

Anhang 4

Hydraulische Berechnung der Fischaufstiegsanlage im Fladderkanal

ANHANG 4

Hydraulische Berechnung der Fischaufstiegsanlage im Fladderkanal

Bemessung nach DWA-Merkblatt M509, 2014

Nachweis der Stabilität

Allgemeine Erläuterungen

Im Zuge der Stauniederlegung wird die Staueinrichtung (Fischbauchklappe) im Fladderkanal entfernt. Das im Erdreich und im Gewässer vorhandene Massivbauwerk soll erhalten bleiben, soweit es für Sicherung der Gewässergeomtrie und die Beibehaltung der vorhandenen Wasserstände erforderlich ist. Die verbleibenden Teile des Staubauwerkes in der Gewässersohle stellen ein Hindernis für die lineare Durchgängigkeit des Fladderkanals für Fische und aquatische Wirbellose dar. Es soll daher ein Umbau der Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit erfolgen.

Gemäß DWA-Merkblatt M509 (2014) wurde in Abhängigkeit der potenziell natürlichen Fischfauna, der Abflußverhältnisse und der örtlichen Gegebenheiten für den Umbau im Fladderkanal ein Raugerinne in Riegelbauweise mit Beckenstruktur als gut geeignet ausgewählt. Mit dieser Bauweise kann sichergestellt werden, dass sowohl die Mindesttiefe als auch die zulässige Fließgeschwindigkeit eingehalten werden können. Die Bemessung dieser FAA (Fischaufstiegsanlage) erfolgt nach den aktuellen Vorgaben des DWA-Merkblattes M509.

Grundlegendaten

Die Dimensionierung der FAA ist abhängig von der potenziellen Fischfauna. Diese wurde vom LAVES als „Hasel-Gründlings-Region“ mitgeteilt.

Abbildung 1

Potenziell natürliche Fischfauna

26.01.2016

LAVES - Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

Seite 1/1

Dezernat Binnenfischerei - Fischereikundlicher Dienst

Eintrachtweg 19, 30173 Hannover, Tel: 0511-120-8907, Fax: 0511-120-8980

Gewässer:	Fladderkanal	Stand:	26.01.2016
WK-Nr:	02071	EU_SEG_CD:	DE_RS_3644_0_15344
Fischregion:	Hasel-Gründlings-Region		
Gew.-Abschn.:	AWB; v. Vechtaer Moorbach bei Daren (Einmdg. Spredaer Mb.) bis Mdg. in Lager Hase bei Wangerpohl		

DVNR	NAME	Abundanz-Klasse
9020	Aal	TA
9047	Bachneunauge	BA
9037	Bitterling	BA
9239	Dreistachliger Stichling, Binnenform	LA
9019	Flussbarsch	TA
9979	Flussneunauge	BA
9006	Gründling	LA
9009	Hasel	LA
9018	Hecht	TA
9034	Moderlieschen	BA
9949	Neunstachliger Stichling	TA
9016	Quappe	BA
9023	Rotaugen, Plötze	LA
9043	Rotfeder	TA
9103	Schmerle	LA
9032	Steinbeißer	LA

Anzahl Taxa: 16

Darüber hinaus sind die DWA-Bemessungswerte der „Brachsen-Region“ anzuwenden (LAVES, Lecour, Mail 10.2.2016).

Die hydraulischen Grundlagenwerte wurden mit Hilfe der Werte vom Pegel Addrup am Fladderkanal ermittelt. Die Bemessung der FAA muss eine Durchgängigkeit an mindestens 300 Tagen im Jahr gewährleisten. Somit sind die Abflüsse Q_{30} und Q_{330} maßgeblich.

Tabelle 1 Abflüsse

Grundlage: Pegeldaten Addrup, (NLWKN-CLP 2015)

Abfluß	IST
Q_{30}	0,55 m³/s
Q_{330}	4,73 m³/s

Für die Ermittlung des zu überwindenden maximalen Höhenunterschiedes während dieser statistischen 300 Tage im Jahr sind die zugehörigen Wasserspiegelhöhen im Oberwasser und Unterwasser des Staubauwerkes erforderlich. Wasserstandsaufzeichnungen am Staubauwerk liegen diesbezüglich nicht vor.

Die Wasserspiegelhöhen können über eine Wasserspiegellagen-Berechnung ermittelt werden. Hierzu wurde das für die Berechnung des Überschwemmungsgebietes aufgestellte hydraulischen Modell für ein HQ_{100} (IDN 2010) überarbeitet und eine aktuelle Simulationen mit den Abflüssen Q_{30} und Q_{330} durchgeführt.

Es liegen keine Wasserstands-/Abflussmessungen vor, die eine Kalibrierung des Modells im Bereich Stau Lüsche ermöglichen würden. Die Sensitivität des Modells wurde daher wie folgt berücksichtigt: Die in der HQ_{100} -Simulation verwendeten Rauigkeitsbeiwerte wurden variiert und eine Variantenberechnung mit veränderten „ungünstigeren“ Rauigkeiten simuliert. Bei beiden Simulationen ergab sich der gleiche Wasserstand oberhalb der Anlage, der Unterwasserstand hatte einen Unterschied von 8 cm. Für die Dimensionierung der Anlage wurde daher auf der sicheren Seite der größere Höhenunterschied zwischen Oberwasserstand und Unterwasserstand bei Q_{30} verwendet.

Tabelle 2 Wasserspiegelhöhen IST-Zustand am Stau Polder Lüsche im Fladderkanal

IST aus Berechnungen NLWKN CLP 2016

Abfluß	Wsp oberhalb	Wsp unterhalb	Höhendifferenz
Q_{30_IST}	22,97 mNN	22,35 mNN	0,62 m
Q_{330_IST}	23,53 mNN	23,27 mNN	0,26 m

Bemessung des Raugerinnes mit Beckenstruktur

Anforderungen nach DWA

Die Anforderungen nach DWA sind in folgender Übersicht aufgelistet. Grundlage ist die potenziell natürliche Fischfauna nach LAVES 2016. Da das DWA-Merkblatt nicht eindeutig in den gelisteten Werten ist, wurde eine Übersicht aller nach DWA möglichen Werte und der vom (LAVES) (Fr. Lecour) mitgeteilten Werte zusammengestellt:

Abbildung 2 Bemessungswerte nach DWA M-509,2014

Bemessungswerte Raugerinne in Beckenstruktur nach DWA M-509, 2014

Projekt:	Fladderkanal, Stau Lüsche	Fischregion "Hase-Gründling" ist
Fischregion:	Hasel-Gründling Brassenregion	nach LAVES für Einstufung in DWA-Grenzwert-Dimensionierung (Mail Lecour 10.02.2016)

maßgebliche Fischarten für Dimensionierung (Auswahl der DWA-relevanten Fischarten aus Liste der potenziell natürlichen Fischfauna, LAVES 26.01.2016)

Länge	Hecht	$L_{\text{Fisch}} =$	1.00 m	DWA, Tab. 15
Dicke	Quappe	$D_{\text{Fisch}} =$	0.11 m	
Höhe	Hecht	$H_{\text{Fisch}} =$	0.14 m	

Sicherheitsbeiwerte

Geometrie	Beckenstruktur	$S_g =$	0.8	DWA, Seite 156
Geschwindigkeit	Beckenstruktur	$S_v =$	0.9	
Energiedissipation	Beckenstruktur	$S_p =$	0.9	
betriebl.	geringer Wartungsbedarf	$S_b =$	1.0	

Geometrische Bemessungsgrößen

Wassertiefe Wanderkorridor	$h_{\text{eff, min}} = 2.5 \times H_{\text{Fisch}} =$	0.35 m	mit $S_g =$	0.44 m DWA Formel 4.1
Wassertiefe Engstelle	$h_{\text{eff, min, Engst.}} = 2.0 \times H_{\text{Fisch}} =$	0.28 m	mit $S_g =$	0.35 m DWA Formel 4.2
Schlitz-/NW-Öffnungsbreite	$b_{s, \text{min}} = 3.0 \times D_{\text{Fisch}} =$	0.33 m	mit $S_g =$	0.41 m DWA Formel 4.3
Beckenlänge	$L_{LB} = 3.0 \times L_{\text{Fisch}} =$	3.00 m	mit $S_g =$	3.75 m DWA Formel 4.5
Beckenbreite	$b_{LB} = L_{LB} \times 1/2 \text{ bis } 2/3 =$	2.00 m	mit $S_g =$	2.50 m DWA Formel 4.7 mit Faktor 2/3

Hydraulische Bemessungsgrößen

Fließgeschw. Engstelle	$v_{\text{max}} =$	1.20 m/s bis 1.40 m/s	nach Lecour (Mail 10.2.2016)
	$v_{\text{max}} =$	1.70 m/s	DWA, Tab. 17, Brachsenregion
daraus max. Höhensprung	$\Delta h_{\text{max}} =$	0.07 m	Grundlage: Mail Lecour
	$\Delta h_{\text{max}} =$	0.15 m	Grundlage: DWA, Tab. 17
Fließgeschw. Wanderkorridor	$v_{\text{min}} =$	0.30 m/s	DWA, Tab. 20
Leistungsdichte	$p_D =$	100 W/m³	DWA, Brachsenregion, Tab. 21 mit Hecht

Konstruktionswerte

nach Berechnung Riegelgeometrie aufgrund Gerinnebreite, Abfluss etc.

Variante: Raugerinne Beckenstruktur

Schlitz-/NW-Öffnungsbreite	$b_{s, \text{min}} =$	1.00 m gewählt
Unterwasserstand	in Beckenmitte $h_u =$	0.90 m gewählt
erf. Versatzmaß	$y_s > 2 \times b_s >$	2.00 m DWA Formel 7.26a
erf. Riegelbreite ges.	$b_{\text{ges}} > 5 \times b_s >$	5.00 m DWA Formel 7.26b
erf. lichte Beckenlänge	$L_{LB} > 6 \times h_u >$	5.40 m DWA Formel 7.26c

Geometrische Werte

Als Grundlage der Bemessung wurde eine maximale Wasserspiegeldifferenz von 0,10 m gewählt. Dieser Wert liegt unterhalb des nach DWA zulässigen maximalen Maßes von 0,15 m.

Berechnung eines Becken-Fischpasses mit durchströmten Steinschwellen (Riegelbauweise)

(nach DWA-M 509)

Q30 Fladderkanal Stau Lüsche

Riegel 1

nur Riegel Nr.1, ohne Spalten

Eingabedaten:

Abfluss:	$Q =$	0.55 m ³ /s	
Wasserspiegeldifferenz:	$\Delta h =$	0.10 m	
Überfallbeiwert	$\mu =$	0.55	
Spaltenverluste	$f =$	1.00	
Überfallhöhe	$h_1 =$	0.52 m	
Steinhöhe über Sohle:	$w =$	0.00 m	
Steindurchmesser (Draufsicht):	$d_s =$	0.40 m	
Abstand der Steinschwellen:	$l_b =$	8.00 m	> 6* h_u
UW		22.87 m ü.NN	
OW		22.97 m ü.NN	

eff. Sohlbreite Becken	$b_{so, eff} =$	3.50 m
Böschungsneigung Becken	$n =$	1.2
Vertiefung Becken	$t =$	0.45 m
Volumen Becken:	Annahme, dass die Vertiefung für das Becken 0.50 m hinter dem Riegel erreicht ist!	
Auf der sicheren Seite wird nur der vertiefte Bereich als Volumen gerechnet, der Übergang zum/vom Riegel nicht!		

Berechnung Steinschwelle / Becken:

	$h_2/h_1 =$	0.81	
Rückstaubeiwert:	$\sigma =$	0.90	
Durchflußbreite der Steinschwelle (Rechteckprofil):	$b_s =$	1.00 m	
Wasserspiegel Oberwasser:	$h_o =$	0.52 m	
Wasserspiegel Unterwasser:	$h_u =$	0.42 m	
max. Fließgeschwindigkeit:	$v_{max} =$	1.40 m/s	< 1.7 m/s
mittl. Fließgeschwindigkeit Becken:	$v_{Becken} =$	0.13 m/s	
Energiedissipation:	$p_D =$	37 W/m ³	
Energiedissipation mit $S_p=0.9$:	$p_D =$	41 W/m ³	< 100 W/m ³
Versatzmaß	$y_s =$	2.00 m	

Berechnung eines Becken-Fischpasses mit durchströmten Steinschwellen (Riegelbauweise) (nach DWA-M 509)

Q30Fladderkanal Stau Lüsche

Riegel 2-7

Eingabedaten:

Abfluss:	Q =	0.55 m³/s	
Wasserspiegeldifferenz:	Δh =	0.10 m	
Überfallbeiwert	μ =	0.55	
Spaltenverluste	f =	1.15	
Überfallhöhe	h₁ =	0.52 m	
Steinhöhe über Sohle:	w =	0.00 m	
Steindurchmesser (Draufsicht):	d _s =	0.40 m	
Abstand der Steinschwellen:	l _b =	7.00 m	> 6*hu
UW		22.35 m ü.NN	
OW		22.87 m ü.NN	

eff. Sohlbreite Becken	b _{so, eff} =	3.50 m	
Böschungsneigung Becken	n =	1.2	
Vertiefung Becken	t =	0.40 m	
Volumen Becken:	Annahme, dass die Vertiefung für das Becken 0.50 m hinter dem Riegel erreicht ist!		
Auf der sicheren Seite wird nur der vertiefte Bereich als Volumen gerechnet, der Übergang zum/vom Riegel nicht!			

Berechnung Steinschwelle / Becken:

	h ₂ /h ₁ =	0.81	
Rückstaubeiwert:	σ =	0.90	
Durchflußbreite der Steinschwelle (Rechteckprofil):	b_s =	0.87 m	
Wasserspiegel Oberwasser:	h _o =	0.52 m	
Wasserspiegel Unterwasser:	h _u =	0.42 m	
max. Fließgeschwindigkeit:	v _{max} =	1.40 m/s	< 1.7 m/s
mittl. Fließgeschwindigkeit Becken:	v _{Becken} =	0.14 m/s	
Energiedissipation:	p _D =	43 W/m³	
Energiedissipation mit S _p =0.9:	p_D =	48 W/m³	< 125 W/m³
Versatzmaß	y _s =	1.74 m	
Wasserspiegelbreite	b _w =	4.75 m	> 5*b

Berechnung Sohlgleite:

Wasserspiegelgefälle:	l =	1.43 %	l = 1 : 70
Wasserspiegeldifferenz OW-UW	Δh ges =	0.52 m	
Anzahl Riegel	n =	6	
Anzahl Becken	n* =	5	

**Berechnung eines Becken-Fischpasses mit
durchströmten Steinschwellen (Riegelbauweise)**
(nach DWA-M 509)

Q330 Fladderkanal Stau Lüsche

Riegel 1

Q ges= 4.73 m³/s

Eingabedaten:

NW-Rinne

Riegel

Abfluss:	Q =	1.21 m³/s	3.52 m³/s
Wasserspiegeldifferenz:	Δh =	0.10 m	0.10 m
Überfallbeiwert	μ =	0.55	0.65
Spaltenverluste	f =	1.00	1.00
Überfallhöhe	h₁ =	1.09 m	0.56 m
Steinhöhe über Sohle:	w =	0.00 m	0.52 m
Steindurchmesser (Draufsicht):	d _s =	0.40 m	0.40 m
Abstand der Steinschwellen:	l _b =	8.00 m	8.00 m
		> 6*hu	> 6*hu
UW		23.43 m ü.NN	23.43 m ü.NN
OW		23.53 m ü.NN	23.53 m ü.NN
eff. Sohlbreite Becken	b _{so, eff} =	3.50 m	3.50 m
Böschungsneigung Becken	n =	1.2	1.2
Vertiefung Becken	t =	0.40 m	0.40 m
Volumen Becken: Annahme, dass die Vertiefung für das Becken		0.50 m	hinter dem Riegel erreicht ist!
Auf der sicheren Seite wird nur der vertiefte Bereich als Volumen gerechnet, derÜbergang zum/vom Riegel nicht!			

Berechnung Steinschwelle / Becken:

	h ₂ /h ₁ = 0.91		0.82
Rückstaubeiwert:	σ = 0.65		0.89
Durchflußbreite der Steinschwelle (Rechteckprofil):	b_s = 1.00 m		5.00 m 6.00
Wasserspiegel Oberwasser:	h _o = 1.09 m		1.08 m
Wasserspiegel Unterwasser:	h _u = 0.99 m		0.98 m
max. Fließgeschwindigkeit:			1.40 m/s < 1.7 m/s
Energiedissipation:			88 W/m³
Energiedissipation mit S _p =0.9:			98 W/m³ < 100 W/m³
Wasserspiegelbreite	b _w = 6.01 m	> 5*b	

**Berechnung eines Becken-Fischpasses mit
durchströmten Steinschwellen (Riegelbauweise)**
(nach DWA-M 509)

Q330 Fladderkanal Stau Lüsche

Riegel 2

Q ges= 4.73 m³/s

Eingabedaten:

NW-Rinne

Riegel

Abfluss:	Q =	1.21 m³/s		3.52 m³/s
Wasserspiegeldifferenz:	Δh =	0.10 m		0.10 m
Überfallbeiwert	$\mu =$	0.55		0.65
Spaltenverluste	$f =$	1.15		1.15
Überfallhöhe	$h_1 =$	1.09 m		0.56 m
Steinhöhe über Sohle:	$w =$	0.00 m		0.52 m
Steindurchmesser (Draufsicht):	$d_s =$	0.60 m		0.60 m
Abstand der Steinschwellen:	$l_b =$	7.00 m	> 6* h_u	7.00 m > 6* h_u
UW		23.27 m ü.NN		23.27 m ü.NN
OW		23.43 m ü.NN		23.43 m ü.NN
eff. Sohlbreite Becken	$b_{so, eff} =$	3.50 m		3.50 m
Böschungsneigung Becken	$n =$	2.0		2.0
Vertiefung Becken	$t =$	0.40 m		0.40 m

Volumen Becken: Annahme, dass die Vertiefung für das Becken 0.50 m hinter dem Riegel erreicht ist!

Auf der sicheren Seite wird nur der vertiefte Bereich als Volumen gerechnet, der Übergang zum/vom Riegel nicht!

Berechnung Steinschwelle / Becken:

	$h_2/h_1 =$	0.91		0.82
Rückstaubeiwert:	$\sigma =$	0.65		0.89
Durchflußbreite der Steinschwelle (Rechteckprofil):	$b_s =$	0.87 m		4.35 m 5.22
Wasserspiegel Oberwasser:	$h_o =$	1.09 m		1.08 m
Wasserspiegel Unterwasser:	$h_u =$	0.99 m		0.98 m
max. Fließgeschwindigkeit:				1.40 m/s < 1.7 m/s
Energiedissipation:				87 W/m³
Energiedissipation mit $S_p=0.9$:				97 W/m³ < 100 W/m³

Wasserspiegelbreite $b_w = 7.86 m > 5*b$

Stabilität

Die Stabilität des Deckwerkes des Raugerinnes ist von den geometrischen Abmessungen, von der Abflußbelastung und vom gewählten Material abhängig. Im Ansatz nach PALT&DITTRICH kann das geeignete Material für die projektierte FAA ermittelt werden:

Steinstabilität

Projekt: Fladderkanal FFA Lüsche

Stabilität Raugerinne mit Beckenstruktur (DWA-M509, Seite 191)

Bemessung des Deckwerkes nach PALT & DITTRICH (2002)

Beckenfüllmaterial ohne Riegelsteine

$$q_{zul} = s \cdot 0,263 \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot d_{m,Becken}^{3/2} \cdot I^{-1,25} \quad (7.33a)$$

oder

$$q_{zul} = s \cdot 0,05 \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot d_{s,Becken}^{3/2} \cdot I^{-1,25} \quad (7.33b)$$

mit

$s = 0,7$ Sicherheitszuschlag für kantiges Material

und

$s = 0,5$ Sicherheitszuschlag für rundkörniges Material

$d_{m,Becken}$ mittlerer Steindurchmesser des Materials der Beckenfüllung (m)

$d_{s,Becken}$ obere Klassengrenze des Materials der Beckenfüllung oder d_{90} (m)

$$d_{m,Becken} = \left(\frac{q_{vorh}}{0,263 \cdot s \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot S^{-1,25}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$d_{s,Becken} = \left(\frac{q_{vorh}}{0,05 \cdot s \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot S^{-1,25}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Eingangsparameter:

Abfluß	Q	=	0.87 m³/s	bei HQ100, ggfs Teilabfluss durch die NW-Öffnung maßgebend!
Breite Durchlassöffnung	b	=	0.60 m	
Spez. Abfluss	q _{vorh}	=	1.45 m³/(s*m)	
Gefälle der Gleite	I	=	0.0240 m/m	
Dichte Steinmaterial	ρ _s	=	2650 kg/m³	
Dichte Wasser	ρ _w	=	1000 kg/m³	
Sicherheitszuschlag	s	=	0.7	

Ergebnis:

mittlerer Korndurchmesser Becken	d _m	=	7.0 cm
obere Klassengrenze	d ₉₀	=	21.2 cm

$$d_{65} = 4.7 \text{ cm}$$

gewähltes Material:

CP 63/180

Die Standsicherheit der Riegelsteine wird in einem Ansatz nach dem Momentengleichgewicht nachgewiesen.

Für die geplante Verwendung von Bruchsteinen mit den Abmessungen 40/40/70 cm (B/L/H) gilt folgender Nachweis:

Stabilität Einzelstein / Steinschwelle in Anlehnung an DIN 1054

(DWA-M509 Seite 180)

Eingabedaten:

Steinbreite =	0.4 m	Steinlänge ges. =	0.7 m
v =	1.4 m/s	Steintiefe =	0.4 m
h _o =	0.52 m	Annahme Dichte:	2650 kg/m ³
h _u =	0.42 m		
c _w =	1.2	von 1- 1.5	Form: kantig.... gerundet

Teil-Ergebnisse:

v _s =	2.1 m/s	Anströmgeschwindigkeit mit Sicherheitsbeiwert 0.5
Gewicht Einzelstein =	296.8 kg	grobes Steinvolumen = 0.112 m ³
G' =	1848.00 N	
M _G =	369.60 Nm	
M _v =	63.60 Nm	Der Auslastungsgrad <i>f</i> muss kleiner als 1 sein (<i>f</i> < 1)
M _h =	132.63 Nm	und ergibt sich zu:
A _s =	0.21 m ²	

$$f = \frac{\gamma_v \cdot M_v + \gamma_h \cdot M_h}{\gamma_G \cdot M_G} \quad (7.22)$$

Ergebnis:

***f* = 0.91** *f* muss < 1 sein!
i.O.

Nachbettsicherung

Zur Sicherung der Sohle unterhalb der FAA ist eine Nachbettsicherung mit Kolk sinnvoll:

Fladderkanal Lüsche

Nachbettsicherung nach DWA-M509, Seite 214

h_R	=	0.62 m	Höhe Gleitenbauwerk
h_K	=	? m	Kolktiefe
b_{Gew}	=	8 m	Gewässerbreite
L_N	=	? m	Länge Nachbettsicherung
v_m	=	1.5 m/s	mittlere Fließgeschwindigkeit beim Bemessungsabfluss

Ergebnis:

h_K	=	0.21	bis	0.31 m	nach GEBLER (1991)
L_N	=	4.34	bis	6.2 m	
	>	16 m			doppelte Gewässerbreite, mindestens 3 bis 5 m

gewählt: L_N = 16 m
 h_K = 0.3 m

Ergebnis:

Die Anlage erstreckt sich insgesamt über 7 Riegel und 6 Becken bei einer Länge von 45,40 m (ohne Nachbettsicherung).

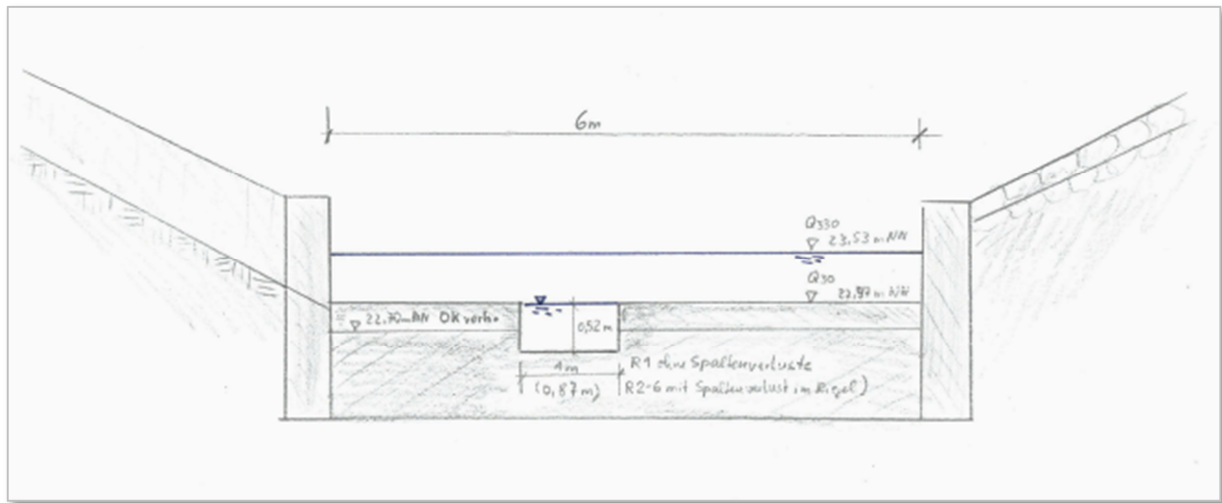
Um die IST-Wasserstände halten zu können, ist eine Aufhöhung der Einlauf-Schwelle beidseitig der Q_{30} -Öffnung um 0,27 m erforderlich.

Im Bereich der Q_{30} -Rinne ist die vorhandene Schwelle um 0,25 m zu vertiefen. Die Q_{30} -Rinne im Riegel 1 wird somit 1 m breit und 0,52 m tief sein.

Die nachfolgenden Riegel 2 bis 7 werden aus Bruchsteinen gebildet, hier sind Spaltenverluste eingerechnet und die Q_{30} -Rinne mit 0,87 m entsprechend schmaler aber mit derselben Tiefe von 0,52 m ausgebildet. Die Lage der Q_{30} -Öffnung wird von Riegel zu Riegel um mindestens 2 m versetzt angeordnet.

Die Riegelsteine sind ca. 40 cm dick und werden bei einer Höhe von 70cm soweit in den Untergrund eingelassen, dass 52 cm herausragen. Die Riegel erhalten einen Systemabstand über die ersten drei Becken von 8 m (aufgrund der begrenzten Breite durch die verbleibenden Flügelwandreste wäre hier sonst das Beckenvolumen für die Erreichung der erforderlichen Leistungsdichte bei Energiedissipation zu klein), für die Becken Nr.4 bis Nr.6 im Bereich des vorhandenen Gewässers sind 7 m ausreichend. Die Böschungsneigung an den Becken zwischen den Riegeln wird mit 1 : 1,2 angenommen. Die Becken müssen zu dem um 0,40 m vertieft werden.

Abbildung 3
Skizze Querprofil Riegel 1 im Bereich der Stauanlage



Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die Bauform „Raugerinne in Riegelbauweise mit Beckenstruktur“ können die Grenzwerte nach DWA (siehe Abbildung 2) eingehalten werden.

Zusätzlich empfiehlt das Merkblatt der DWA bestimmte Geschwindigkeiten im Wanderkorridor möglichst nicht zu unterschreiten um bei den Fischen ein gerichtetes Schwimmverhalten zum nächsten höheren Riegeldurchlass auszulösen. Diese rheoaktiven Geschwindigkeiten (DWA. Tab. 12) liegen für die Fische der potenziellen natürlichen Fischfauna bei 0,10 bis 0,20 m/s. Im Rahmen dieser Bemessung wurde ein überschläglicher Mittelwert von 0,14 m/s bei Q_{30} über den gesamten Beckenquerschnitt errechnet. Innerhalb der Riegel-Becken-Struktur sind bei Q_{30} -Abflüssen tatsächlich Wanderkorridore mit größere Geschwindigkeiten vorhanden als überschläglich im Mittel im Becken errechnet, diesbezüglich wird hier von einer Auffindbarkeit des Wanderkorridors innerhalb der Beckenstruktur ausgegangen.

Die Standsicherheit und Stabilität der FAA wurde nachgewiesen.