	[-]	1,10	Steinmaterial: mit geraden Bruchkanten: 1,05 bis 1,1/ runde Kanten: 1,1 bis 1,15
19	Sohlbreite aus Gesamtriegelbreite	b_{So}	[m]	10,53	Ausbildung des Raugerinnes als Trapezgerinne mit einer Böschungsneigung von 1:2
20	Sohlbreite gewählt	$b_{So,gew.}$	[m]	3,00	vollständiger Abfluss nicht über den Riegel (gegliederter Fließquerschnitt)
	Hydraulische Randbedingungen				
20	unterer Funtkionsabfluss	Q_{30}	[m³/s]	0,38	
21	oberer Funtkionsabfluss	Q_{330}	[m³/s]	3,78	
22	Hochwasserabfluss	HQ_{100}	[m³/s]	26,50	
23	Oberwasserstand bei Q_{30}	$h_{ow,Q30}$	[m NHN]	84,44	OW-Stand geplant
24	Oberwasserstand bei Q_{330}	$h_{ow,Q330}$	[m NHN]	84,67	anhand der durchgeführten hydraulischen Berechnungen gewählt
25	Oberwasserstand bei MHQ	$h_{ow,HQ}$	[m NHN]	84,99	
26	Unterwasserstand bei Q_{30}	$h_{uw,Q30}$	[m NHN]	84,04	
27	Unterwasserstand bei Q_{330}	$h_{uw,Q330}$	[m NHN]	84,20	
28	Unterwasserstand bei MHQ	$h_{uw,HQ}$	[m NHN]	84,79	
29	Sohlhöhe Riegel UW		[m NHN]	83,44	= $h_{UW,Q30}$ - $h_{u,eff}$
30	Sohlhöhe Riegel OW		[mNHN]	83,74	= $h_{OW,Q30}$ - $h_{u,eff}$ - Δh_{gew}
31	Beckenzahl	n	[-]	3	n = ($h_{ow,MNQ}$-$h_{uw,MNQ}$)/Δh_{bem} - 1
32	Anzahl der Riegel	n_R	[-]	4	$n_R = n_B + 1$
33	Maximales Gefälle	I	[-]	0,02	= Δh_{gew} / L_B

Raugerinne mit Beckenstruktur - Bemessung nach DWA-M 509

2. Berechnung

Hydraulische Bemessung

	1	2	3	4	5
	[Berechnungsdaten]	[Symbol]	[Einheit]	[Ergebnis]	[Bemerkungen]
1	Fließgeschwindigkeiten				Die Fließgeschwindigkeiten im Durchlass müssen kleiner sein, als die Bemessungsgeschwindigkeit. Die ungünstigsten Betriebszustände treten bei Normalstau im OW und beim Unterwasserstand von W_{30} auf. Die Bedinbgung $v_{max} < v_{bem}$ muss erfüllt sein.
2	Grenzwert der Fließgeschwindigkeit	v_{grenz}	[m/s]	1,70	Tabelle 43, in Abhängigkeit von Zeile [1]
3	Betrieblicher Sicherheitsbeiwert	S_b	[-]	1,00	
4	Sicherheitsbeiwert für Fließgeschwindigkeiten	S_v	[-]	0,90	
5	Bemessungsgeschwindigkeit	v_{bem}	[m/s]	1,53	$= V_{gren} \cdot S_b \cdot S_v$
6	Bemessungshöhendifferenz zwischen den Becken	Δh_{bem}	[m]	0,12	$= v_{bem}^2/2 \cdot g$
7	Bedingung $\Delta h_{gew} \leq \Delta h_{bem}$	0,10	<	0,12	✓
8	max. Fließgeschwindigkeit im Bereich der Durchlässe	v_{max}	[m/s]	1,40	$= (2 \cdot g \cdot \Delta h)^{1/2}$, ,bei Vernachlässigung der Anströmgeschwindigkeit
9	Bedingung $v_{max} < v_{bem}$	1,40	<	1,53	✓
10	Abfluss $Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \sigma \cdot f \cdot \sum b_s \cdot \sqrt{2g} \cdot h_1^{\frac{3}{2}}$			Leistungsdichte $p_D = \frac{\rho_w \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{b_m \cdot h_m \cdot L_{LB}}$	
11	Wassertiefen	h_1	[m]	0,55	$h_1 = h_{D,min} + \Delta h$
		h_2	[m]	0,45	$h_2 = h_{D,min}$
		w	[m]	0,15	$w = h_{u,eff} - h_2$
		h_2/h_1	[-]	0,82	
12	Summe der Durchlassbreiten	$\sum b_s$	[m]	0,45	
13	Rückstaubeiwert	б	[-]	0,89	gem. Abb. 2

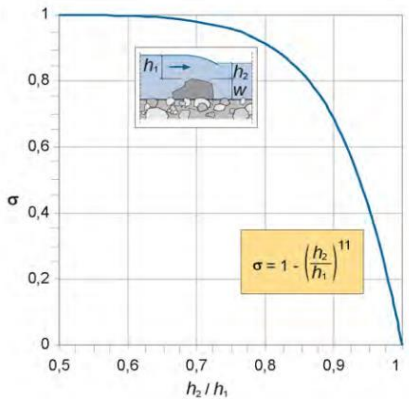
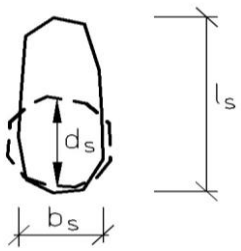


Abb. 2: Rückstaubeiwert (Quelle:DWA-M 509)

14	Abfluss durch die Öffnung	Q	[m³/s]	0,37	entspricht Q_{30}
15	Grenzwert der Leistungsdichte	$p_{D,grenz}$	[W/m³]	100,00	
16	Sicherheitsbeiwert für Leistungsdichte	S_p	[-]	0,90	bei allen Anlagen
17	Bemessungswert Leistungsdichte	$p_{D,bem}$	[W/m³]	90,00	$= p_{D,grenz} \cdot S_p$
18	Leistungsdichte	p_D	[W/m³]	53,27	
19	Bedingung $p_D < p_{D,bem}$	53,27	<	90,00	✓

Raugerinne mit Beckenstruktur - Bemessung nach DWA-M 509

3. Berechnung der Riegelabmessungen bei Q_{330}

1		2	3	4	5
	[Berechnungsdaten]	[Symbol]	[Einheit]	[Ergebnis]	[Bemerkungen]
1	Wassertiefen bei Q_{330}	$h_{1,Q330}$	[m]	0,78	$h_{1,Q330} = h_{1Q30} + (h_{OW,Q330} - h_{OW,Q30})$
		$h_{2,Q330}$	[m]	0,68	$h_{2,Q330} = h_1 - \Delta h_{gew}$
		$h_{2,Q330}/h_{1,Q330}$	[-]	0,87	
2	Rückstaubeiwert	$б_{Q330}$	[-]	0,78	aus Abb. 2 ablesen
3	gewählte Riegelsteinhöhe	$l_{s,gew}$	[m]	0,95	Die Riegesteinhöhe muss so gewählt werden, dass $b_{R,ges} > b_{ges,min}$ und $b_{So} > 0$
	Einbindungstiefe Riegelstein in Sohle	w_s	[m]	0,25	wählen!, mindestens 0,2 m
4	Steindurchmesser	d_s	[m]	0,59	$= 1/1,6 * L_s$
5	Steinbreite	b_s	[m]	0,48	$= 0,8 * d_s$
	 **Abb. 3: Riegelsteingeometrie**				
6	Durchfluss	Q_{330}	[m³/s]	3,78	
7	Durchfluss im Öffnungsbereich	Q_D	[m³/s]	0,55	
8	Abfluss über den Riegel	Q_R	[m³/s]	3,23	
9	erforderliche Riegelbreite	b_R	[m]	12,88	abhängig vom Abfluss und WSP OW
	$b_R = \frac{Q_R}{\frac{2}{3} \cdot \mu \cdot f \cdot \sqrt{2g} \cdot h_1^{3/2}}$				
10	erforderliche Gesamtriegelbreite	$b_{R,ges}$	[m]	13,33	einschl. Durchlassbreite
11	Bedingung $b_{R,ges} > b_{ges,min}$	13,33	>	3,00	✓
	Bedingung $b_{So} > 0$	10,53	>	1,35	✓

4. Nachweis der Stabilität

1	Bedingung 1: Auftriebskraft F_A < Gewichtskraft F_G				
	Volumen eines Riegelsteines	V	[m³]	0,11	$V = \pi * d_S^3 / 6$
	Auftriebskraft	F_A	[N]	1076,68	
	Gewichtskraft	F_G	[N]	2476,37	$FG = \rho_{Stein} * g * V$; $\rho_{Stein} = 2300$ kg/m³ [Richtwert, falls nichts anderes angegeben]
	Bedingung $F_A < F_G$	1076,68	<	2476,37	✓
2	Bedingung 2: Gewichtskraft F_G - Auftriebskraft F_A > angreifende Strömungskraft F_S				
	angeströmte Fläche	A	[m²]	0,37	$A = (2 \pi / 6) * d_S^2$
	Strömungsgeschwindigkeit	v	[m/s]	0,43	$v (Q_{330} / (b_{So} * h_{1,Q330} + h_{1Q330}^2)$
	wirksame Gewichtskraft	F_G-F_A	[N]	1399,69	
	angreifende Strömungskraft	F_S	[N]	184,85	$F_S = 0,5 * 1000 * A$
	Bedingung F_G -F_A > F_S	1399,69	>	184,85	✓

Raugerinne mit Beckenstruktur - Bemessung nach DWA-M 509

5. Bemessung des Sohlmaterials bei MHQ

1	[Berechnungsdaten]	2 [Symbol]	3 [Einheit]	4 [Ergebnis]	5 [Bemerkungen]
1	Wassertiefen bei Q_{MHQ}	h_1	[m]	1,10	
		h_2	[m]	1,00	
		h_2/h_1	[-]	0,91	
2	Rückstaubeiwert	б	[-]	0,6	aus Abb. 2 ablesen
3	Durchfluss im Öffnungsbereich	Q	[m³/s]	0,77	
4	vorhandener spezifischer Abfluss	q_{vorh}	[m²/s]	1,70	= Q / bs
5	Sicherheitszuschlag	s	[-]	0,5	kantig: 0,7 abgerundet: 0,5
6	Gefälle im Becken	I	[-]	0,02	
7	obere Klassengrenze des Schüttmaterials	$d_{S,Becken}$	[m]	0,37	entspricht d_{90}
	$d_{S,Becken} = \left(\frac{q_{vorh}}{0{,}05 \cdot s \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_S - \rho_W}{\rho_W}} \cdot I^{-1{,}25}} \right)^{\frac{2}{3}}$				
8	mittlere Klassengrenze des Schüttmaterials	$d_{m,Becken}$	[m]	0,12	entspricht d_{50}
	$d_{m,Becken} = \left(\frac{q_{vorh}}{0{,}263 \cdot s \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_S - \rho_W}{\rho_W}} \cdot I^{-1{,}25}} \right)^{\frac{2}{3}}$				

6. Nachweis der Sohlstabilität durch Einbeziehung der Kolkbildung (10cm)

6	erfroderlich obere Klassengrenze des Schüttmaterials	$d_{S,erf}$	[m]	0,18	entspricht d_{90}
	$d_{90} = \left(22{,}88 \cdot \frac{\Delta h^{0{,}5} \cdot q^{0{,}6}}{h_u + h_{Kolk}} \right)^{\frac{1}{0{,}4}}$				
7	Bedingung: $d_{S,erf} < d_{S,Becken}$	0,18	<	0,37	✓

Tabelle 42: Wasserbausteine nach alter TLW (1997) und neuer TLW (2003), die Steingrößen sind Mittelwerte

	Klasse	Steingröße bzw. - gewicht	d_{50} (d_m) in cm	d_{65} in cm	d_{90} in cm
TLW 1997 (alt)	0	5 – 15 cm	9	10	13
	I	10 – 20 cm	14	16	18
	II	10 – 30 cm	17	20	27
	III	15 – 45 cm	26	30	40
	IV	20 – 60 cm	35	40	54
	V	35 – 100 cm	60	68	90
TLW 2003	$CP_{45/125}$	4,5– 12,5 cm	9	-	12,5
	$CP_{63/180}$	6,3 – 18 cm	13	-	18
	$CP_{90/250}$	9 – 25 cm	18	-	25
	$LMB_{5/40}$	5 - 40 kg	22	-	30
	$LMB_{10/60}$	10 – 60 kg	27	-	35
	$LMB_{40/200}$	40 – 200 kg	40	-	50
	$LMB_{60/300}$	60 – 300 kg	50	-	60
	$HWA_{300/1000}$	300–1000 kg	75	-	90

Abb. 4: Steinklassen (Quelle: DWA-M 509)

8	gewählte Steinklasse für die Beckensohle		[-]	CP 90/250	laut Tabelle 42 und unter Berücksichtigung der Kolkbildung