

Auftraggeber:

**Gemeinde Deggenhausertal
Bodenseekreis**

**Genehmigungsplanung
Römerwehr in Obersiggingen**

**Hydraulische Bemessung Raugerinne Beckenpass
nach DWA M-509**

RAPP + SCHMID
Infrastrukturplanung GmbH
Im Espach 5, 88444 Ummendorf
Tel.: 07351 - 45 700 10
info@rsi-bc.de
www.rsi-bc.de

Projekt-Nr.: 18-121-DT
Anlage **3**

Projektkenngrößen

1. Projektbeschreibung

OOberhalb von Obersiggingen befinden sich an der Deggenhauser Aach drei Wehre u.a. das sogenannte Römerwehr. Insbesondere beim großen Römerwehr ist eine Durchwanderbarkeit des Gewässerabschnittes für Wasserlebewesen derzeit nicht gegeben. Auch die kleineren Abstürze sind bei kleinen Abflüssen nicht voll ökologisch durchgängig. Die Gemeinde beabsichtigt das Wehr zurückzubauen, zu einer Riegelrampe umzugestalten um die Durchgängigkeit in der Deggenhauser Aach für Wasserlebewesen wieder herzustellen. Zugunsten einer eigendynamischen Entwicklung sollen die beiden kleineren Wehre ebenfalls zurückgebaut werden.

2. Projektkenngrößen

Gewässername	Deggenhauser Aach
Regelwasserstand Oberwasser	Ho = 521,29 mNN
Regelwasserstand Unterwasser	Hu = 519,47 mNN
Wasserspiegeldifferenz gesamt	h _{gesamt} = 1,82 m
mittlerer Niedrigwasserabfluss	MNQ = 0,15 m³/s
Abfluß $Q_{330} \sim 2-3 * MQ$ ¹⁾	Q ₃₃₀ = 0,890 m³/s
Mittelwasserabfluss	MQ = 0,445 m³/s
Hochwasserabfluss	HQ100 = 22,02 m³/s
Sohlhöhe Oberwasser	SOW = 520,20 mNN
Sohlhöhe Unterwasser	SUW = 519,25 mNN

gewählt:

Beckenwasserspiegeldifferenz	Δh = 0,13 m
------------------------------	-------------

3. Hinweise zur Berechnung

Die Bemessung des Raugerinnes in Beckenbauweise (Sohlgleite mit Beckenstruktur) wurde in Anlehnung an die aktuellen Merkblätter bzw. Literatur:

- DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke (2014)
- LUBW - Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern - Leitfaden Teil 2 (2007)
- Fischwege und Sohlengleiten, Rolf-Jürgen Gebler, Verlag Wasser + Umwelt, 2009

Aufgeführte Tabellen und Bilder sind den genannten Merkblättern entnommen.

¹⁾ da der Q_{30} und Q_{330} (Abfluss eines Gewässers, der an 30 bzw. 330 Tagen im Jahr unterschritten wird) meist nur direkt an einem Pegel bekannt ist, werden folgende Annahmen getroffen:

$$Q_{30} = MNQ$$

$$Q_{330} = 2 * MQ$$

Grenz- und Bemessungswerte für die Auslegung

1. Sicherheitsbeiwerte S_i für Raugerinne Beckenpässe gem. DWA-M 509

Sicherheitsbeiwerte für die Dimensionen S_g (geometrische Unregelmäßigkeiten)

$S_g < 0,9$ bei Raugerinne-Beckenpässen mit Einbauten aus Naturstein

Sicherheitsbeiwert für die Fließgeschwindigkeiten S_v

$S_v < 0,90$ bei Raugerinne-Beckenpässen aufgrund materialbedingter Unschärfen

Sicherheitsbeiwert für Leistungsdichte S_p

$S_p = 0,90$ bei allen Anlagen

Betrieblicher Sicherheitsbeiwert S_b

$S_b = 0,80$ bei Raugerinne-Beckenpässen mit Einbauten aus Naturstein

Bemessungswert für die Fließgeschwindigkeit

$$v_{bem} = S_b \cdot S_v \cdot v_{grenz}$$

v_{bem} = Bemessungswert der Fließgeschwindigkeit

v_{grenz} = Grenzwert der Fließgeschwindigkeit

Bemessungswert für die Leistungsdichte

$$P_{D,bem} = S_p \cdot P_{D,grenz}$$

$P_{D,bem}$ = Bemessungswert der Leistungsdichte

$P_{D,grenz}$ = Grenzwert der Leistungsdichte

geometrische Bemessungswerte

Bemessungswert = Grenzwert / S_g

Tabelle 1: Hydraulische Bemessungswerte für beckenartige Raugerinne bis zu einer Absturzhöhe von 6m bei Berücksichtigung von $S_v=S_p=0,9$ sowie $S_b=1$. Bei größeren Abstürzen sind die zugehörigen Grenzwerte gem. Tab. 17 DWA-M 509 zugrunde zu legen.

Fließgewässerregion	Δh_{bem} planerische Absturzhöhe zwischen Becken (m)	$v_{m,bem}$ mittlere Fließgeschwin- digkeit im Becken (m/s)	$P_{D,bem}$ maximale Leistungsdichte (W/m ³)
Gebirgsregion	in Anlehnung an die natürlichen Verhältnisse		
Obere Forellenregion	0,18	0,5	225
Untere Forellenregion	0,16	0,5	200
Äschenregion	0,15	0,5	180
Barbenregion	0,12	0,5	135
Brachsenregion	0,10	0,5	115
Kaulbarsch-Flunderregion	0,09	0,5	90

gewählte Grenz- und Bemessungswerte gem. Punkt 1:

$$S_g = 0,80$$

$$S_v = 0,90$$

$$S_p = 0,90$$

$$S_b = 1,00$$

2. Beckenabmessungen und Einbauten

2.1 Beckenabmessungen

Bild 1:

Dimensionen in
 Raugerinnen mit
 Beckenstruktur; Dargestellt
 sind jeweils ein Riegel ohne
 bzw. mit Grundschwelle
 (NW-Schwelle) im
 Durchlass.

[DWA-M 509]

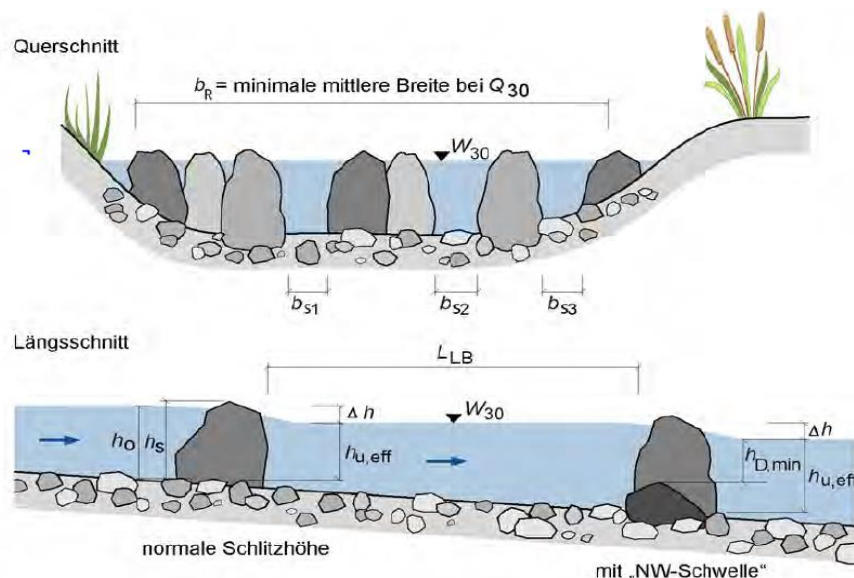


Tabelle 2: Geometrische Bemessungswerte für beckenartige Raugerinne mit $S_g = 0,8$ und $S_b=1$ nach Tab. 16 DWA-M 509; Bezeichnungen nach Bild 1

	$h_{u,eff}$ Wassertiefe unterhalb Trennwand	$h_{D,min}$ min. Tiefe im Durchlass mit NW-Schwelle	$L_{LB,bem}$ min. lichte Beckenlänge ³⁾	b_{bem} min. mittlere lichte Beckenbreite ²⁾	$b_{s,min}$ min. Öffnungsweite für mindestens einen Durchlass
Fischarten	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Bachforelle	0,3	0,25	1,8	1,0 – 2,0	0,2 ¹⁾ – 0,4
Äsche, Döbel, Plötze	0,5	0,4	2,4/3,0	2,0 – 3,0	0,4 ¹⁾ – 0,6
Barbe, Zander Meerforelle	0,5	0,4	3,0	2,0 – 3,0	0,4 ¹⁾ – 0,6
Hecht, Lachs, Huchen	0,5	0,45	3,8	2,3 – 3,0	0,45 ¹⁾ – 0,6
Brachsen, Karpfen	0,75	0,6	3,0	2,5 – 3,0	0,5 ¹⁾ – 0,6
Stör	1,6	1,3	11,0	7,0	1,4
ANMERKUNGEN					
1) Die unteren Werte für die minimale Öffnungsweite der Durchlässe gelten nur für abflussarme Gewässer; zur Reduzierung der Verklausungsgefahr wird generell empfohlen, Öffnungsweiten von mindestens 0,6 m vorzusehen.					
2) Gemäß Gleichung (7.26b).					
3) Bei $p > 150 \text{ W/m}^3$ ist zusätzlich die Bedingung Gl. (7.26c) zu prüfen.					

größte Leitfischart im Gewässer:

Bachforelle

Seeforelle

Mindest Beckenabmessungen gem. Tabelle 2:

gewählt:

lichte Beckenlänge $L_{B,grenz}$ =	1,80	m	$L_{B,grenz}$ =	1,80	m
mittl. Lichte Beckenbreite $b_{s,grenz}$ =	1,0-2,0	m	$b_{s,grenz}$ =	2,00	m
min. Öffnungsbreite $b_{s,grenz}$ =	0,2-0,4	m	$b_{s,grenz}$ =	0,20	m
Wassertiefe unterh. Trennwand $h_{u,grenz}$ =	0,30	m	$h_{u,grenz}$ =	0,30	m
mind. Tiefe im Durchlass $h_{D,grenz}$ =	0,25	m	$h_{D,grenz}$ =	0,25	m

2.2 Dimensionierung der Riegelhöhen und -abstände

gewählt:

Zul. Absturzhöhe Dh_{bem} nach Tab. 1=	0,16	m	Δh_{bem} =	0,13	m
Rampenneigung =	3,33 %		Rampenneigung = 1:	30,00	
erford. Rampenlänge L_R =	54,6	m			

Anzahl der Riegel: $n_{erf.} = h_{ges} / \Delta h_{bem} =$	14,0		Riegelanzahl n=	14,00	
--	------	--	-----------------	-------	--

Unter Beachtung der geometrischen Sicherheitsbeiwerte gem. Abschnitt 1 werden folgenden Bemessungswerte gewählt:

lichte Beckenlänge	$L_{B,bem} =$	2,00 m	<	$L_{LB,grenz} / S_g =$	2,25 m
Beckenbreite	$b_{bem} =$	3,50 m	>	$b_{s,grenz} / S_g =$	2,50 m
Schlitzweite	$b_{s,bem} =$	0,30 m	>	$b_{s,grenz} / S_g =$	0,25 m
Wassertiefe im Becken	$h_{u,bem} =$	0,30 m	<	$h_{u,grenz} / S_g =$	0,38 m
Wassertiefe in Engstelle	$h_{d,bem} =$	0,33 m	>	$h_{d,grenz} / S_g =$	0,31 m

Aufgrund der anordnung der Fischaufstiegsanlage im Hauptschluss des Gewässers und der verhältnismäßig großen Abflüsse, kann auf die Anordnung einer Niedrigwasserschwelle verzichtet werden.

Bei der Ausführung ist darauf zu achten, dass trotz Niedrigwasserschwelle die Beckenstruktur erhalten bleibt. Dadurch wird es z.B. auch der Groppe ermöglicht die Sohlgleite zu durchwandern. Die Niedrigwasserschwelle ist entsprechend beidseitig geringfügig anzurampen.

Die NW-Schwelle soll ca. 0 cm über der Beckensohle liegen.

$w = 0,00 \text{ m}$

Bei einer angenommenen mittleren Breite der Steinriegel von ca. 50 cm ergibt sich eine Rampenlänge von

Rampenlänge = $n * (L_{B,bem} + 0,5m) =$	32,50 m
>> resultierende Rampenneigung	4,85 % = 1: 21

2.3 Dimensionierung der Durchlassöffnung der Riegel

Der Überfall über bzw. durch den Riegel folgt den Gesetzmäßigkeiten des Überfalls über ein festes Wehr.
 Für die Vorbemessung ist es ausreichend, den Abfluss mit der vereinfachten POLENI-Gleichung zu ermitteln:

Für die Dimensionierung der Riegelbreite wird der MNQ herangezogen.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \sigma \cdot f \cdot \Sigma b_s \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_1^{3/2}$$

$$b_s = \frac{Q}{\frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \sigma \cdot f \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_1^{3/2}}$$

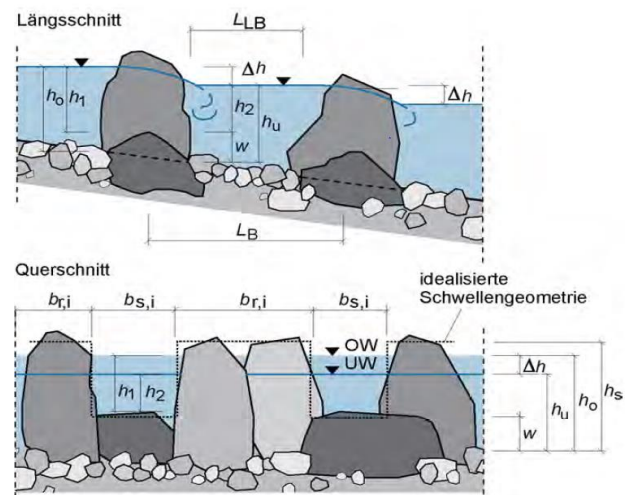
mit: Σb_s Summe der lichten Durchflussbreiten
 h_1 Überfallhöhe gemäß Bild
 mit $h_1 = h_o - w$ bzw. $h_i = h_o - h_s$

Überfallbeiwert:

$\mu = 0,65$ scharfkantige Steine
 $\mu = 0,70$ abgerundete Steine
 $\mu = 0,55$ durchgehende Sohle ohne NW-Schwelle

Faktor Lückenabfluss

$f = 1,05$ bis $1,1$ bei Steinen mit geraden Bruchflächen, gut aneinander
 $f = 1,1$ bis $1,15$ bei runden Steinen oder bei unregelmäßigen Bruchkanten



Rückstaubeiwert gemäß Bild rechts

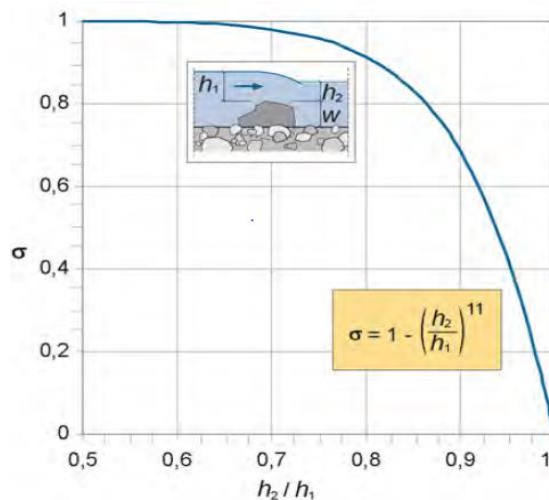
gewählte Größen:

$\mu = 0,70$
 $h_1 = 0,43 \text{ m}$
 $h_2 = 0,30 \text{ m}$
 $w = 0,00 \text{ m}$

$h_2 / h_1 = 0,70$



$\sigma = 0,95$



min. erforderliche Riegelöffnungsbreite	gewählte Öffnungsbreite
$b_s = 0,25 \text{ m}$	$b_{s,bem} = 0,30 \text{ m}$

Die Öffnungsbreite im Riegel wird mit einer Breite von 0,3 m gewählt. Die Durchlassöffnungen sind abwechselnd links und rechts anzuordnen, um eine vollständige Energiedissipation in den Becken zu erreichen und Kurzschlussströmungen zu vermeiden.

Aufgrund der großen Gesamtriegelbreite von 7m - 12 m ist davon auszugehen, dass größere Anteile des Abflusses zusätzlich durch die Steinzwischenräume abfließen. Daher ist die geringe Unterschreitung der gewählten Riegelöffnungsbreite vernachlässigbar.

2.4 Dimensionierung der Gesamtriegelbreite

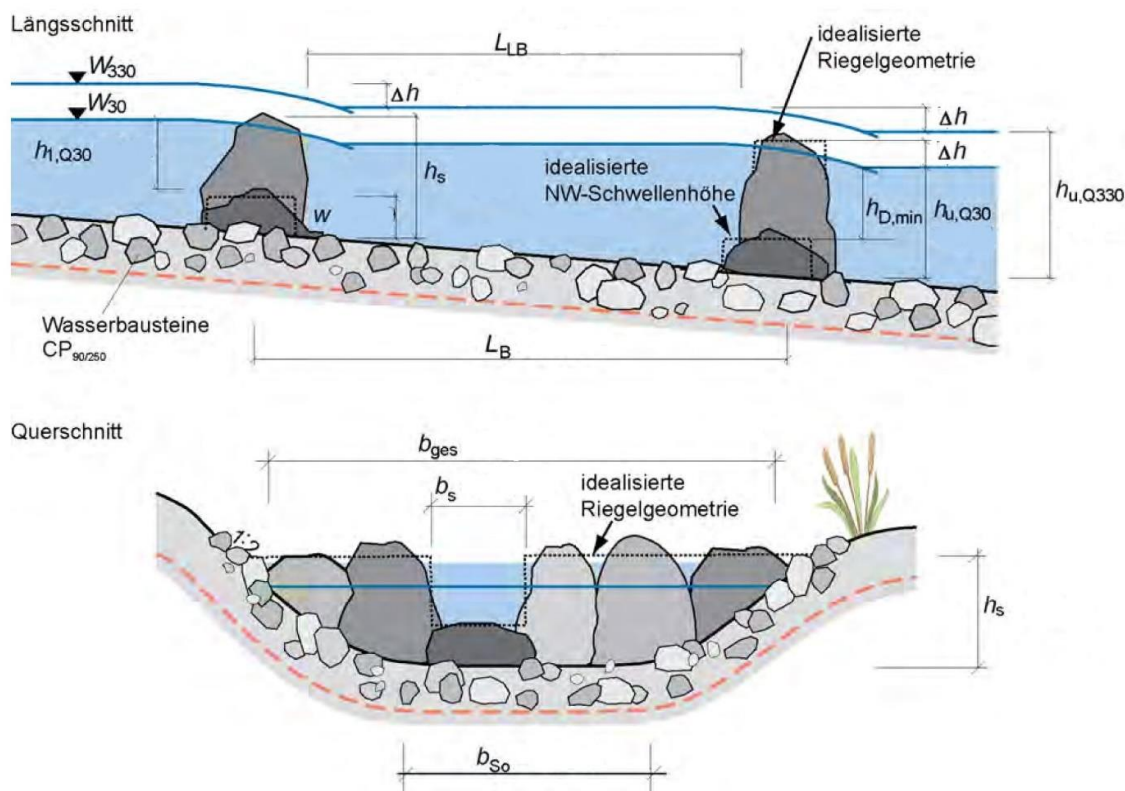
Das geplante Raugerinne mit Beckenstruktur muss die Durchgängigkeit für die Fließzustände bei einem Q_{30} bis zu einem Q_{330} sicherstellen. Hierzu sind insbesondere die Riegelabmessungen und -abstände sowie die jeweiligen Dissipationsraten in den Becken entsprechend zu dimensionieren.

Die Planung beruht auf den Ansätzen, dass der Niedrigwasserabfluss MNQ bzw. Q_{30} über die Riegelöffnung abgeleitet wird. Bei größeren Abflüssen werden die Riegel der Becken bereits reitflächig überströmt.

$Q_{30} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ Abfluss, der an 30 Tagen im Jahr unterschritten wird

$Q_{330} = 0,89 \text{ m}^3/\text{s}$ Abfluss, der an 330 Tagen im Jahr unterschritten wird

Die Riegelsteine werden so gesetzt, dass die mittlere Oberkante der Riegelsteine maximal 10 cm herausragen.



Die Gesamtriegelbreite setzt sich zusammen aus der Breite des Riegels b_R und der Schlitzbreite / Öffnungsbreite b_s :

$$b_{ges} = b_R + b_s$$

Bei größeren Abflüssen findet der Abfluss nicht mehr ausschließlich über den Schlitz des Riegels statt. Der Abfluss gliedert sich dann in den Abfluss über die Durchlassöffnung mit der Breite b_s und den Abfluss über den Riegel der Breite b_R . Um eine optimale Funktionsweise der Fischaufstiegsanlage auch bei Abflüssen bei einem Q_{330} sicherzustellen, müssen die Beckenabmessungen entsprechend dimensioniert werden, um die Energiedissipation möglichst einzuhalten.

Bei Anordnung der Sohlgleite im Hauptschluss eines Gewässers wird die Bauwerksbreite in der Regel durch die vorhandene Gewässerbreite vorgegeben. Daher wird im Folgenden diese Breite als gegeben angenommen und die dadurch resultierende Überströmungshöhe des Riegels ermittelt.

Abschätzung der Überströmungshöhe bei q_{krit} bei der gewählten Riegelbreite von $b_R = 3,20 \text{ m}$ mit $h_{Q330} = 0,23 \text{ m}$

Berechnung des Abflusses über die Durchlassöffnung des Riegels bei einer zusätzlichen Abflusshöhe bei Q330 um $h_{MQ} = 0,23$ m.

Bei Aufgliederung des Riegels in die zwei genannten Bereiche ist auch für jeden Bereich ein gesonderter Rückstaubeiwert zu ermitteln.

Ermittlung des Rückstaubeiwertes des Riegels

bei Annahme einer gleichbleibender Wasserspiegeldifferenz an der Riegelöffnung ergibt sich:

$$\begin{aligned} h_{1,Q330} &= h_{1,Q30} + 10\text{cm} + h_{Q330} = 0,76 \text{ m} \\ h_{2,Q330} &= h_{1,Q330} - \Delta h = 0,63 \text{ m} \\ h_2/h_1 &= 0,83 \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \sigma = 0,9 \text{ Rückstauwert}$$

Abfluss in der Durchlassöffnung bei Q330:

$$Q_{D330} = \frac{2}{3} \cdot 0,7 \cdot \sigma \cdot 1,1 \cdot b_{s,bem} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{1,Q330}^{3/2} = 0,403 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berechnung der Überströmungshöhe der Riegel bei $Q_{Riegel} = Q_{330} - Q_{D,330} = 0,487 \text{ m}^3/\text{s}$
 und einer Riegelbreite von 3,20 m

$$b_R = \frac{Q_{Riegel}}{\frac{2}{3} \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_R^{2/3}} = 3,20 \text{ m} \quad h_R = 0,16 \text{ m}$$

Die Gesamtbreite des Riegels ergibt sich somit zu :

$$b_{ges} = b_R + b_S = 3,50 \text{ m}$$

Bei Q330 wird der Riegel ca. auf einer Höhe von $h_R = 0,16$ m überströmt.

2.5 Maximale Fließgeschwindigkeit unterhalb der Steinriegel

$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_{bem}} = 1,60 \text{ m/s} < 2,10 \text{ m/s}$$

Fließgeschwindigkeit OK!

Tabelle 3: Grenzwerte für die maximale Fließgeschwindigkeit v_{max} (m/s) in den Durchlässen von beckenartigen Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbaren Bauwerken gem. DWA-M 509

Gesamthöhen- unterschied	Fließgewässerregion					
	Obere Forellen- region	Untere Forellenregion	Äschen- region	Barben- region	Brachsen- region	Kaulbarsch- Flunder- Region
< 3 m	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6
3 m bis 6 m	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5
6 m bis 9 m	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
> 9 m	1,9	1,8	1,7	Einzelfallentscheidung		

3. Ermittlung der Leistungsdichte

Der Aufstieg der Fische erfolgt sukzessive von Becken zu Becken. Die größte Anstrengung ist beim Durchschwimmen der Engstellen der Riegen zu erbringen. Die Becken sollen so dimensioniert sein, dass sie Ruheräume für die Fische bieten, bevor der nächste Höhengsprung in Angriff genommen wird.

Die maximal zulässige Leistungsdichte ergibt sich aus Tabelle 1.

Als Maß für die Turbulenz im Becken gilt der spezifische Energieeintrag bzw. die Leistungsdichte bei der Energiedissipation:

$$p_d = \frac{\rho_w \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{b_m \cdot h_m \cdot LLB} = \frac{\rho_w \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{A \cdot LLB}$$

mit:

h_m	=	mittlere Wassertiefe in den Becken =
b_m	=	mittlere Beckenbreite
A	=	Beckenquerschnitt $h_m \times b_m$
L_{LB}	=	lichte Beckenlänge, $L_{LB} \sim L_B - d_s$

Berechnung für Q_{30} :

$p_{d,MNQ} =$	92,31 W/m ³	<	200 W/m ³
---------------	------------------------	---	----------------------

maßgebend!

Berechnung für Q_{330} :

$p_{d,Q330} =$	234,97 W/m ³	>	200 W/m ³
----------------	-------------------------	---	----------------------

Die gering über dem Grenzwert liegende Energiedichte bei Q_{330} ist durchaus akzeptabel, und spricht dafür, dass die Sohlgleite auch bei höheren Abflüssen für leistungsstarke Schwimmer noch durchwanderbar ist. Dies ist oft bei natürlichen Gewässern nicht gegeben. Darüber hinaus ist das Gewässer, die Deggenhauser Aach durch vielfältige weitere Sohlschwellen mit weitaus größeren Sohlabstürzen, als bei der geplanten Rauen Rampe geprägt. Eine weitere Optimierung der geplanten Anlage ist daher nicht sinnvoll.

Auf einen Nachweis bei höheren Abflüssen HQ_{100} wird an dieser Stelle verzichtet, da die Raue Rampe bei höheren Abflüssen breitflächig überströmt wird und die Beckenstruktur hierdurch nicht höher belastet wird.

4. Nachweis der Stabilität des Sohlmaterials

Nachweis des Stabilitätskriteriums nach dem Ansatz von PALT (2001):

$$q_{krit} = 0,093 \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot d_{65}^{3/2} \cdot I^{-1,25} \quad d_{65} = \left[\frac{q_{krit} \cdot I^{1,25}}{0,093 \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot g} \right]^{2/3}$$

mit:

$$\begin{aligned} \rho_s &= 2.650 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_w &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \\ q_{krit} &= 1,67 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m} \\ I &= 0,033333333 \text{ [-]} \end{aligned}$$

$$d_{65} = 0,16 \text{ m}$$

5. Bemessung für höhere Abflüsse

Ermittlung von q_{krit} :

Gem. Rolf-Jürgen Gebler "Fischwege und Sohlengleiten" folgt:

"Bei höheren Abflüssen wird im Gegensatz zu kleinen und mittleren Abflüssen nicht der gesamte Abfluss in die Becken eingetragen, vielmehr findet eine Überströmung der Beckenstruktur statt. Der Abfluss erfolgt nicht mehr als Tauchstrahl, sondern als gewellter Oberflächenstrahl. In der Tiefe der Becken liegen somit wesentlich geringere Fließgeschwindigkeiten vor als an der Oberfläche, die den Fischen einen Aufstieg und auch ein ausruhen ermöglichen. Bei ausreichenden Wassertiefen der Becken bieten Sohlengleiten vielmehr Rückzugs- und Schutzbereiche bei hohen Abflüssen [...]. Vereinfachend kann der Übergang vom Tauchstrahl in den gewellten Oberflächenstrahl angenommen werden bei $q_{\text{Übergang}} = (8 \cdot g \cdot D h^3)^{1/2}$

$$q_{\text{Übergang}} = 0,42 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m} \quad \text{d.h.} \quad Q_{\text{Übergang}} = 1,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

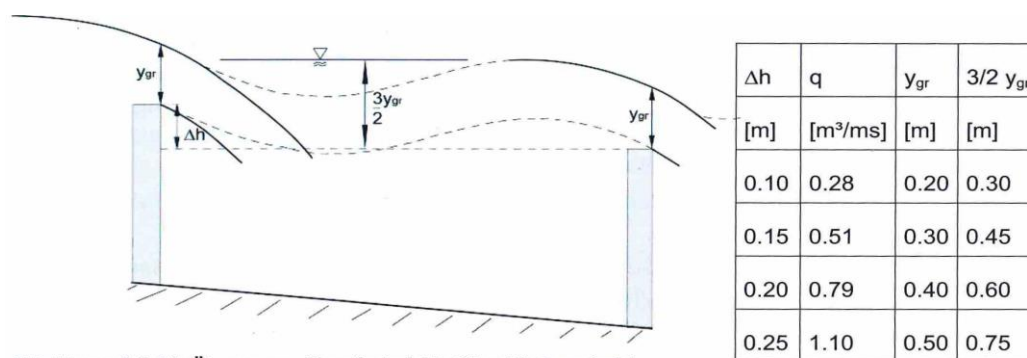


Abbildung 9.3.14: Übergang - Tauchstrahl in Oberflächenstrahl

Daraus ergibt sich eine Grenztiefe von $y_{gr} = 0,27 \text{ m}$
 und bei einer Beckentiefe bei Überströmung der 40 cm hohen Riegelsteine eine Abflusstiefe im Schlitz
 von ca. = $0,40 + 0,27 = 0,67 \text{ m}$

Über Rückrechnung der Schlitzbemessung wird ein Abfluss "durch einen Schlitz" (Annahme des reinen Abflusses über den Schlitz) von ca. $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ benötigt, um diese Abflusshöhe über den $0,30 \text{ m}$ breiten Schlitz zu erzeugen.

$$\text{damit folgt} \quad q_{krit} = 1,67 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$$

gem. DWA-M 509 gilt für den **mittleren Steindurchmesser** des Materials der Beckenfüllung

$$q_{zul} = s \cdot 0,263 \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot d_{m,Becken}^{3/2} \cdot I^{-1,25} \quad \text{mit } s = 0,7 \text{ für kantiges Material}$$

und somit:

$$d_{m,Becken} = \left[\frac{q_{krit} \cdot I^{1,25}}{0,263 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot g} \right]^{2/3} = 0,10 \text{ m}$$

zum Vergleich wird gem. DWA-M 509 noch die obere Klassengrenze des Materials der Beckenfüllung $d_{s,Becken}$ oder d_{90} ermittelt. Maßgebend für die Wahl des Steinmaterials für die Becken ist der größte Wert.

$$d_{s,Becken} = \left[\frac{q_{krit} \cdot I^{1,25}}{0,05 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot g} \right]^{2/3} = 0,31 \text{ m}$$

Aus bautechnischen Gründen werden Wasserbausteine der Steingröße von ca. 20-40 cm für das Sohlmaterial in den Becken gewählt.

6. Bemessung des Nachbettes

Es wird empfohlen, am Fuß des Raugerinnes / der Riegelrampe einen Kolk als Tosbecken zu erstellen.

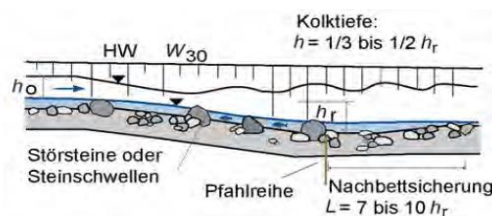


Bild 238: Nachbetsicherung von Raugerinnen
 (Grafik: KRÜGER)

Die Länge der Nachbetsicherung / des Kolkes ergibt sich gem. DWA-M 509 zu:

$$l_{\bar{u}} = 7 h_R \text{ bis } 10 h_R \quad \text{mit} \quad h_R = 0,95 \text{ m}$$

$$\text{gewählt: } l_{\bar{u}} = 7 h_R = 6,65 \text{ m}$$

$$\text{gewählt: } l_{\bar{u}} = 8,00 \text{ m}$$

Die Kolkentiefe berechnet sich nach (GEBLER) zu $t_{Kolk} = 1/3$ bis $1/2 \cdot h_R$

$$\text{bei } t_{Kolk} = 1/2 \cdot h_R \quad \text{ergibt sich} \quad t_{Kolk} = 0,48 \text{ m}$$

$$\text{gewählt: } t_{Kolk} = 1,00 \text{ m}$$

7. Zusammenfassung

Oberhalb von Obersiggingen befinden sich an der Deggenhauser Aach drei Wehre u.a. das sogenannte Römerwehr. Insbesondere beim großen Römerwehr ist eine Durchwanderbarkeit des Gewässerabschnittes für Wasserlebewesen derzeit nicht gegeben. Auch die kleineren Abstürze sind bei kleinen Abflüssen nicht voll ökologisch durchgängig. Die Gemeinde beabsichtigt das Wehr zurückzubauen, zu einer Riegelrampe umzugestalten um die Durchgängigkeit in der Deggenhauser Aach für Wasserlebewesen wieder herzustellen. Zugunsten einer eigendynamischen Entwicklung sollen die beiden kleineren Wehre ebenfalls zurückgebaut werden.

Angaben zum Gewässerabschnitt

Gewässername:	Deggenhauser Aach
Standort (Fluss-km):	29+450 km
Gewässerordnung:	2. Ordnung
Landkreis:	Bodenseekreis
Gemeinde:	
Sohlenmaterial:	sandig / kiesig
Sohlbreite:	3 - 4 m
durschnittliches Sohlgefälle:	
Einzugsgebiet bis Bauwerk:	34,50 km ²
(bis Fluss-km)	
MNQ:	0,15 m ³ /s
MQ:	0,45 m ³ /s
Q ₃₃₀ ~ 2*MQ:	0,89 m ³ /s
HQ ₁₀₀ :	22,02
Leitfischart:	
vorh. Arten:	nicht bekannt

Angaben zum geplanten Bauwerk

Bauweise:	Sohlgleite mit Beckenstruktur
Sohle OW:	520,20 mNN
Sohle UW:	519,25 mNN
ΔH Sohle:	0,95 m
Wasserspiegel OW:	521,29 mNN
Wasserspiegel UW:	519,47 mNN
ΔH Wasserspiegel:	1,82 m
Absenkung / Stauziel:	keine
Rampenneigung 1:n:	1:20,60
Rampenlänge L:	32,50 m
Beckenanzahl n:	14,00 m
Mindestbeckenwassertiefe:	0,30 m
Δh-Becken	0,13 m
Schlitzbreite b _S :	0,30 m
lichtge Beckenbreite b _B :	3,50 m
lichte Beckenlänge L _B :	2,00 m
Tosbeckenlänge	8,00 m
Tosbeckentiefe t _{Kolk} :	1,00 m

Ummendorf, 19.03.2020

Anerkannt:

Erstellt:

.....
 Gemeinde Deggenhausertal

.....
 Dipl.-Ing. Niels Ullrich

gesehen:

.....
 Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Rapp
 (Geschäftsführung)