

Anlage 7

Hydraulische Berechnungen:

Wehranlage/Oberwasserschlüsselkurve

Fischaufstiegsanlage am Wehr Q30 = 400 l/s, Q330 = 480 l/s

Querrechenanlage 15 mm mit Fischabstiegssystem 280 l/s

Oberwasserkanal

UMBAU DER WASSERKRAFTANLAGE MAHLMÜHLE AN DER DIEMEL:**Wehranlage:**

Die festen Wehrschwelle der WKA Mahlmühle bleibt unverändert erhalten. Aktuell liegt die feste Wehrhöhe auf Kote 147,67 m ü NN = beantragtes Stauziel.

Auswirkungen auf das Stauverhalten:

Die vorhandene Wehrhöhe bleibt unverändert erhalten. Aufgrund der Ableitung der Wassermenge über das Kraftwerk, Wasserradanlage bzw. WK-Schneckenanlage und Fischauf- und Abstiegssystem wird der Oberwasserstand im Vergleich zum Zustand ohne Wasserkraftnutzung etwas niedriger.

Durch den Betrieb der Wasserkraftanlage werden die Wasserspiegellagen im Oberwasser etwas abgesenkt, was zu einer Verringerung der Staulänge gegenüber der aktuellen Situation führt.

Anlagen:

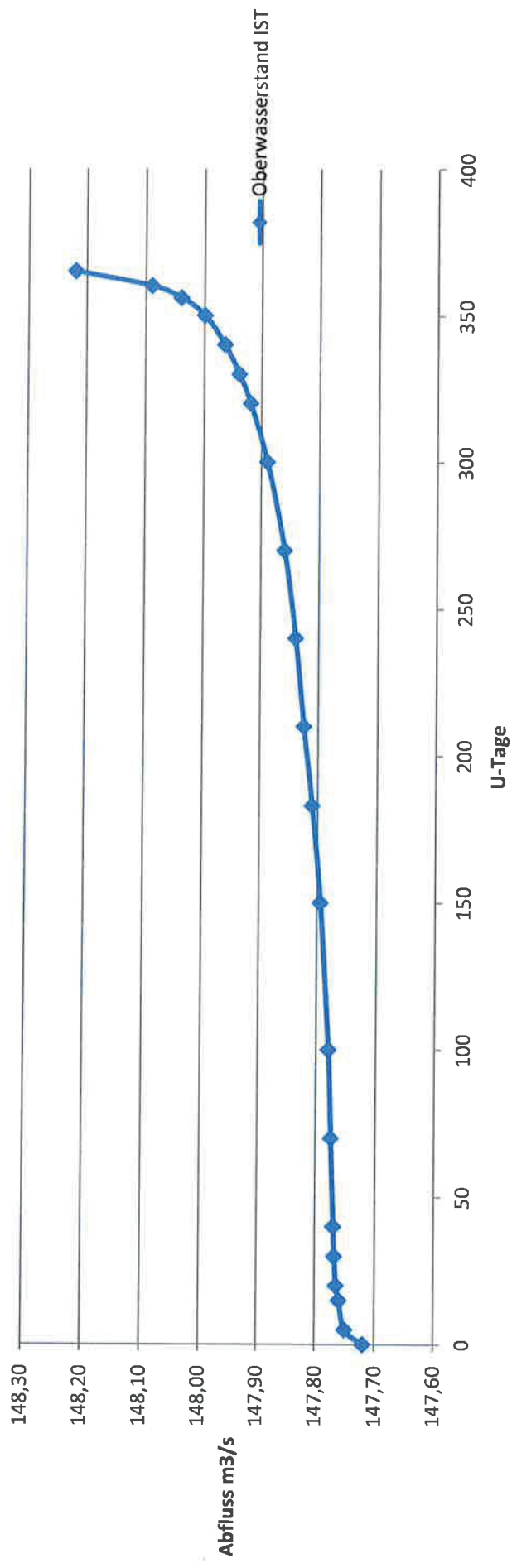
- Oberwasserschlüsselkurve: Wehr 147,67 - Kraftwerksbetrieb
- Berechnung Wehrüberfall Q: 2,2 bis 41 m³/s

WKA MAHLMÜHLE IN HEUEDA AN DER DIEMEL

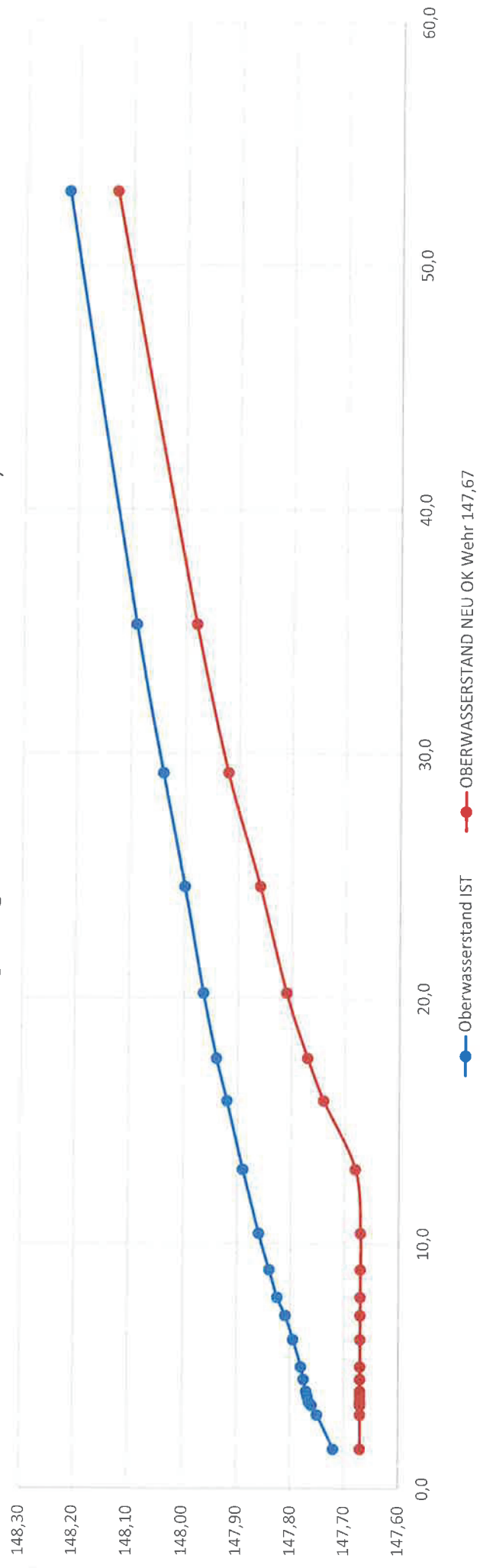
Oberwasserschlüsselkurve: Feste Wehrschwelle 147,67

U-Tage	Wassermenge Pegel/Helmarshausen m3/s	Wassermenge HAUEDA m3/s	Wassermenge Wehr Abfluss m3/s	Oberkante Wehrschwelle	Überfallhöhe Wehrabfluss in m	Oberwasserstand IST	OBERWASSERSTAND NEU OK Wehr 147,67	Unterschied in m
0	2,6	1,6	1,6	147,67	0,05	147,72	147,67	-0,05
5	4,9	3,0	3,0	147,67	0,08	147,75	147,67	-0,08
15	5,5	3,4	3,4	147,67	0,09	147,76	147,67	-0,09
20	5,7	3,5	3,5	147,67	0,10	147,77	147,67	-0,09
30	6,1	3,8	3,8	147,67	0,10	147,77	147,67	-0,10
40	6,4	4,0	4,0	147,67	0,10	147,77	147,67	-0,10
70	7,2	4,5	4,5	147,67	0,11	147,78	147,67	-0,10
100	8,0	5,0	5,0	147,67	0,11	147,78	147,67	-0,11
150	9,8	6,1	6,1	147,67	0,13	147,80	147,67	-0,13
183	11,4	7,1	7,1	147,67	0,14	147,81	147,67	-0,14
210	12,6	7,8	7,8	147,67	0,16	147,83	147,67	-0,16
240	14,4	8,9	8,9	147,67	0,17	147,84	147,67	-0,17
270	16,8	10,4	10,4	147,67	0,19	147,86	147,67	-0,19
300	21,0	13,0	13,0	147,67	0,22	147,89	147,68	-0,21
320	25,5	15,8	15,8	147,67	0,25	147,92	147,74	-0,18
330	28,3	17,5	17,5	147,67	0,27	147,94	147,77	-0,17
340	32,6	20,2	20,2	147,67	0,30	147,97	147,81	-0,16
350	39,6	24,6	24,6	147,67	0,33	148,00	147,86	-0,14
356	47,1	29,2	29,2	147,67	0,37	148,04	147,92	-0,12
360	56,9	35,3	35,3	147,67	0,42	148,09	147,98	-0,11
365	85,5	53,0	53,0	147,67	0,55	148,22	148,13	-0,09

OBERWASSERSCHLÜSSELKURVE IST OK Wehr 147,67



Wasserspiegelvergleich Bestand - NEU mit Stauziel 147,67

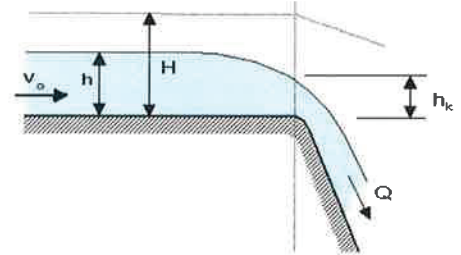


Datum : 25.08.2025
 Objekt : WKA Mahlmühle
 Wehranlage

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	$b =$	80,00	m
Beiwert	$\mu =$	0,550	
Anlaufgeschwindigkeit	$v_o =$	0,00	m/s
Abflussmenge	$Q =$	2,200	m ³ /s



Resultate :

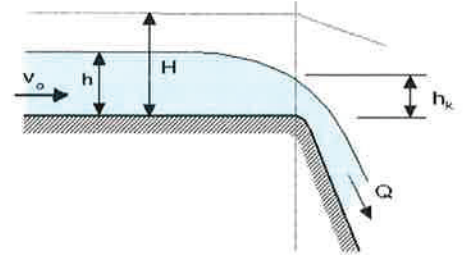
Überfallhöhe	$h_o =$	0,07	m
Energiehöhe	$H =$	0,07	m
Kritische Höhe	$h_k =$	0,04	m

Datum : 25.08.2025
 Objekt : WKA Mahlmühle
 Wehranlage

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	$b = 80,00 \text{ m}$
Beiwert	$\mu = 0,550$
Anlaufgeschwindigkeit	$v_o = 0,00 \text{ m/s}$
Abflussmenge	$Q = 3,900 \text{ m}^3/\text{s}$



Resultate :

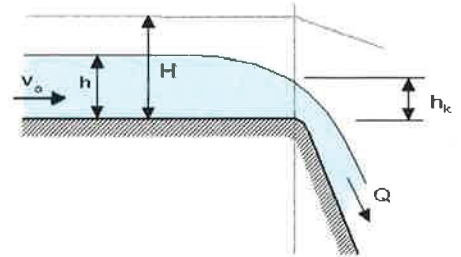
Überfallhöhe	$h_o = 0,10 \text{ m}$
Energiehöhe	$H = 0,10 \text{ m}$
Kritische Höhe	$h_k = 0,06 \text{ m}$

Datum : 25.08.2025
 Objekt : WKA Mahlmühle
 Wehranlage

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	$b =$	80,00 m
Beiwert	$\mu =$	0,550
Anlaufgeschwindigkeit	$v_o =$	0,00 m/s
Abflussmenge	$Q =$	6,500 m ³ /s



Resultate :

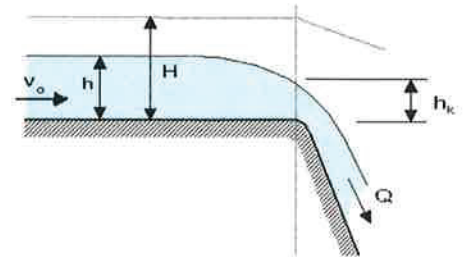
Überfallhöhe	$h_o =$	0,14 m
Energiehöhe	$H =$	0,14 m
Kritische Höhe	$h_k =$	0,09 m

Datum : 25.08.2025
 Objekt : WKA Mahlmühle
 Wehranlage

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	$b = 80,00$ m
Beiwert	$\mu = 0,550$
Anlaufgeschwindigkeit	$v_o = 0,00$ m/s
Abflussmenge	$Q = 10,900$ m ³ /s



Resultate :

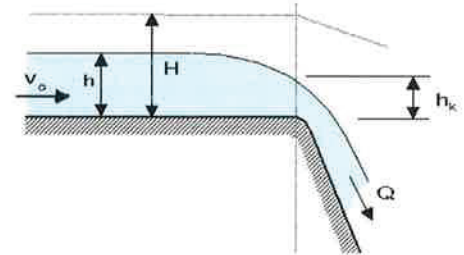
Überfallhöhe	$h_o = 0,19$ m
Energiehöhe	$H = 0,19$ m
Kritische Höhe	$h_k = 0,12$ m

Datum : 25.08.2025
 Objekt : WKA Mahlmühle
 Wehranlage

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	$b = 80,00 \text{ m}$
Beiwert	$\mu = 0,550$
Anlaufgeschwindigkeit	$v_o = 0,00 \text{ m/s}$
Abflussmenge	$Q = 15,800 \text{ m}^3/\text{s}$



Resultate :

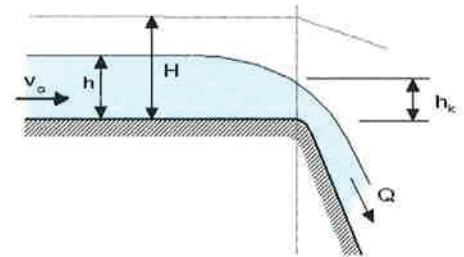
Überfallhöhe	$h_o = 0,25 \text{ m}$
Energiehöhe	$H = 0,25 \text{ m}$
Kritische Höhe	$h_k = 0,16 \text{ m}$

Datum : 25.08.2025
 Objekt : WKA Mahlmühle
 Wehranlage

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	$b = 80,00 \text{ m}$
Beiwert	$\mu = 0,550$
Anlaufgeschwindigkeit	$v_o = 0,00 \text{ m/s}$
Abflussmenge	$Q = 22,200 \text{ m}^3/\text{s}$



Resultate :

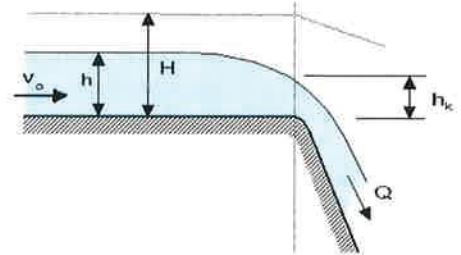
Überfallhöhe	$h_o = 0,31 \text{ m}$
Energiehöhe	$H = 0,31 \text{ m}$
Kritische Höhe	$h_k = 0,20 \text{ m}$

Datum : 25.08.2025
 Objekt : WKA Mahlmühle
 Wehranlage

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	$b = 80,00 \text{ m}$
Beiwert	$\mu = 0,550$
Anlaufgeschwindigkeit	$v_o = 0,00 \text{ m/s}$
Abflussmenge	$Q = 40,900 \text{ m}^3/\text{s}$



Resultate :

Überfallhöhe	$h_o = 0,46 \text{ m}$
Energiehöhe	$H = 0,46 \text{ m}$
Kritische Höhe	$h_k = 0,30 \text{ m}$

UMBAU DER WASSERKRAFTANLAGE MAHLMÜHLE AN DER DIEMEL:

Fischaufstiegsanlage am Standort in Form einer Schlitzpassanlage nach DWA M509:

Technische Daten:

Wassermenge:	400 bis 480 l/s
Lichte Gerinnebreite:	mind. 2,25 m
Lichte Beckenlänge:	mind. 3,00 m
Wassertiefe:	mind. 0,80-1,10 m
Beckensprung:	ca. 12-13 cm
Schlitzweite:	35 cm
Leistungsdichte:	max. 90 W/m ³ < 100 W/m ³ (Q30/Q330)



Beispielbild - WKA Am Hammer - IB Ederer



Beispielbild - WKA Rossmühle - IB Ederer

Die Aufstiegsanlage ist aufgrund der unterschiedlichen Wasserstandregelungen (147,67 bei W30, und ca. 147,80 bei W330) dynamisch beaufschlagt. Dies wirkt sich positiv auf die Auffindbarkeit der Aufstiegsanlage aus.

Die Aufstiegsanlage ist für die vorkommenden Fischarten durchgängig und entspricht den Anforderungen nach DWA M509.

Die hydraulischen Berechnungen liegen als Anlage bei. Die Anlage ist in den beiliegenden Eingabeplan E-1 entsprechend planerisch dargestellt.

Der Aufstieg ist nach DWA geplant und ist für die vorkommenden Fischarten in den Abmessungen und Dotationen ausreichend. Alle Werte liegen über den Mindestwerten laut DWA (Fließtiefen, Beckensprünge usw.).

Fischaufstieg_2026.doc

Die Anlage ist für die größte vorkommende Fischart Barbe ausgelegt. Alle anderen Fische sind ebenfalls berücksichtigt.

Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage:

Die Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage ist für alle Abflusszustände von Q30 bis Q330 gewährleistet. Dies entspricht ca. 300 Tagen im Jahr und liegt innerhalb der Anforderung nach DWA M509.

Zur Verbesserten Auffindbarkeit wird am letzten Schlitz der Aufstiegsanlage eine entsprechende Leitbühne aus natürlichen Steinen angeordnet, um auch bei höheren Wasserständen eine Leitströmung zu erzeugen (s. Plan E-1).

Die Abströmung aus dem Auslauf der geplanten Wasserradanlage (Regelbetrieb 1,3 m³/S) zur Sicherstellung der Mindestwassermenge ergibt sich zu ca. $1,3 / (0,50 \cdot 11,75) = 1,3 / 5,8 = 0,23$ m/s. Aus dem Fischaufstieg ergibt sich eine Strömung von ca. 1,0 bis 1,2 m/s > 0,24 m/s. Die Auffindbarkeit ist somit gewährleistet.

Im Zuge des Probetriebes der Anlage, kann die Strömungssituation im Unterwasser noch genauer eingeregelt werden, da die Steine der Leitbühne entsprechend verändert werden können.

Anlagen:

Hydraulische Berechnung:

-Schlitzpassanlage W30/W330

Hydraulische Bemessung - Schlitzpass mit einem Schlitz nach DWA-M 509

BV:

WKA Mahlmühle an der Diemel

Herr Rudolf Frey
Zinzendorf 18
D - 93086 Wörth a.d. Donau

Berechnung
erstellt am:
17.04.2026

Planung:

Ing.-Büro Ederer
An Hang 8
D- 92699 Bechtersrieth
Tel. 0961/41 88 07
Fax 0961 / 41 88 14
Web: www.ibederer.de
Email: ibederer@t-online.de

Grundsätzliche bauliche und berechnungsrelevante Größen, Daten und Vorgaben

Berechnungsgrundlagen für Bemessung Schlitzpass mit einem Schlitz:					Seite	1 / 3
Nr.	Bezeichnung	Wert	Einheit	Sollwerte (Tab. 44, S. 241) min. max.	Zielfischart	Barbenregion - mit Hecht, Huchen + Lachs
1	Oberwasserstand Q30	147,67	m		Beckenlänge lb, in m:	3,00 (Tab. 43, Seite 240)
2					Beckenbreite b, in m:	2,25 (Tab. 43, Seite 240)
3	Oberwasserstand Q330	147,80	m		Schlitzweite s, in m:	0,35 (Tab. 43, Seite 240)
4	Sohle Oberwasser	146,74	m		Wassertiefe hu, in m:	0,80 (Tab. 43, Seite 240)
5	Unterwasserstand Q30	145,52	m		Sicherheitsbeiwerte:	
6					Schlitzpässe Sg:	1,00 (8.2.2.4 Seite 226)
7	Unterwasserstand Q330	145,84	m		Fließgeschwindigkeit Sv:	0,95 (8.2.2.4 Seite 226)
8	Sohle Unterwasser	144,72	m		Betrieblich Sb:	0,95 (8.2.2.4 Seite 226)
9	Gesamthöhe Q30	2,15	m		Leistungsdichte Sp:	0,90 (8.2.2.4 Seite 226)
10					Grenzwert der Fließgeschwindigkeit Vgrenz, in m/s:	1,80 (Tab. 17, Seite 127)
11	Gesamthöhe Q330	1,96	m		Bemessungswert Fließgeschwindigkeit Vbem, in m/s:	1,62
12	Wasserspiegeldifferenz Q30 (h)	0,126	m		Grenzwert Leistungsdichte Pdgrenz, in W/m3:	100 (Tab. 21, Seite 130)
13	Anzahl der Becken = (Sprünge -1)	16	Stück	0,135	Bemessungswert Leistungsdichte Pdbem, in W/m3:	90
14	max. Geschwindigkeit	1,58	m/s		delta h,bem, in m:	0,135 (Seite 246)
15	hu	0,80	m	0,80		
16	ho	0,93	m			
17	Schlitzbreite (s) i. Becken:	0,35	m	0,35		
18	Beckenlänge (lb)	3,00	m	3,00		
19	Beckenbreite (b)	2,25	m	2,25		
20	Beckenvolumen	5,83	m3			
21	Neigung in den Becken	24	1 : n			
22	Abfluss Schlitzpass (Q)	0,407	m3/s			
23	Länge Schlitzpass:	50,40	m			
24	Achsmass Trennwände:	3,15	m			
25	Breite Umlenkbock (bu)	0,35	m	0,35		
26	Versatzmaß (a)	0,18	m	0,14		
27	Winkel α zwischen a und s	35,9	Grad	30°		
28	Länge Vorsatz (c-d)	0,53	m	0,35		
29	Trennwanddicke:	0,15	m			
Abflußmenge in der Fischaufstiegsanlage bei:						
OW + UW Wasserstände Q30					0,410 m3/s	
OW + UW Wasserstände Q330					0,480 m3/s	

Hydraulische Bemessung - Schlitzpass mit einem Schlitz nach DWA-M 509

BV:

WKA Mahlmühle an der Diemel

Planung:

Ing.-Büro Ederer
An Hang 8

D- 92699 Bechtsrieth

Tel. 0961/41 88 07

Fax 0961 / 41 88 14

Web: www.ibederer.de

Email: ibederer@t-online.de

Bauherr:

Herr Rudolf Frey

Zinzendorf 18

D - 93086 Wörth a.d. Donau

Berechnung

erstellt am:

17.04.2026

Hydraulische Berechnungsergebnisse für Abfluss Q30

Becken Nr.		Seite											2 / 3											
Höhe der Sohle im Schlitz:		UW	Trennwand 1		Trennwand 2		Trennwand 3		Trennwand 4		Trennwand 5		Trennwand 6		Trennwand 7		Trennwand 8		Trennwand 9		Trennwand 10		Trennwand 11	
hu (m)		144,72	144,72	144,85	144,97	145,10	145,23	145,35	145,48	145,61	145,73	145,86	145,99	146,12	146,25	146,38	146,51	146,64	146,77	146,90	147,03	147,16	147,29	147,42
ho (m)		0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
delta h (m)			0,80	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
vmax (m/s) < v,bem			0,13	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126
Wasserstand im Becken		145,52	145,58	145,71	145,84	145,97	146,10	146,23	146,36	146,49	146,62	146,75	146,88	147,01	147,14	147,27	147,40	147,53	147,66	147,79	147,92	148,05	148,18	148,31
PD (W/m³)			87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
hu / ho			0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
mü:			0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Abfluß, Q m³/s:			0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407

Becken Nr.		Seite											2 / 3			
Höhe der Sohle im Schlitz:		UW	Trennwand 12		Trennwand 13		Trennwand 14		Trennwand 15		Trennwand 16		Trennwand 17		OW	
hu (m)		145,98	146,11	146,24	146,36	146,49	146,62	146,74								
ho (m)		0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80								
delta h (m)		0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93								
vmax (m/s) < v,bem		0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126								
Wasserstand im Becken		146,91	147,04	147,16	147,29	147,42	147,54	147,67								
PD (W/m³)		87	87	87	87	87	87	87								
hu / ho		0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86								
mü:		0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42								
Abfluß, Q m³/s:		0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407								

Hydraulische Bemessung - Schlitzpass mit einem Schlitz nach DWA-M 509

BV:

WKA Mahlmühle an der Diemel

Planung:

Ing.-Büro Ederer
An Hang 8

D- 92699 Bechtersrieth

Tel. 0961/41 88 07

Fax 0961 / 41 88 14

Web: www.ibederer.de

Email: ibederer@t-online.de

Bauherr:

Herr Rudolf Frey

Zinzendorf 18

D - 93086 Würth a.d. Donau

Berechnung

erstellt am:

17.04.2026

Hydraulische Berechnungsergebnisse für Abfluss Q330

Becken Nr.	UW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Höhe der Sohle im Schlitz:	144,72	144,72	144,85	144,97	145,10	145,23	145,35	145,48	145,61	145,73	145,86	145,93
hu (m)	1,12	1,12	1,08	1,06	1,03	1,00	0,99	0,98	0,96	0,96	0,95	0,95
ho (m)	1,12	1,21	1,18	1,16	1,13	1,11	1,10	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07
delta h (m)		0,090	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,115	0,117	0,120	0,120	0,120
vmax (m/s) < v _{ber}		1,33	1,40	1,40	1,40	1,47	1,50	1,50	1,52	1,53	1,53	1,53
Wasserstand im Becken		145,93	146,03	146,13	146,23	146,34	146,46	146,57	146,69	146,81	146,93	146,93
PD (W/m ³)		54	63	62	62	72	76	76	78	81	81	81
hu / ho		0,93	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
mü:		0,33	0,35	0,35	0,35	0,37	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39
Abfluß, Q m ³ /s:		0,478	0,488	0,476	0,464	0,474	0,477	0,472	0,470	0,472	0,468	0,468

Becken Nr.	11	12	13	14	15	16	OW
Höhe der Sohle im Schlitz:	145,98	146,11	146,24	146,36	146,49	146,62	146,74
hu (m)	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
ho (m)	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05
delta h (m)		0,120	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
vmax (m/s) < v _{ber}		1,53	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Wasserstand im Becken		147,05	147,30	147,42	147,55	147,67	147,80
PD (W/m ³)		81	86	86	86	86	86
hu / ho		0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
mü:		0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40
Abfluß, Q m ³ /s:		0,465	0,472	0,471	0,470	0,469	0,468

UMBAU DER WASSERKRAFTANLAGE MAHLMÜHLE AN DER DIEMEL:**Feinrechenanlage als Horizontal- bzw. Querrechenanlage**

Technische Daten:

Turbinen: 1 Stück
Wassermenge: 10,8 m³/s (Bemessung Rechen)

Rechenfeld vor der Turbine (Horizontalrechen):

Lichter Stababstand: 15 mm
Rechenstablänge: 15,00 m
Rechenfeldhöhe: 2,00 m
Rechenfeldfläche: 30 m²
Anströmwinkel zur Horizontalen „ θ “: ca. 30 Grad

Geschwindigkeit v_N vor dem Rechenfeld:

Ablusszustand Q30: $1,8/30 = 0,06 \text{ m/s} \ll 0,50$
Ablusszustand MQ: $7,6/30 = 0,26 \text{ m/s} < 0,50$
Ablusszustand Q330: $10,8/30 = 0,36 \text{ m/s} < 0,50$



Beispielbild WKA Spichra/Werra - IB Ederer



Beispielbild WKA Spichra/Werra – IB Ederer

Auszug aus Handbuch Dr. Ebel: Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen, Seite 152-155:

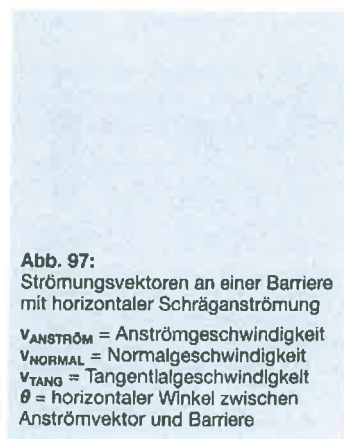


Abb. 97:
Strömungsvektoren an einer Barriere
mit horizontaler Schräganströmung

$V_{ANSTRÖM}$ = Anströmgeschwindigkeit
 V_{NORMAL} = Normalgeschwindigkeit
 V_{TANG} = Tangentialgeschwindigkeit
 θ = horizontaler Winkel zwischen
Anströmvektor und Barriere

4.1.2 Strömungsvektoren

4.1.2.1 Anströmgeschwindigkeit

Als Anströmgeschwindigkeit wird die querprofilgemittelte Fließgeschwindigkeit oberhalb der Barriere bezeichnet. Die Anströmgeschwindigkeit ist durch die Kontinuitätsbeziehung entsprechend Gleichung [51] gegeben. Dabei können die lokalen Geschwindigkeiten innerhalb des betrachteten Querprofils je nach dessen Geometrie und Rauigkeit mehr oder weniger stark vom errechneten Mittelwert abweichen (Kap. 7.2.2). Darüber hinaus unterliegt die Anströmgeschwindigkeit einer zeitlichen Variabilität, da die Nutzwassermenge und ggf. auch die durchströmte Profilfläche vom natürlichen Abflussdargebot bzw. vom Betriebszustand der Wasserkraftanlage abhängig sind. Für die Anströmgeschwindigkeit gilt:

$$[51] \quad v_{\text{ANSTRÖM}} = \frac{Q}{A}$$

$v_{\text{ANSTRÖM}}$ = Anströmgeschwindigkeit [m/s]
 Q = Durchfluss [m³/s]
 A = durchströmte Fläche des Querprofils [m²]

4.1.2.2 Normalgeschwindigkeit

Die Normalgeschwindigkeit kennzeichnet die Fließgeschwindigkeit in der senkrecht auf die Barriere auftreffenden Strömungskomponente. Sie ergibt sich aus der Anströmgeschwindigkeit und dem Winkel, der durch den Anströmvektor und die Barriere eingeschlossen wird. Für die orthogonale Geschwindigkeitskomponente gilt:

$$[52] \quad v_{\text{NORMAL}} = \sin \alpha \cdot v_{\text{ANSTRÖM}} \quad \text{bzw.} \quad v_{\text{NORMAL}} = \sin \theta \cdot v_{\text{ANSTRÖM}}$$

v_{NORMAL} = Normalgeschwindigkeit [m/s]
 $v_{\text{ANSTRÖM}}$ = Anströmgeschwindigkeit [m/s]
 α = vertikaler Winkel zwischen Anströmvektor und Barriere [°]
 θ = horizontaler Winkel zwischen Anströmvektor und Barriere [°]

4.1.2.3 Tangentialgeschwindigkeit

Die Tangentialgeschwindigkeit entspricht der Fließgeschwindigkeit in der parallel zur Barriere ausgebildeten Strömungskomponente. Sie ergibt sich entsprechend Gleichung [54] aus der Anströmgeschwindigkeit und dem Winkel, der durch den Anströmvektor und die Barriere eingeschlossen wird. Bei einem Anströmwinkel von $\alpha = 45^\circ$ bzw. $\theta = 45^\circ$ sind die Geschwindigkeiten der Normal- und Tangentialkomponente identisch (Abb. 100).

$$[54] \quad v_{\text{TANG}} = \cos \alpha \cdot v_{\text{ANSTRÖM}} \quad \text{bzw.} \quad v_{\text{TANG}} = \cos \theta \cdot v_{\text{ANSTRÖM}}$$

v_{TANG} = Tangentialgeschwindigkeit [m/s]
 $v_{\text{ANSTRÖM}}$ = Anströmgeschwindigkeit [m/s]
 α = vertikaler Winkel zwischen Anströmvektor und Barriere [°]
 θ = horizontaler Winkel zwischen Anströmvektor und Barriere [°]

Angaben zum Fischschutz an Horizontalrechenanlagen:

Laut Forum Fischschutz und Fischabstieg (Ergebnispapier April 2018) werden folgende Unterlagen als praxistaugliche Unterlagen bzw. Stand des Wissens erachtet und empfohlen:

Diskussionspapier I 7. Workshop des Forums Fischschutz | 18./19. April 2018

Stand 19.06.2018

Stand des Wissens und der Technik

Folgende Ergebnisse der Diskussion wurden festgehalten und innerhalb der Gruppe abgestimmt:

Der Stand des Wissens und der Technik² ist immer in Entwicklung. Zum Stand des Wissens und der Technik gehören u.a.:

- Handbuch von Ebel (2018)³,
- ATV-DVWK (2005)⁴,
- VDI Richtlinie 4620 (2016)⁵,

Neben dem bestehenden Forschungsbedarf ist aber auch die Umsetzung des bereits vorhandenen praxistauglichen Wissens erforderlich, welches z.B. veröffentlicht ist in:

- [Handbuch von EBEL](#) (2018),
- Leitrechen-Bypass System nach EBEL, GLUCH & KEHL (z.B. EBEL et al. 2015),
- [Handreichung Fischschutz und Fischabstieg](#) (LUBW 2016),
- [Stand des Wissen und der Technik bei Fischschutz- und Fischabstiegssystemen an Wasserkraftanlagen](#) (VDFF 2018).

In der Praxis wird im Zweifel lieber eine schlechte (aber kostengünstige) Variante gebaut, weil bei allen Beteiligten Angst vor Fehlern besteht. Hinzu kommt die geringe Personalausstattung der Genehmigungsbehörden mit Fachexperten.

ICS 27.140	VDI-RICHTLINIEN	Dezember 2016 December 2016
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Wasserkraftanlagen Technik und Planung Hydroelectric installations Technology and design	VDI 4620 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English

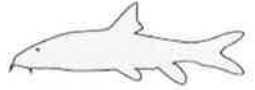
In der Handreichung Fischeschutz und Fischabstieg (LUBW 2016) wird folgendes zum Fischeschutz angegeben, Auszug Seite 19 und 20:

Die limitierenden Körpermaße der Fische und Neunaugen sind bei Vertikalrechen die Körperbreite und bei Horizontalrechen die Körperhöhe. Beide können als relative Größen in Bezug zur Körperlänge gesetzt werden und ergeben dann die relative Fischbreite $k_{\text{dick}} = D_{\text{Fisch}} / L_{\text{Fisch}}$ bzw. die relative Fischhöhe $k_{\text{hoch}} = H_{\text{Fisch}} / L_{\text{Fisch}}$. Es wird angenommen, dass bei einer lichten Stabweite von 10 mm ein Fisch mit 10 mm Körperbreite bei einem Vertikalrechen bzw. 10 mm Körperhöhe bei einem Horizontalrechen gerade noch zurückgehalten wird (Schutzfunktion). Dies gilt analog für Rechen mit 15 mm lichter Stabweite. Damit ergeben sich für verschiedene Körperformen die Fischlängen, welche durch 10 mm bzw. 15 mm lichter Stabweite von Vertikal- und Horizontalrechen zurückgehalten werden (Tabelle 1).

Merke

Da bei den meisten heimischen Fischarten die Körperhöhe die Körperbreite übersteigt, kann mit Horizontalrechen bei gleicher lichter Stabweite eine höhere Schutzwirkung erzielt werden als mit Vertikalrechen.

Tabelle 1: Körperlängen unterschiedlicher Fischarten für die eine Schutzwirkung von Vertikalrechen und Horizontalrechen mit 10 mm bzw. 15 mm lichter Stabweite erreicht wird

Körperform / Körperwuchs	Arten (Beispiele)	Vertikalrechen			Horizontalrechen		
		k_{dick}	lichte Stabweite bzw. Körperbreite		k_{hoch}	lichte Stabweite bzw. Körperhöhe	
			10 mm	15 mm		10 mm	15 mm
			Fischlänge			Fischlänge	
 Aal		(0,05) 0,03	33 cm* gezwängt	50 cm** gezwängt	(0,05) 0,03	33 cm* gezwängt	50 cm** gezwängt
aalförmig / groß							
 Bachneunauge, Schmerle, Schlammpeitzger, Steinbeißer Fluss- und Meerneunauge (Ma- krophtalmi)		0,05	20 cm	—***	0,05	20 cm	—***
aalförmig / klein							
 Hecht		0,10	10 cm	15 cm	0,14	7 cm	11 cm
hechtförmig / groß							
 Barbe Brachsen Nase Rotaugen Hasel		0,12 0,10 0,16 0,15 0,10	8 cm 10 cm 6 cm 7 cm 10 cm	13 cm 15 cm 9 cm 10 cm 15 cm	0,19 0,35 0,26 0,32 0,22	5 cm 3 cm 4 cm 3 cm 5 cm	8 cm 4 cm 6 cm 5 cm 7 cm
cyprinidenförmig / groß							
 Bitterling, Strömer, Schneider, Ukelei		0,09	11 cm	—***	0,18	6 cm	8 cm
cyprinidenförmig / klein							
 Äsche, Bach-, Meer- und Seefo- relle, Lachs, Maifisch		0,10	10 cm	15 cm	0,20	5 cm	8 cm
salmonidenförmig / groß							

Zum Fischschutz gibt es folgende Sichtweise:

Das Eindringen von Fischen in Turbinen (Triebwerke) - und hier in den Obergraben - kann sicher ausgeschlossen werden, wenn der diesen Anlagen vorgeschaltete Feinrechen für die vorkommende Fischfauna als physisch undurchlässige Barriere wirkt [3]. Nach EBEL (2016) weisen abwandernde Salmonidensmolts meist Körperlängen von > 10 cm auf.

Im Fall der Anlage in Mahlmühle ergibt sich somit folgender vorgesehener Fischschutz:

Anhand der Tabelle aus der anerkannten Handreichung vom LUBW geht hervor, dass Horizontrechen mit einer lichten Weite von 15 mm eine Schutzwirkung für 8 cm lange salmonidenförmige Fische hat (z.B. Lachs, Äsche, Bachforelle usw.). Abwandernde Salmonidensmolts weisen nach EBEL (2016) meist Körperlängen von > 10 cm auf, so dass ein 15 mm horizontal angeordneter Rechen einen ausreichenden Schutz dieser Fische mit einer Körperlänge von 8 cm darstellt, dies liegt unterhalb der Körperlänge von 10 cm. Dies deckt sich auch mit den Angaben und Forderungen aus der VDI-Richtlinie 4620. Diese Unterlage gehört unter anderem zum Stand des Wissens und der Technik in Bezug auf den Fischschutz an Wasserkraftanlagen.

Auszug VDI Richtlinie 4620, Seite 53:

- b) Der derzeitige Wissens- und Erfahrungsstand zu Fischschutzeinrichtungen kann der Fachliteratur entnommen werden, z.B. [1; 3 bis 5]. Zur Minderung von Fischschäden an Wasserkraftanlagen bestehen folgende Möglichkeiten, über deren Anwendbarkeit standortspezifisch entschieden werden muss:

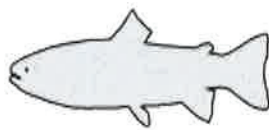
- Fischschutzeinrichtungen, die das Einschwimmen der Fische in Gefahrenbereiche durch verhaltensbeeinflussende Reize verhindern (z.B. hydraulische, elektrische, optische oder akustische Systeme)

Für die Wirksamkeit dieser Einrichtungen sind geeignete geringe Anströmgeschwindigkeiten einzuhalten. Mechanische Fischschutzrechen wirken als Verhaltensbarriere und sind darüber hinaus bei geringen Stabweiten ab einer bestimmten Fischgröße undurchlässig und gewährleisten unter Beachtung der erforderlichen Anströmgeschwindigkeit einen höheren Fischschutz. Nach dem derzeitigen Stand der Technik können Fischschutzrechen an Wasserkraftanlagen vor allem an kleinen Fließgewässern einschließlich der erforderlichen Reinigungstechnik mit einer Schutzwirkung für Fische ab 10 cm Größe realisiert und betrieben werden.

Auszug Tabelle 1, Handreichung vom LUBW:

Tabelle 1: Körperlängen unterschiedlicher Fischarten für die eine Schutzwirkung von Vertikalrechen und Horizontalrechen mit 10 mm bzw. 15 mm lichter Stabweite erreicht wird

Körperform / Körperwuchs	Arten (Beispiele)	Vertikalrechen		Horizontalrechen	
		k_{dick}	lichte Stabweite bzw. Körperbreite		k_{hoch}
			10 mm	15 mm	
			Fischlänge		
			10 mm	15 mm	



salmonidenförmig / groß

Äsche, Bach-, Meer- und Seefo-
relle, Lachs, Maifisch

0,10

10 cm

15 cm

0,20

5 cm

8 cm

Da es sich bei dieser Unterlage um ein im Forum „Fischschutz und Fischabstieg“ anerkannte und praxisorientierte Handlungsempfehlung und somit um „Stand des Wissen und der Technik“ handelt, ist mit dem Ansatz eines 15 mm horizontal angeordneten Rechens mit Abstiegssystem nach Gluch/Ebel ein ausreichender Fischschutz für salmonidenförmige Fischarten gewährleistet und erfüllt.

Aktuelle Hinweise zur Schutzfunktion an Querrechenanlagen ergeben sich aus den Untersuchungen von Dipl.-Ing. Claudia Berger und Boris Lehmann aus folgenden Untersuchungen:

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Berger, Claudia; Lehmann, Boris

Bemessung von Horizontalrechen an Wasserkraftanlagen für die Abwanderung von Lachssmolts und Aalen

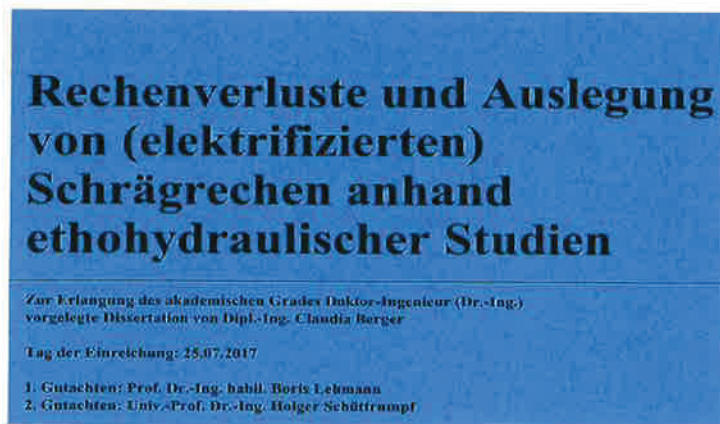
Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische
Hydromechanik**

UND:

Rechenanlage_2026.doc



Auszug aus Seite 189-190:

8.5. Empfehlungen

Anhand der vorliegenden Untersuchungserkenntnisse für Rechenverluste und Strömungssignaturen an Schrägrechen sowie der ethohydraulischen Erkenntnisse, welche im wasserbaulichen Forschungslabor und an zwei Wasserkraftanlagen ermittelt wurden, können unter Berücksichtigung der verwendeten Versuchstiere (Lachss-

molts und Blankaale) folgende Empfehlungen für die Bemessung und Planung von Schrägrechen aufgestellt werden:

- Wichtig für die Bemessung sind nicht nur die reinen Stababstände und Körperdicken der Fische, sondern auch deren Verhalten an Schrägrechen sowie an Hybridrechen. Bestehende Grenzwerte, welche auf der Körpergröße der Zielfischarten beruhen, können überschritten werden, wenn dazu ethohydraulische Erkenntnisse vorliegen.
- Das Verhalten an einer mechanischen Barriere aufgrund hydraulischer und geometrischer Randbedingungen, z. B. Gieren oder trampolinartiges Verhalten bei Lachssmolts, ist ausschlaggebend für eine erfolgreiche Abwanderung.
- Grundsätzlich ist für die Abwanderung von Fischen nicht nur eine ausreichende Schutzwirkung des Rechensystems erforderlich, es müssen auch die Auffindbarkeit, die Akzeptanz und die Passierbarkeit des angebotenen Bypasses vorhanden sein. Funktioniert eine dieser Komponenten nicht, so muss das Gesamtsystem des Fischabstiegs in Frage gestellt und damit überarbeitet werden.
- Die Geschwindigkeitszerlegung in eine normale und eine tangentielle Strömungskraft ist weder hydraulisch, rechnerisch, ethohydraulisch noch experimentell zu belegen und damit für die Bemessung des Schrägrechens als Leiteinrichtung nicht relevant.

- Schrägrechen für Lachssmolts und Blankaale können innerhalb folgender Bemessungswerte ausgelegt werden: Stababstand 18mm, Anströmwinkel zwischen 30° und 55° und eine Anströmgeschwindigkeit von 0,8 m/s oder kleiner für eine nahezu 100%-ige Schutzwirkung. Verschiedene Verhaltensmuster, welche eine Abwanderung initiieren, nehmen bei einem Anströmwinkel von 70° ab. Des Weiteren gieren potamodrome Arten bei einem Anströmwinkel von 70° nicht (Lehmann et al., 2016), weshalb dieser Anströmwinkel für eine gesamtheitliche Betrachtung mehrerer Fischarten nicht empfohlen wird.

In den Unterlagen wurden Untersuchungen für die Bemessung von Horizontalrechen an Wasserkraftanlagen für die Abwanderung von Lachssmolts und Aalen durchgeführt, die zu dem Ergebnis kamen, dass eine Abwanderung über den Rechen ab einem Stababstand von 18 mm nicht mehr vorkam. Der gewählte Rechen **mit 15 mm lichten Stabweite** ist somit vollkommen ausreichend, um die vorhandenen Fischarten zu schützen und übertrifft deutlich den Stand des Wissens.

Der für den Fischschutz geplante Querrechen mit einer lichten Stabweite von 15 mm ausgeführt.

Anlagen:

Daten Querrechenanlage 15 mm

WKA MAHLMÜHLE - HAUPTKRAFTWERK - Querrechenanlage 15 mm lichte Stabweite - EINGABEPLANUNG

Rechenanlage - Querrechenanlage W30												
Nr.	Bezeichnung	Durchfluss m3/s	Zulaufbreite m	Zulaufhöhe m	Rechenhöhe m	Rechenstablänge m	Stabbreite in mm	Stababstand lichte in mm	v-Zulaufkanal m/s	v-Entlang Stabachse m/s	Bruttorechenfläche m2	Nettorechenfläche m2
1	Rechenfeld	1,80	12,00	2,00	2,00	15,00	8	15	0,08	0,06	30,00	19,57
Rechenanlage - Querrechenanlage MW												
Nr.	Bezeichnung	Durchfluss m3/s	Zulaufbreite m	Zulaufhöhe m	Rechenhöhe m	Rechenstablänge m	Stabbreite in mm	Stababstand lichte in mm	v-Zulaufkanal m/s	v-Entlang Stabachse m/s	Bruttorechenfläche m2	Nettorechenfläche m2
1	Rechenfeld	7,60	12,00	2,00	2,00	15,00	8	15	0,32	0,25	30,00	19,57
Rechenanlage - Querrechenanlage W330												
Nr.	Bezeichnung	Durchfluss m3/s	Zulaufbreite m	Zulaufhöhe m	Rechenhöhe m	Rechenstablänge m	Stabbreite in mm	Stababstand lichte in mm	v-Zulaufkanal m/s	v-Entlang Stabachse m/s	Bruttorechenfläche m2	Nettorechenfläche m2
1	Rechenfeld	10,80	12,00	2,00	2,00	15,00	8	15	0,45	0,36	30,00	19,57

WKA MAHLMÜHLE - HAUPTKRAFTWERK - Querechenanlage 15 mm lichte Stabweite - EINGABEPLANUNG

Abfluss	Stabbreite in mm	Lichter Stababstand in mm	Bruttofläche in m2	Nettofläche in m2	Anteil in %	vNormal - vor Rechnen in m/s	Bemerkung	Rechenneigung alpha in Grad		cos alpha	sin alpha	Vanström im m/s (2)	V Tang (*) in m/s (3)
								alpha	grad				
Q30	8	15	30,00	19,57	65,2%	0,06	<< 0,50 m/s	30		0,87	0,50	0,12	0,10
MQ	8	15	30,00	19,57	65,2%	0,25	<< 0,50 m/s	30		0,87	0,50	0,51	0,44
Q330	8	15	30,00	19,57	65,2%	0,36	< 0,50 m/s	30		0,87	0,50	0,72	0,62

- 1)

$v_{\text{Normal}} = Q / \text{Rechenfläche}$
- 2)

$v_{\text{Anström}} = V_{\text{Normal}} / \sin \alpha$
- 3)

$v_{\text{Tan}} = V_{\text{Anström}} * \cos \alpha$

WKA MAHLMÜHLE-HAUPTKRAFTWERK - Querechenanlage 15-nm lichte Stabweite - EINGABEPLANUNG

Rechenanlage - Horizontal - PANUNG_15 mm - EINGABEPLANUNG											
Nr.	Bezeichnung	Durchfluss m³/s	Rechenhöhe m	Rechenstablänge m	Stabbreite in mm	Stababstand lichte in mm	v-Entlang Stabachse m/s	Bruttorechenfläche m²	Nettorechenfläche m²	verbaute Fläche in m²	Verbauungsgrad (-)
1	Rechenfeld hydraulisch günstiges Profil Formbeiwert < 1,0	10,80	2,00	15,00	8,0	15	0,36	30,00	19,57	10,43	0,35
Rechenanlage - VERTIKAL - BESTAND											
Nr.	Bezeichnung	Durchfluss m³/s	Stablänge m	Rechenbreite m	Stabbreite in mm	Stababstand lichte in mm	v-Entlang Stabachse m/s	Bruttorechenfläche m²	Nettorechenfläche m²	verbaute Fläche in m²	Verbauungsgrad (-)
1	Rechenfeld Vertikal	10,80	3,10	6,15	8,0	20	0,57	19,07	13,62	5,45	0,29

A Ermittlung Rechenverluste mit Verlustfaktor für Rechenverlegung, Verlegungsgruppe 2 - kv,2:							
		Horizontal/NEU	Bestand	Horizontal/NEU	Bestand	Horizontal/NEU	Bestand
Stabprofilbeiwert		1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50
Verbauungsgrad des Rechens		0,35	0,29	0,35	0,29	0,35	0,29
Verlegungsgrad des Rechens		0,125	0,125	0,25	0,25	0,38	0,38
Verlustfaktor: kv,2:		1,619	1,783	2,710	3,166	4,463	5,385
Rechenverlust in m (*)		0,003	0,008	0,005	0,014	0,008	0,024
Rechenverlust in cm (*)		0,3	0,8	0,5	1,4	0,8	2,4
(*) Anströmung zum Querrechen 45 Grad							

B Ermittlung Rechenverluste mit Verlustfaktor für Rechenverlegung, Verlegungsgruppe 1 - kv,1:							
		Horizontal/NEU	Bestand	Horizontal/NEU	Bestand	Horizontal/NEU	Bestand
	Stabprofilbeiwert	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50
	Verbauungsgrad des Rechens	0,35	0,29	0,35	0,29	0,35	0,29
	Verlegungsgrad des Rechens	0,125	0,125	0,25	0,25	0,38	0,38
	Verlustfaktor: kv,1:	1,517	1,695	3,817	4,783	10,126	13,258
	Rechenverlust in m (*)	0,003	0,007	0,007	0,021	0,018	0,058
	Rechenverlust in cm (*)	0,3	0,7	0,7	2,1	1,8	5,8
	(*) Anströmung zum Querrechen 45 Grad						

UMBAU DER WASSERKRAFTANLAGE MAHLMÜHLE AN DER DIEMEL:**Fischabstiegssystem nach System Gluch/Ebel**

Im Bereich der Horizontalrechenanlage ist ein entsprechender Fischabstiegskorridor mit einer Dotation von 280 l/s vorgesehen. Die Wassermenge entspricht den Empfehlungen nach Handbuch Dr. Ebel.

Der Fischabstiegskorridor ist nach dem Prinzip Gluch/Ebel ausgeführt und besitzt zur Fischableitung eine seitlich öffnende Klappe mit oberer und unterer Öffnung. Zur hydraulischen Regelung ist nach der seitlichen Klappe ein sog. bewegliches Bremswehr (sehr flach geneigte Klappe) mit einer entsprechend Ableitöffnung angeordnet

Im Bereich der Öffnung ergeben sich dabei mittlere Geschwindigkeiten von 0,65 bis ca. 1,2 m/s. Diese Geschwindigkeit liegt deutlich über den Wert am Querrechen ($< 0,36$ m/s) und ist geringer als die max. Schwimmgeschwindigkeit der Fische. So können die Öffnung von den absteigenden Fischen leicht durchschwommen werden.

Die Abstiegsdotation beträgt bei Q30 bis zur Vollbeaufschlagung der Turbinen mindestens 280 l/s und bei höheren Abflüssen in der Diemel kann ein Teil des zusätzlich vorhandene Wasserdargebotes durch öffnen/absenken der Regelklappen zusätzlich erhöht werden (Q330 maximal 500 l/s).

Bei den geplanten Dotationen der Abstiegsanlage von mind. 250 l/s, ergibt sich bei der Ausbauwassermenge der Anlage von 10,8 m³/s ein Anteil von $0,28/10,8 = 2,6$ % der Ausbauwassermenge (Empfehlung Ebel 2-5 % von Qa). Bei genügend Wasserdargebot und maximaler Dotation des Fischabstiegssystem von 500 l/s, ergibt sich ein Anteil von ca. 5%

Zur Spülung des Systems können die Regelklappen komplett geöffnet bzw. abgesenkt werden. Bei Vollumlegung der ca. 1,8 m hohen und 1,2 m breiten flach geneigten Abstiegsklappe, können ca. 6 m³/s über das Abstiegssystem abgeleitet werden (z.B. Hochwasser, Freispülung des Systems von Anlandungen, usw.).

Die laut Handbuch Dr. Ebel notwendigen Profilbreiten und Höhen für den Fischabstieg ergeben sich wie folgt. Grundlage dabei ist die Fischart, Äsche, Bachforelle, Döbel, Barbe mit einer Fischlänge von 60-80 cm:

Breite Bypassöffnung: Handbuch Dr. Ebel, Seite 300: Döbel: 0,35 m * 0,52 m, Barbe 0,38 m * 0,56 m

Die gewählte Öffnungsgröße mit 38/56 cm liegt im Bereich der angegebenen Größen laut Handbuch Dr. Ebel und ist somit ausreichend groß für die maßgebliche Fischarten bemessen.

Tab. 42: Mindestanforderungen an die Abmessungen und die vertikale Lage von Bypassprofilen für ausgewählte Arten¹⁾

Art / Artengruppe	Entwicklungsstadium	TL [cm]	Profillage		Profildimension [m]		Modellgleichung (vgl. Tab. 41)	
			unten	oben	b _{BYPASS}	h _{BYPASS}	b _{BYPASS}	h _{BYPASS}
Diadrome Arten								
Aale (Anguillidae)	Blankaal	90	+	–	0,30	0,30	[149]	[150]
Salmoniden (Salmonidae)	Smolt	20	–	+	0,45	0,45	[147]	[148]
Salmoniden (Salmonidae)	Kelt	120	+	+	0,42	0,63	[143]	[145]
Störe (Acipenseridae)	adult	350	+	–	1,00	1,50	[144]	[146]
Neunaugen (Petromyzontidae)	Macrophthal.	15	+	–	0,30	0,30	[149]	[150]
Potamodrome Arten								
Aland (<i>Leuciscus idus</i>)	adult	70	+	+	0,36	0,54	[143]	[145]
Äsche (<i>Thymallus thymallus</i>)	adult	50	+	+	0,30	0,45	[143]	[145]
Bachforelle (<i>Salmo trutta</i>)	adult	70	+	+	0,34	0,52	[143]	[145]
Barbe (<i>Barbus barbus</i>)	adult	80	+	–	0,38	0,56	[143]	[145]
Brasse (<i>Abramis brama</i>)	adult	70	+	–	0,34	0,52	[143]	[145]
Döbel (<i>Squalius cephalus</i>)	adult	60	+	+	0,35	0,52	[143]	[145]

Auszug Handbuch Dr. Ebel, Seite 300

Anlagen:

Berechnung Ableitöffnung 38/56 cm

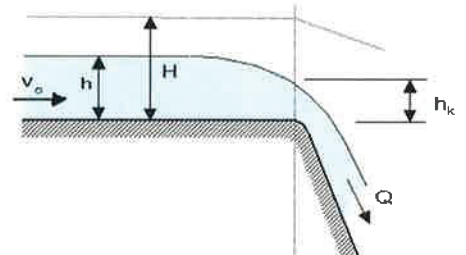
Berechnung Ableitvermögen Bypass-System

Datum : 17.04.2026
 Objekt : Mahlmühle Heueda

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	b	=	0,38	m
Beiwert	μ	=	0,600	
Anlaufgeschwindigkeit	v_o	=	0,00	m/s
Abflussmenge	Q	=	0,280	m ³ /s



Resultate :

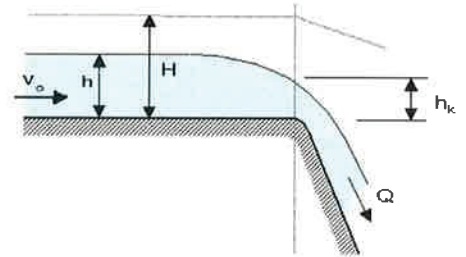
Überfallhöhe	h_o	=	0,56	m
Energiehöhe	H	=	0,56	m
Kritische Höhe	h_k	=	0,38	m

Datum : 17.04.2026
 Objekt : Mahlmühle Heueda

VOLLKOMMENER ÜBERFALL

Eingaben :

Überfallbreite	b	=	1,20	m
Beiwert	μ	=	0,700	
Anlaufgeschwindigkeit	v_0	=	0,00	m/s
Abflussmenge	Q	=	6,000	m ³ /s



Resultate :

Überfallhöhe	h_0	=	1,80	m
Energiehöhe	H	=	1,80	m
Kritische Höhe	h_k	=	1,37	m

UMBAU DER WASSERKRAFTANLAGE MAHLMÜHLE AN DER DIEMEL:**Oberwassergraben:**

Der vorhandene Oberwassergraben ist insgesamt ca. 150 m lang und hat eine Sohlbreite von 11 m und Böschungsneigungen von 1:2. Die Wassertiefe bei Stauhöhe = Oberkante Wehr beträgt ca. 1,1 m.

Bei Abflüssen von ca. 11 m³/s (10,8 + 0,28 = ca. 11,1 m³/s) ergibt sich ein Kanalverlust von ca. 2 cm.

Der Oberwasserkanal bleibt unverändert erhalten und wird im Zuge der Umbauarbeiten von Anlandungen beräumt.

Anlage:

Hydraulische Berechnung Obergraben bei 11,1 m³/s

Datum : 24.03.2026
 Objekt : Mahlmühle

WASSERSPIEGELBERECHNUNG

Trapez - Profil

Eingaben :

Berechnung nach Strickler

unten -> oben

Ausgangstiefe unten	hu =	1,10	m
Breite	b =	11,00	m
Neigung links	=	1 : 2,00	
Neigung rechts	=	1 : 2,00	
Sohlengefälle	Js =	0,060	%
Rauigkeit	ks =	60,00	
Abflussmenge	Q =	11,100	m³/s

Ausgangs-Sohlenkote	=	0,00	m
Schrittweite Stationierung	dl =	10,00	m
Berechnung bis Stat.	± =	150,00	m
Abbruchkriterium	dh ± =	0,010	m

Resultate :

Normalabflusstiefe oben	hNo =	0,78	m
kritische Abflusstiefe	hk =	0,46	m

Abfluss Staukurve strömend

Stationierung	Sohlenkote	Wsp - Kote	E.L. Kote	Abflusstiefe	v	Bemerkung
-150,00	0,09	1,12	1,16	1,034	0,82	
-140,00	0,08	1,12	1,16	1,04	0,82	
-130,00	0,08	1,12	1,15	1,04	0,81	
-120,00	0,07	1,12	1,15	1,05	0,81	
-110,00	0,07	1,12	1,15	1,05	0,81	
-100,00	0,06	1,12	1,15	1,05	0,80	
-90,00	0,05	1,11	1,15	1,06	0,80	
-80,00	0,05	1,11	1,14	1,06	0,79	
-70,00	0,04	1,11	1,14	1,07	0,79	
-60,00	0,04	1,11	1,14	1,07	0,79	
-50,00	0,03	1,11	1,14	1,08	0,78	
-40,00	0,02	1,11	1,14	1,08	0,78	
-30,00	0,02	1,10	1,14	1,09	0,78	
-20,00	0,01	1,10	1,13	1,09	0,77	
-10,00	0,01	1,10	1,13	1,10	0,77	
0,00	0,00	1,10	1,13	1,100	0,76	