



. Ausfertigung

Anlage 5

Planfeststellungsverfahren

Neubau einer Fischaufstiegsanlage in Lauffen am Neckar

Neckar-km 125,43A

Hydraulische Dimensionierung

Unterlage 1: Hydraulische Dimensionierung FAA

Unterlage 2: Berechnungen und Nachweise

Unterlage 3: Auszug Gewässerkundliches
Jahrbuch Rheingebiet Teil I (2007)

Unterlage 4: Unterschreitungsdauerlinie

Anlage 5, Unterlage 1 Hydraulische Dimensionierung FAA

Der maßgebende hydraulische Bemessungsfall für die Auslegung des Schlitzpasses ergibt sich aus der größten Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasserspiegel. Bei weitgehend konstantem Oberwasserspiegel (Oberer Betriebswasserstand) ergibt sich die maximale Gesamthöhendifferenz beim niedrigsten Unterwasserstand (Q_{30}) zu

$$h_{\text{ges}} = 169,94 \text{ mÜNN} - 161,62 \text{ mÜNN} = 8,32 \text{ m.}$$

Nachweis der maximalen Fließgeschwindigkeit im Schlitz

Nach Tabelle 17 (DWA 2014) beträgt der Grenzwert für die Fließgeschwindigkeit $v_{\text{grenz,Schlitz}}$ in der Barbenregion bei einer Gesamthöhendifferenz von 8,32 m am Querbauwerk 1,60 m/s.

Der Bemessungswert der maximalen Schlitzgeschwindigkeit ergibt sich nach Multiplikation mit den Sicherheitsbeiwerten für die Betriebsbedingungen der Anlage ($S_b = 1,0$) sowie dem Sicherheitsbeiwert für die Fließgeschwindigkeiten ($S_v = 0,95$):

$$v_{\text{bem,Schlitz}} = v_{\text{grenz,Schlitz}} * S_b * S_v = 1,52 \text{ m/s}$$

Hieraus ergibt sich dann gemäß nachstehender Gleichung die maximale Wasserspiegeldifferenz zwischen zwei Becken:

$$\Delta h_{\text{bem}} = v_{\text{bem,Schlitz}}^2 / 2g = 0,118 \text{ m}$$

Aus konstruktiven Gründen wird die geplante Wasserspiegeldifferenz aufgerundet und mit

$$\Delta h_{\text{gew}} = 0,12 \text{ m}$$

gewählt. Die sich tatsächlich einstellende Fließgeschwindigkeit muss erneut geprüft werden:

$$\sqrt{2g * \Delta h_{\text{gew}}} = 1,53 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx v_{\text{bem,Schlitz}} = 1,52 \text{ m/s}$$

Der Nachweis der maximalen Schlitzgeschwindigkeit ist demnach erfüllt.

Entsprechend der Fließgewässerzonierung (Barbenregion) wird daher der Schlitzpass mit einer Höhendifferenz zwischen den Becken von $\Delta h = 0,12 \text{ m}$ ausgelegt.

Beckenzahl und Gesamtlänge des Schlitzpasses

Aus der maximal zu überwindenden Fallhöhe $h_{\text{ges}} = 8,32$ m im Bemessungsfall Q_{30} und einem Wasserspiegelgefälle von $\Delta h = 0,12$ m ergibt sich die Anzahl der Becken wie folgt:

$$n = \frac{h_{\text{ges}}}{\Delta h} - 1 = 68,33$$

gewählt: 69 Becken

Die Gesamtlänge der Fischaufstiegsanlage beträgt damit bei einer Wandstärke von 0,25 m zwischen den Becken mindestens

$$L_{\text{ges}} = 69 * (3,65\text{m} + 0,25\text{m}) = 269,10 \text{ m}$$

Berechnung des Betriebsabflusses Q_{FAA} (Bemessungsfall Q_{30})

Der Abfluss des Schlitzpasses bei Q_{30} wird gemäß Gleichung 8.14 in DWA 2014 ermittelt.

Die Berechnung folgt hierbei dem in Kapitel 8.2.4.3 (DWA 2014) beschriebenen Ablauf.

Der Abfluss im Fischaufstieg bei Q_{30} beträgt:

$$Q_{\text{FAA},30} = 0,763 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nachweis der Wassertiefe

Die Wassertiefe im Schlitzpass muss so gewählt werden, dass zu jedem Zeitpunkt strömender Abfluss vorliegt und sich in den Schlitzten kein schießender Abfluss bildet.

Gleichzeitig muss aber hiervon unabhängig eine Mindestfließtiefe von ca. 0,50 m hinter den Engstellen gewährleistet sein, damit sich die gewünschte Beckenströmung ausbilden kann.

Hierzu vergleicht man die Wassertiefe im Fischaufstieg unterhalb der Schlitzze h_u mit der Grenzwassertiefe h_{gr} bzw. über den Zusammenhang der Gleichung (8.12) und (8.13) (DWA 2014) und die maximale Schlitzgeschwindigkeit v_{Schlitz} (8.4) von 1,53 m/s mit der Grenzgeschwindigkeit v_{gr} (8.11).

Nachweis der Leistungsdichte

DWA 2014 nennt als Grenzwert der Leistungsdichte $p_{D,grenz}$ (8.8) für die Barbenregion 150 W/m^3 woraus sich unter Berücksichtigung des entsprechenden Sicherheitsbeiwerts ($S_p = 0,9$) ein Bemessungswert von 135 W/m^3 ergibt.

Die ermittelte Leistungsdichte liegt mit ca. 67 W/m^3 deutlich darunter und genügt damit auch den Anforderungen an einen maximalen Energieeintrag von 100 W/m^3 für den Hecht.

Übersicht Dimensionierung

Durch die oben erläuterte Dimensionierung nach DWA 2014 ist die Passierbarkeit für die gesamte gewässertypspezifische Fischfauna sichergestellt. Die Dimensionierungswerte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 1: Ergebnisse der geometrischen und hydraulischen Dimensionierung

Schlitzweite	$s =$	0,45 m
Lichte Beckenlänge	$l_b =$	3,65 m
Lichte Beckenbreite	$b =$	2,90 m
Dicke der Stauwand	$d =$	0,25 m
Anzahl der Riegel	$n_{\text{Riegel}} =$	70
Anzahl der Becken	$n_{\text{Becken}} =$	69
Gesamtlänge	$L_{\text{Ges}} (\text{Summe Becken}) =$	269 m
	$L_{\text{Ges}} (\text{OW bis UW}) =$	324 m
Sohlengefälle	$I =$	ca. 1:32,5
Geplante Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken	$\Delta h =$	12 cm
Mindestfließtiefe	$h_{\text{min}} =$	1,21 m
Effektive Wassertiefe	$h_{\text{eff}} =$	1,15 m
Sohlenhöhe, Einlauf	$\text{Sohle}_{\text{Ein}} =$	168,61 müNN
Sohlenhöhe, Auslauf	$\text{Sohle}_{\text{Aus}} =$	160,41 müNN
Abfluss im Schlitzpass	$Q_{\text{FAA},030} =$	0,763 m ³ /s

Geometrische und Hydraulische Dimensionierung des Vertical-Slot-Pass

nach Merkblatt DWA-M 509 (2014)

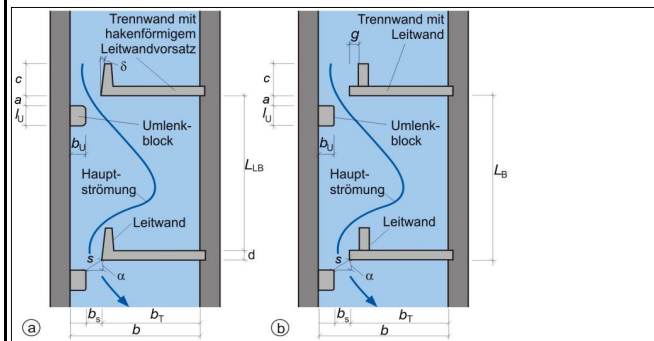


Bild 257: Abmessungen und Bezeichnungen beim Schlitzpass mit einem Schlitz (Grundriss): a) hakenförmiger Leitwandvorsatz; b) vereinfachte Leitwand (Grafik: KRÜGER)

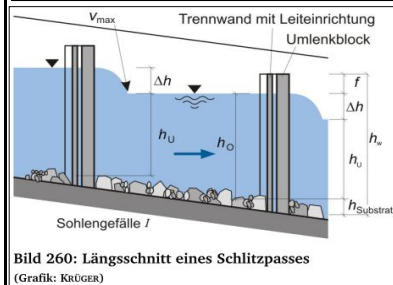


Bild 260: Längsschnitt eines Schlitzpasses (Grafik: KRÜGER)

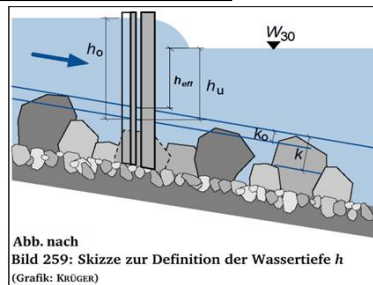


Abb. nach Bild 259: Skizze zur Definition der Wassertiefe h (Grafik: KRÜGER)

Abbildungen entnommen aus: DWA M509 (2014)

Bezeichnung	Variable	gewählter/berechneter Wert	Anmerkungen
BIOLOGISCHE WERTE			
Fließgewässerzone		Barbenregion	-
Maßgebende Fischart		Lachs, Karpfen, Maifisch	
Länge maßg. Fischart	L_{Fisch}	1,00 m	
Höhe maßg. Fischart	H_{Fisch}	0,24 m	
Dicke maßg. Fischart	D_{Fisch}	0,13 m	
WASSERSPIEGELLAGEN			
Oberwasserspiegel bei Q_{min}	OW_{min}	169,94 mNN	Oberer Betriebswasserstand (Stauziel +15cm)
zugehöriger Unterwasserspiegel	UW_{min}	161,62 mNN	Daten Pegel UW Lauffen
Oberwasserspiegel bei Q_{max}	OW_{max}	169,94 mNN	Oberer Betriebswasserstand (Stauziel +15cm)
zugehöriger Unterwasserspiegel	UW_{max}	162,64 mNN	Daten Pegel UW Lauffen
Maßg. Wasserspiegeldifferenz OW - UW	ΔH	8,32 m	
OW-Anstieg zwischen Q_{30} und Q_{330}	u_{OW}	0,00 m	
UW-Anstieg zwischen Q_{30} und Q_{330}	u_{UW}	1,02 m	
SICHERHEITSBIEWERTE			
Geometrie (Dimensionierung / Unregelmäßigkeiten)	S_g	1,00	bei Schlitzpassen in Standardbauweise: sonst: siehe Kap. 8.2.2.4
Geschwindigkeit	S_v	0,95	bei Dimensionierung gemäß DWA-M 509; sonst: < 0,9
Leistungsdichte	S_p	0,90	Standardsicherheitsbeiwert der Leistungsdichte
Betrieb	S_b	1,00	vgl. DWA-M 509, Kap. 8.2.2.4
GRENZ- UND BEMESSUNGSWERTE (BIOLOGISCH / HYDRAULISCH / GEOMETRISCH)			
Grenzwert der Fließgeschwindigkeit:	V_{grenz}	1,60 m/s	DWA-M 509, Tab. 17
Bemessungswert der Fließgeschwindigkeit	V_{bem}	1,52 m/s	$v_{grenz} \times S_v \times S_b$
max. zulässige Wasserspiegeldifferenz zw. Becken / aus V_{bem}	Δh_{bem}	0,12 m	DWA-Ansatz nach TORICELLI
Wasserspiegeldifferenz gewählt	Δh_{max}	0,12 m	gewählt
Grenzwert der Leistungsdichte:	$P_{0, grenz}$	100,00 W/m ³	DWA-M 509, Tab. 21
Schlitzweite (Bemessungswert):			
min. Schlitzweite entspr. maßgebender Fischart	biol. min s	0,39 m	DWA-M 509, Tab. 16
min. Schlitzweite entspr. Tab. 43	min s	0,45 m	DWA-M 509, Tab. 43
Schlitzweite gewählt	s	0,45 m	gewählt gem. Stellungnahme BAW/BFG (Maifisch)
Beckenlänge (Bemessungswert):			
erf. min. Beckenlänge entspr. maßgebender Fischart	biol. min L_{LB}	3,00 m	DWA-M 509, Tab. 16
erf. min. Beckenlänge entspr. Tab. 43	min L_{LB}	3,25 m	DWA-M 509, Tab. 43
übliche min. Beckenlänge (licht): $8,10 \cdot s$	min L_{LB}	3,65 m	DWA-M 509, Tab. 44
übliche max. Beckenlänge (licht): $8,35 \cdot s$	max L_{LB}	3,76 m	DWA-M 509, Tab. 44
Beckenlänge (licht) gewählt	L_{LB}	3,65 m	gewählt
Beckenbreite (Bemessungswert):			
erf. min. Beckenbreite entspr. maßgebender Fischart	biol. min b	1,17 m	DWA-M 509, Tab. 16
erf. min. Beckenbreite entspr. Tab. 43	min b	2,45 m	DWA-M 509, Tab. 43
Verhältnis Beckenbreite / Beckenlänge		0,75	DWA-M 509, Formel 8.9
erf. Beckenbreite aus gew. L_{LB}	Verh. ca. b	2,74 m	
Beckenbreite gewählt	b	2,90 m	gewählt
Wassertiefe:			
erf. min. effektive Wassertiefe entspr. maßgebender Fischart	biol. min h_{eff}	0,60 m	DWA-M 509, Tab. 16
Einfluss der Spitzen des Sohlsubstrats	k_0	0,06 m	DWA-M 509, Kap. 8.2.4.3
erf. min. Wassertiefe entspr. maßgebender Fischart	biol. min h_u	0,66 m	DWA-M 509, Bild 259
erf. min. Wassertiefe entspr. Tab. 43	min h_u	0,90 m	DWA-M 509, Tab. 43

Bezeichnung	Variable	gewählter/berechneter Wert	Anmerkungen
min. Wassertiefe gewählt	h_u	1,21 m	
min. effektive Wassertiefe gewählt	h_{eff}	1,15 m	<i>hier: bei oberem Betriebswasserstand</i>
effektives Beckenvolumen:	$V_{Becken,eff}$	12,82 m ³	<i>1,00 m bei Stauziel gem. Vorgabe BFG/BAW</i>
BERECHNUNGEN UND NACHWEISE			
(1) Fließgeschwindigkeit im Schlitz:			
Bemessungswert der Fließgeschwindigkeit	V_{bem}	1,52 m/s	
vorh. V_{max} mit Δh	V_{max}	1,53 m/s	
(2) Abfluss in der FAA (Q_{FAA}):			
Wassertiefe unten	$h_{u,min}$	1,21 m	<i>= h_{min}</i>
Wassertiefe oben (entspr. max. WSP-Differenz Δh_{max})	$h_{o,min}$	1,33 m	<i>= $h_{min} + Dh$</i>
h_u/h_o		0,91	-
Beiwert	$\mu_{y,min}$	0,35	<i>Ansatz: strömungsdissipierende Verhältnisse</i>
Abfluss bei W_{min}	$Q_{FAA,min}$	0,76 m ³ /s	<i>$\mu_{y,min} * s * g^{0,5} * h_{o,min}^{1,5}$; $g = 9,81m/s^2$</i>
(3) Wassertiefe / strömender Abfluss:			
Grenzwassertiefe	h_{gr}	0,66 m	
min. Wassertiefe im Schlitzpass gewählt	h_u	1,21 m	$\leq h_{gr}$ ✓
(4) Leistungsdichte / Energiedissipation:			
mittl. Fließquerschnitt im Becken	$A_{m,min}$	3,68 m ²	
Leistungsdichte bei Q_{min}	$p_{D,min}$	66,23 W/m ³	<i>< $p_{D,bem}$ ✓</i>
Bemessungswert der Leistungsdichte	$p_{D,bem}$	90,00 W/m ³	<i>$S_p \times p_{D,grnztz}$</i>
ZUSAMMENFASSUNG			
Oberwasserspiegel bei Q_{min}	OW_{min}	169,94 mNN	
zugehöriger Unterwasserspiegel	UW_{min}	161,62 mNN	
Oberwasserspiegel bei Q_{max}	OW_{max}	169,94 mNN	
zugehöriger Unterwasserspiegel	UW_{max}	162,64 mNN	
Maßg. Wasserspiegeldifferenz OW - UW	ΔH	8,32 m	
Wasserspiegeldifferenz pro Becken	Δh	0,12 m	
Anzahl der Riegel	r	70	-
Anzahl der Becken	n	69	-
Entwicklungslänge ges. Vertical-Slot-Pass	L_{ges}	269,35 m	
Sohlenhöhe, Einlauf	$Sohle_{Ein}$	168,61 mNN	
Sohlenhöhe, Auslauf	$Sohle_{Aus}$	160,41 mNN	
Dicke Sohlsubstrat	$h_{substrat}$	0,30 m	
Abfluss in der FAA bei Q_{min}	$Q_{FAA,min}$	0,763 m ³ /s	
max. auftretender Abfluss in der FAA bei Q_{max}	$Q_{FAA,max}$	0,763 m ³ /s	
Schlitzweite	s	0,45 m	
Beckenlänge, licht	L_{LB}	3,65 m	
Beckenlänge, Achsmaß	L_B	3,90 m	
Beckenbreite, licht	b	2,90 m	
Wassertiefe, min.	h_u	1,21 m	
Wassertiefe, effektiv	h_{eff}	1,15 m	
Fließgeschwindigkeit im Schlitz	$V_{Schlitz}$	1,53 m/s	
Beckenvolumen, hydraulisch wirksam	V_{Becken}	12,81 m ³	
Beckenvolumen, effektiv	$V_{Becken,eff}$	12,19 m ³	
Beckenoberfläche	A_{Becken}	10,59 m ²	
Leistungsdichte	$p_{D,min}$	66,23 W/m ³	



AEo : 7916 km²

PNP : NN + 159,41 m

Lage: 125,4 km oberhalb der Mündung, links

Pegel : Lauffen

Nr. 23800500

Gewässer: Neckar

Gebiet : Neckar

Table with columns for Tag, 2006 (Nov, Dez), 2007 (Jan, Feb, Mrz, Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, Sep, Okt, Nov, Dez) and rows for Tageswerte (1-31).

Table with columns for Tag, 11., 28.+, 17., 5.+ 17.+, 25., 2., 8.+ 16.+, 5., 10.+ 17., 3., 29. and rows for NW, MW, HW, Tag, 1997/2006, 1998/2007, 10 Jahre.

Main data table with columns for Abflussjahr (*), Kalenderjahr, Dauer in Tagen, and Unterschrittene Wasserstände cm. Includes sub-tables for 2007 and 1998/2007.

(*) Abflussjahr: 1.11. des Vorjahres bis 31.10. 0; Normalstau =200 cm; Lage 125,4 Altarm Extremwerte ab 1971 ab 1.11.1995 PNP von NN + 160,00 m aS auf NN + 159,41 m nS geändert Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz

