

**Optimierung Kraftwerk Aarau**

**Bau- und Auflageprojekt**

**Neues Flusskraftwerk Aarau**

**Beilage 3.12**

**Dotierkraftwerk und Wehr Schönenwerd /  
Erlinsbach - Wiederherstellung der Fisch-  
gängigkeit**

*Gesuch vom 06. April 2021*

## Impressum

### Auftraggeber

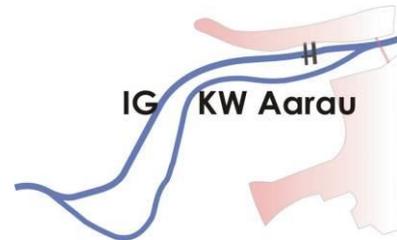
Eniwa Kraftwerk AG  
Industriestrasse 25  
5033 Buchs

### Auftragnehmer

IG KW Aarau  
c/o IUB Engineering AG  
Belpstrasse 48  
3011 Bern



IUB Engineering AG  
Belpstrasse 48  
Postfach  
CH-3000 Bern 14



### Autoren

#### IG KW Aarau

IUB Engineering AG  
Belpstrasse 40  
3014 Bern

Dr. Peter Billeter  
Luzia Meier

IM Maggia Engineering AG  
Via St. Franscini 5  
6601 Locarno

Urs Müller  
Dr. Matteo Federspiel  
Martin Stehrenberger  
Dr. Jean-Marc Meyer

#### Architektur und Gestaltung

Degelo Architekten AG  
St. Jakobsstrasse 54  
4052 Basel

Heinrich Degelo  
Florian Walter

Berchtold.Lenzin Landschaftsarchitekten AG  
Benzburweg 18  
4410 Liestal

Christian Lenzin

#### Umwelt

Sigmaplan AG  
Thunstrasse 91  
3006 Bern

Thomas Wagner  
Heiko Zeh

## Auflistung der Änderungen

Version	Datum	Änderungen	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
V0.1	03.07.2019	Entwurf	lum	Nin	bil
V0.2	12.07.2019	Redigiert, Stand Vorprüfung	lum	Me	bil
V1.0	06.04.2021	Gesuch (Auflage Projekt 2021)	lum	Me	bil

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage und Zielsetzung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Unterlagen</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Beschrieb Auflageprojekt 2013 mit notwendigen Projektanpassungen</b>	<b>5</b>
3.1	Dotierkraftwerk und Wehr Schönenwerd / Erlinsbach Planungsstand 2013	5
3.1.1	Fischabstieg neue Dotierzentrale	5
3.1.2	Raugerinne-Beckenpass	6
3.2	Leitfischarten	6
3.3	Grundlagen und hydraulische Grenzwerte zum Fischabstieg	7
<b>4</b>	<b>Neues Dotierkraftwerk: Projektanpassungen Fischauf- und Fischabstieg 2019</b>	<b>8</b>
4.1	Umweltauswirkungen	8
4.2	Anordnung Fischabstieg	8
4.3	Einlaufbereich und Horizontalleitrechen	9
4.4	Bypass mit Einlauftor und Wehrhöcker	9
4.5	Anpassung Ein- und Ausstieg best. Raugerinne-Beckenpass	11
4.6	Bauablauf und Bauhilfsmassnahmen	13
4.7	Kostenschätzung Fischabstieg	13
<b>5</b>	<b>Wirkungskontrolle</b>	<b>14</b>
5.1	Fischabstieg	14
5.2	Fischaufstieg und Fischzählbecken	14
<b>6</b>	<b>Fischabstieg Sanierung Tosbecken</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Kosten</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>17</b>

Anhang A: Hydraulische Berechnungen Bypass

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

Das im Herbst 2013 aufgelegte Erneuerungsprojekt des Wasserkraftwerks (KW) Aarau ist seit 2015 rechtsgültig bewilligt. Seit der Auflage haben sich aber der Strommarkt und die Währungssituation (Wechselkurs Euro - Schweizer Franken) stark verändert. Die IBAarau (seit Januar 2018 "Eniwa AG" genannt) hat deshalb bereits im Frühjahr 2016 eine Überprüfung und allfällige Optimierung des Anlagenkonzepts angestossen. Im November 2016 wurde die IG KW Aarau beauftragt, die Lösung "neues Flusskraftwerk" auf Niveau Bau- und Auflageprojekt auszuarbeiten.

Das KW Aarau ist nach den Bestimmungen des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) und des Bundesgesetzes über die Fischerei (BGF) hinsichtlich Fischwanderung (Art. 9 und 10 BGF) zu sanieren (Sanierungsverfügung Kanton Aargau vom 16. August 2017). Für die Sanierung der Fischwanderung gilt gemäss GSchG eine Frist bis ins Jahr 2030. Die Kosten für Planung, Realisierung und Wirkungskontrolle werden der Konzessionärin gestützt auf Art. 34 des Energiegesetzes (EnG) vom 26. Juni 1998 durch den nationalen Netzzuschlagsfonds vollständig rückerstattet.

Heute gibt es sowohl links- als auch rechtsufrig vom Wehr Schönenwerd je ein Dotierkraftwerk. Im Rahmen des bewilligten Bauprojekts KW Aarau wird am rechten Ufer ein neues grösseres Dotierkraftwerk gebaut und das Dotierkraftwerk am linken Ufer dafür aufgehoben.

Im Zuge der Projektüberarbeitung am Maschinenhaus des KW Aarau wurde auch die Situation bei den Dotierkraftwerken und beim Wehr Schönenwerd nochmals geprüft. Dies auch deshalb, weil die Sanierungsverfügung des Kantons Solothurn vom 28. August 2017 auf die Sanierung des Standorts am Wehr eingegangen ist. Zur Gewährleistung der freien Fischwanderung am Wehr Schönenwerd / Erlinsbach SO und beim neuen Dotierkraftwerk (rechtsufrig) wurde der Fischabstieg mit einem Horizontalleitrechen (inkl. Wirkungskontrolle) verfügt.

Aus dem Variantenstudium für den Fischabstieg am Dotierkraftwerk (IUB 2018, Stand 31. Mai 2018) ging ein Horizontalleitrechen mit einem geradlinigen Bypass-System ins Unterwasser als "offensichtliche" Bestvariante hervor. Die rechtsgültig bewilligte Variante aus dem Auflageprojekt (IG KW Aarau 2013b) wurde nach dem neusten Stand des Wissens optimiert.

## 2 Verwendete Unterlagen

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden u.a. die folgenden Grundlagen, Berichte und Pläne verwendet.

- Ingenieurgemeinschaft KW Aarau (2013): Konzessions- und Bauprojekt inkl. Beilagen Stand 23.10.2013
- Erneuerung Kraftwerk Aarau, Bau - und Auflageprojekt Neues Flusskraftwerk Aarau, technischer Bericht, Beilagen und Pläne, Stand 12.07.2019
- IUB Engineering AG (2018): Dotierkraftwerk und Wehr Schönenwerd / Erlinsbach - Wiederherstellung der Fischgängigkeit (Technischer Bericht zum Variantenstudium). Ingenieurgemeinschaft KW Aarau. 31. Mai 2018
- Ebel, G. (2013 / 2018): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen - Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurbioökologische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. Mitteilung aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Band 4, 483 S. Halle (Saale)
- Interkantonale Aareplanung AG-BE-SO (2014): Fischwanderhilfen bei Aarekraftwerken. Einheitliche Grundsätze der Kantone AG-BE-SO. Strategische Planung Sanierung Fischgängigkeit. Version 1.1 / 15.08.2014.
- Sanierungsverfügung Kanton Solothurn (2017). In der Sache: Sanierung der Fischgängigkeit beim Wasserkraftwerk Aarau. 28. August 2017
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung

## 3 Beschrieb Auflageprojekt 2013 mit notwendigen Projektanpassungen

### 3.1 Dotierkraftwerk und Wehr Schönenwerd / Erlinsbach Planungsstand 2013

Im Konzessions- und Bauprojekt (IG KW Aarau 2013a) wurde das neue Dotierkraftwerk am rechten Ufer mit einer Fischabstiegshilfe projektiert und bewilligt. Im Zuge der Anpassungen am Wehr Schönenwerd und des Neubaus der Dotierzentrale am rechten Ufer wurden die folgenden Massnahmen zur "Aufwertung der Fischdurchgängigkeit" (Bezeichnung der Massnahmen gemäss Bauprojekt (IG KW Aarau 2013a)) projektiert.

#### 3.1.1 Fischabstieg neue Dotierzentrale

Das heutige bestehende Dotierkraftwerk am linken Ufer wird ausser Betrieb gesetzt und vollständig zurückgebaut. Das neue Dotierkraftwerk (Abbildung 1) wird am bisherigen Standort am rechten Ufer erstellt.

Am Standort Schönenwerd besteht heute eine hohe Mortalitätsrate bei der Passage durch die Turbine (IG KW Aarau 2013b). Zwar wird das neue Dotierkraftwerk mit einer vertikalachsigen Kompakt Kaplan-turbine betrieben, die gegenüber dem Ist-Zustand bereits eine deutliche Verringerung der Mortalitätsrate bewirkt. Die technischen Daten des neuen Dotierkraftwerks (2013) können dem Konzessions- und Bauprojekt vom 23.10.2013 entnommen werden.

Die Rate ist aber nach wie vor zu hoch und muss durch einen Horizontalleitrechen (Rechenfeldgrösse 2.2 m x 17.5 m und lichter Stababstand 15 mm, Projektstand 2013) minimiert werden. Die Anströmgeschwindigkeit ist auf 0.5 m/s ausgelegt. Am unteren Ende des Rechens befindet sich ein Stemmtor mit je einer sohlen- und oberflächennahen Öffnung, durch die abstiegswillige Fische in den Bypass und somit ins Unterwasser gelangen. Der Bypasskanal

wird am ehemaligen Standort des Dotierkraftwerks (rechtes Ufer) realisiert und erfüllt gleichzeitig die Funktion des Schwemmgutabzugs.

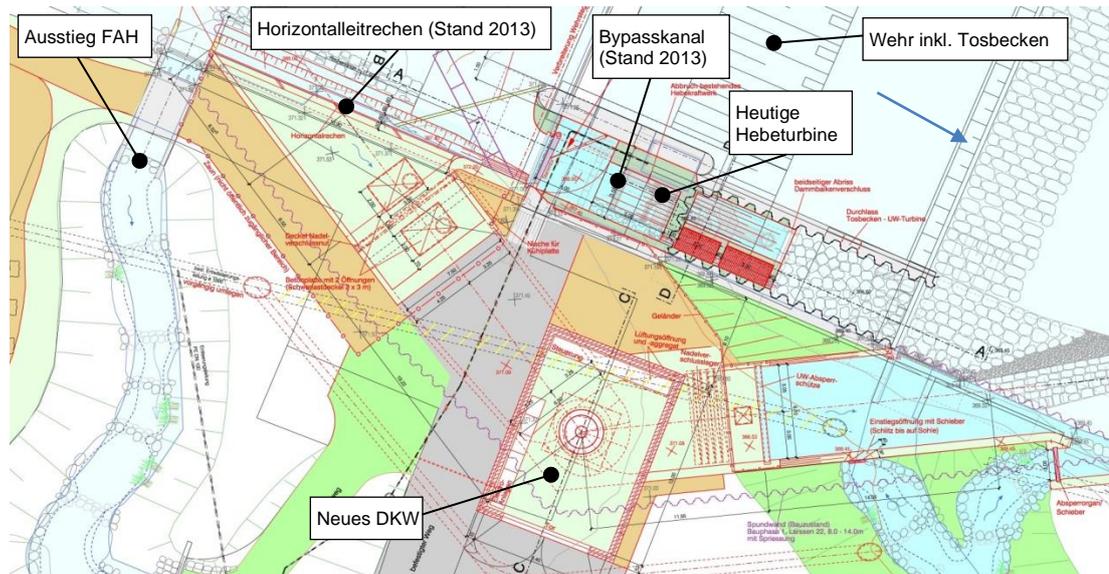


Abbildung 1: Neue Dotierzentrale mit Horizontalleitrechen und verengtem Stababstand (15 mm), verminderter Anströmgeschwindigkeit, kombinierter Schwemmgutrinne und Fischabstieg mit Sohlenanschluss (F4). (Auszug Plan P.33.044, IUB 2013)

### 3.1.2 Raugerinne-Beckenpass

Der Auslaufkanal des neuen Dotierkraftwerks ist am gleichen Standort wie der Einstieg des bestehenden Raugerinne-Beckenpasses (Abbildung 2) vorgesehen. Daher muss der Einstiegsbereich des Raugerinne-Beckenpasses umgestaltet werden. Im Auflageprojekt von 2013 war der Bau von zwei Einstiegen geplant, von denen jedoch nur einer betrieben werden sollte. Die Auswahl des definitiven Einstiegs sollte im Rahmen der biologischen Wirkungskontrolle erfolgen.



Abbildung 2: Erhalt des heutigen, gut funktionierenden rechtsufrigen Raugerinne-Beckenpasses beim Wehr, Anpassung Mündung best. Raugerinne-Beckenpass (F2). (IUB 2011)

## 3.2 Leitfischarten

Die Aare liegt im Bereich des Kraftwerks Aarau in der Barbenregion. Gemäss dem Positionspapier zur interkantonalen Aareplanung AG-BE-SO (2014) nach GSChG/GSchV "Fischwanderhilfen bei Aarekraftwerken" sind die FAH unterstrom des Bielersees und damit auch in Aarau auf den Lachs und die Barbe ausulegen.

### 3.3 Grundlagen und hydraulische Grenzwerte zum Fischabstieg

Kleine Flusskraftwerke mit schnell drehenden Turbinen sind für absteigende Fische sehr gefährlich. Im Gegensatz zu grossen Wasserkraftwerken sind für kleine Flusskraftwerke praktische technische Lösungen für den schonenden Fischabstieg verfügbar. Derzeit stellt der horizontale Leitrechen mit einem Bypass den Stand der Technik dar (Kriewitz et al. 2015). Durch einen geringen lichten Stabstand von i.d.R. 15 - 20 mm und einer korrekten Positionierung des Rechens weist dieser eine sehr gute Leitfunktion aus. In der Schweiz wurde an zwei Kleinwasserkraftwerken (Kraftwerk Stoppel und Dotierkraftwerk Rüchlig von der Axpo Power AG) eine solch moderne Schutzeinrichtung für abwandernde Fische installiert. Dort konnte gezeigt werden, dass rund 98% aller über den Bypass absteigenden Fische klein waren und aufgrund der Körperbreite den Rechen physisch hätten passieren können (Zaugg et al. 2018).

Abbildung 3 zeigt das Prinzip eines horizontalen Leitrechens mit Bypass. Der horizontale Leitrechen wird in einem Winkel von 30-45° zur Strömung eingebaut. Dieser Winkel ist notwendig, damit die Leitwirkung in Richtung Bypasseinlauf für die Fische optimal ist. Gemäss Gluch (2007) und Hefti (2012) soll die Anströmgeschwindigkeit des Leitrechens 0.5 m/s betragen. Dieser Grenzwert bestimmt die geforderte Querschnittsfläche des Zulaufkanals zum Kraftwerk, in den der Rechen gestellt wird. Untersuchungen (Ebel 2013) haben gezeigt, dass horizontale Rechen aus ethohydraulischer Sicht günstiger sind als geneigte Vertikalrechen (Flachrechen). Dies hängt damit zusammen, dass die meisten Fische höher als breit sind. Daher können sie aufgrund ihrer Körperform bei gleichem Stababstand von einem Horizontalrechen effektiver zurückgehalten werden als von einem Vertikalrechen. Im Weiteren ist die Leitfunktion deutlich besser als bei geneigten Vertikalrechen, mit den bodennah wandernde Fische nur eingeschränkt zum obenliegenden Bypass geleitet werden können.

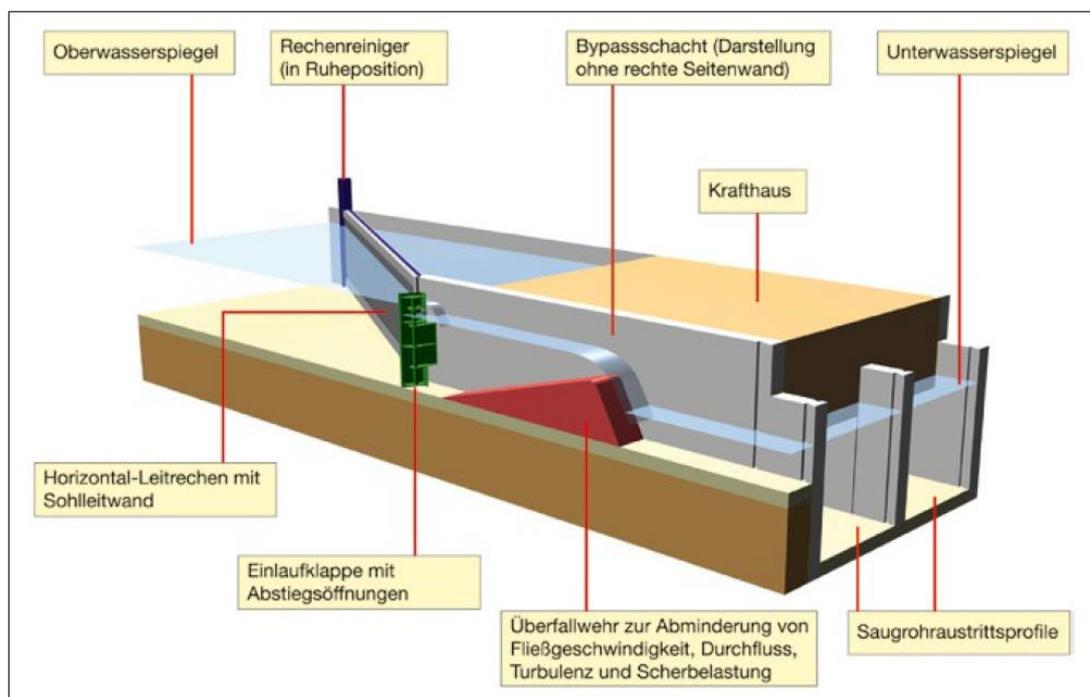


Abbildung 3: Prinzipskizze Horizontalleitrechen mit Bypass an Wasserkraftanlagen (Ebel 2018)

## 4 Neues Dotierkraftwerk: Projektanpassungen Fisch- auf- und Fischabstieg 2019

### 4.1 Umweltauswirkungen

Die Umweltauswirkungen sind im Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) von SigmaPlan (2019) abgehandelt. Der UVB liegt in der Beilage 4 "UVB Hauptuntersuchung" und der Beilage 5 "Beilagen zur UVB Hauptuntersuchung" des Bau- und Auflageprojektdossier vor.

### 4.2 Anordnung Fischabstieg

Ins Projekt eingeflossene Erfahrungen u.a. der Fischabstiegspilotanlagen beim Kraftwerk Stoppel und Dotierkraftwerk Rüchlig von der Axpo Power AG führten zu einer Optimierung der Fischabstiegshilfe beim geplanten Dotierkraftwerk Schönenwerd / Erlinsbach. Mit dem neuen Dotierkraftwerk verknüpft waren ausserdem Anpassungen am bestehenden Raugerinne-Beckenpass (Kapitel 4.5).

Die folgenden Elemente des Fischauf- und Fischabstiegs wurden im Rahmen des Auflageprojekts optimiert (Abbildung 4):

#### Fischabstieg

- Öffnung mit heutiger Heberturbine als OW-Trennpfeiler ausbilden und verfüllen (Abbildung 4), um die Rechenanströmung bis in den Bypassanstieg hinein zu optimieren, Verbreiterung des Einlaufkanals zur Verringerung der Anströmgeschwindigkeit des Rechens
- Einlaufbereich Dotierkraftwerk ins OW verlängern und Ausstieg Raugerinne-Beckenpass Richtung OW verschieben
- Gestaltung Bypasskanal und Einlauftor nach aktuellem Stand der Technik

#### Fischaufstieg

- Anpassung Einstieg Raugerinne-Beckenpass

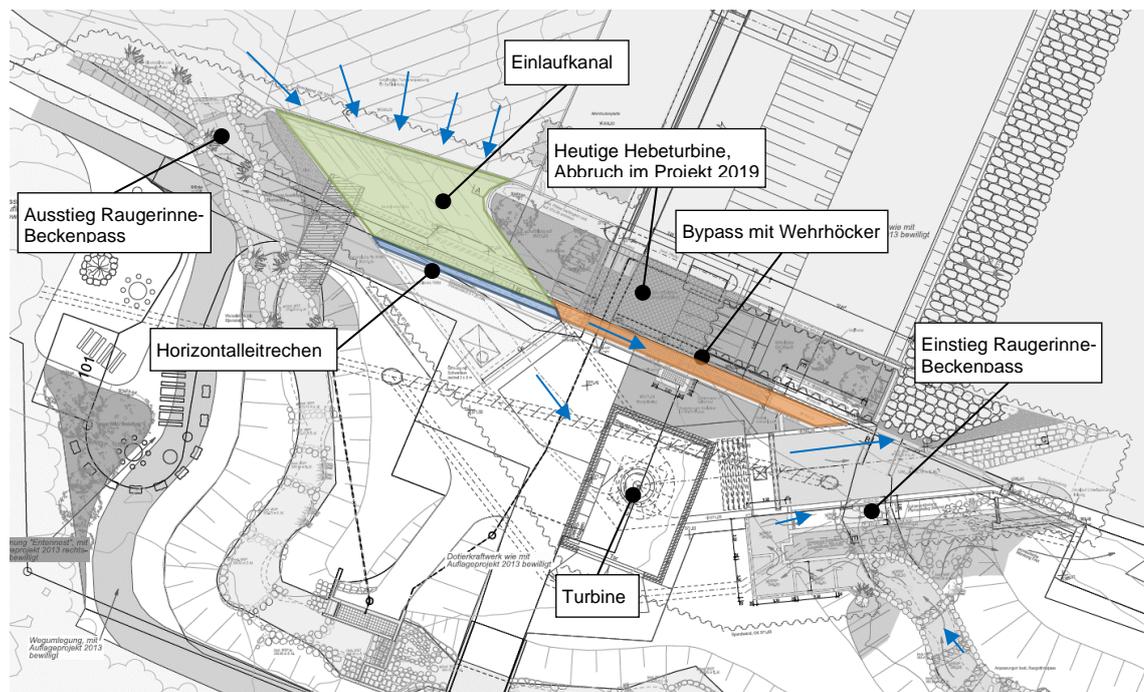


Abbildung 4: Fischabstieg: Einlaufbereich (in grün), Horizontalleitrechen (in blau) und Bypass (in orange) (Auszug Plan P.33N.044, IUB 2019)

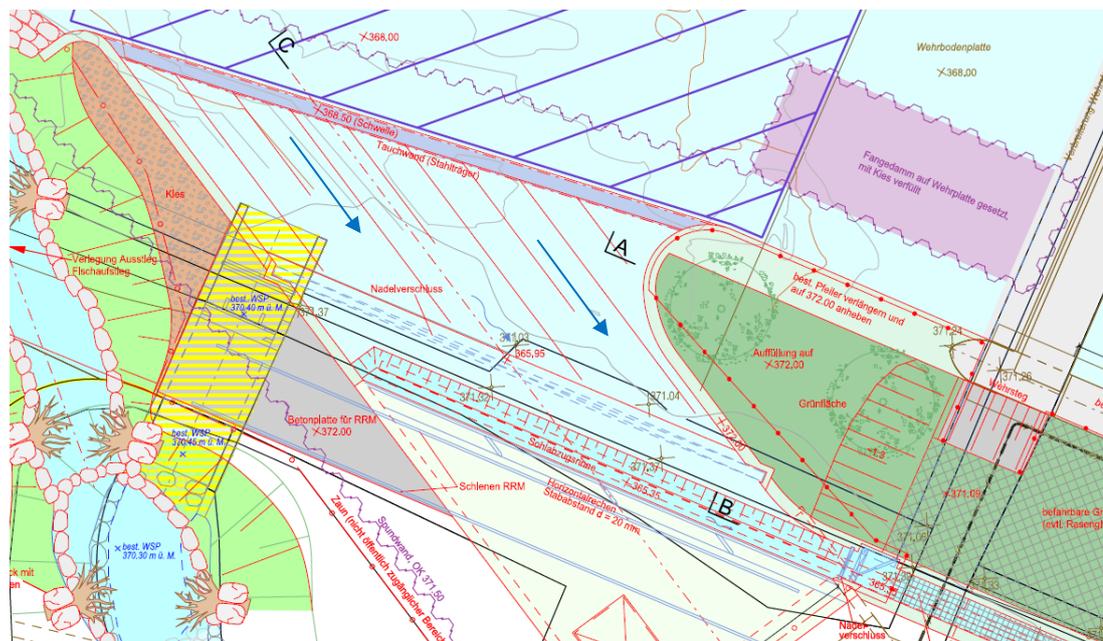
### 4.3 Einlaufbereich und Horizontalleitrechen

Der Einlaufbereich ins Dotierkraftwerk wird verlängert, um eine Anströmung des Horizontalleitrechens in einem Winkel von 30-45° zu erreichen. Beim Einlauf ist eine Schwelle und eine Tauchwand geplant, die den Eintrag von Geschiebe bzw. Schwemmholz in den Einlaufkanal verringern sollen. Durch die Schwelle soll das Geschiebe bei grossen Abflüssen verstärkt über das Wehr ins Unterwasser gelenkt werden.

Der Einlaufbereich hat eine Breite von 8.4 m und ab den Nadelverschlüssen eine Tiefe von 4.65 m. Daraus folgt beim Nenndurchfluss von 19.2 m<sup>3</sup>/s eine Anströmgeschwindigkeit des Horizontalleitrechens von 0.5 m/s. An Tagen mit Wehrentlastung (rund 60 Tagen pro Jahr) wird dieser Durchfluss um bis zu 4.2 m<sup>3</sup>/s (Schluckfähigkeit des Dotierkraftwerks maximal 23.4 m<sup>3</sup>/s) überschritten. Die Anströmgeschwindigkeit beträgt dann bis zu 0.6 m/s.

Im Variantenstudium wurde der lichte Stababstand des Horizontalleitrechens detailliert diskutiert und auf 20 mm festgelegt (IUB 2018). Aus betrieblicher und unterhaltstechnischer Sicht ist ein Rechen mit einem lichten Stababstand von 20 mm jenem mit 15 mm vorzuziehen. Durch die Verwendung eines Horizontalrechens von 15 mm könnte gegenüber jenem von 20 mm die Überlebensrate der absteigenden Fische, wenn überhaupt nur geringfügig verbessert werden (IUB 2018).

Unmittelbar oberstrom des Horizontalleitrechens ist eine Vertiefung für den Geschiebeabzug mit einem Wirbelrohr geplant. Das Wirbelrohr hat einen Durchmesser von 600 mm und leitet das Geschiebe unter dem Bypass hindurch direkt ins Unterwasser.



Abfluss durch die oberflächennahe Öffnung (0.5 x 0.4 m) beträgt 0.3 m<sup>3</sup>/s ein (Berechnung nach Poleni, vollkommener Überfall), Durch die sohlennahe Öffnung fließen 0.5 m<sup>3</sup>/s (Berechnung als Grundablass mit eingestautem Abfluss). Daraus ergibt sich ein Gesamtabfluss durch den Bypass von 0.8 m<sup>3</sup>/s.



Abbildung 6: Einlaufftor Dotierkraftwerk Rüchlig der Kraftwerk Rüchlig AG und Wehrhöcker Kraftwerk Stroppele der Axpo Kleinwasserkraft AG (2014)

Der Wehrhöcker hat einen Abstand von 3 m vom Einlaufftor, damit sich die Fische beim Einschwimmen nicht durch ein mögliches oberwasserseitiges Aufprallen auf den Wehrhöcker verletzen. Der schräge Anströmboden des Wehrhöckers besitzt, wie von Ebel (2018) empfohlen, eine Neigung von 30°. Die Oberkante des Wehrhöckers liegt auf 369.32 m ü.M. Die Wassertiefe auf dem Wehrhöcker beträgt 0.4 m, die minimale Abflusstiefe gemäss der Empfehlung von Gluch (2010) wird somit eingehalten. Die Abflusstiefe im Unterwasser nach dem Wehrhöcker beträgt 1.8 m. Bei Bypassen an mitteleuropäischen Wasserkraftanlagen liegen gute Erfahrungen mit Tosbecken vor, welche bei Fallhöhen von 3 - 4 m eine Mindestwassertiefe von 1.3 - 1.5 m aufweisen (Ebel 2018). Dieser Erfahrungswert wird im Unterwasser des Bypasses eingehalten.

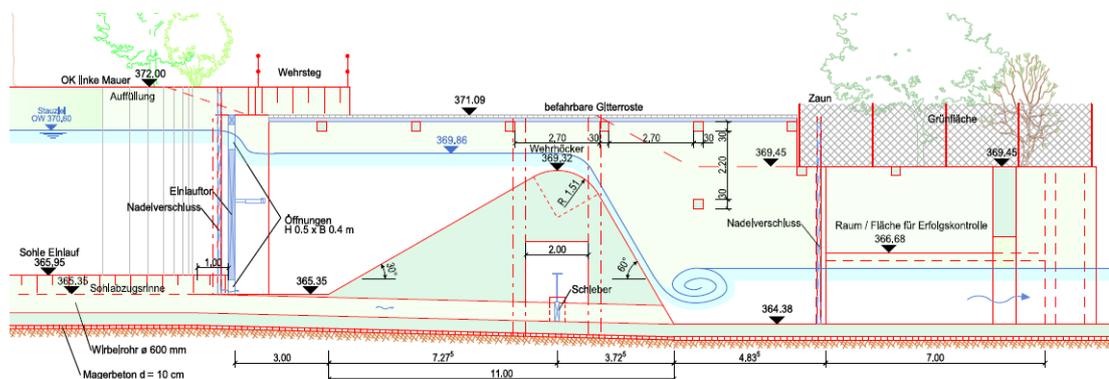


Abbildung 7: Schnitt durch den Bypass mit Einlaufftor und Wehrhöcker (Auszug Plan P.33N.044, IUB 2019)

Für den Geschiebeabzug im Einlaufkanal des Dotierkraftwerks ist ein Wirbelrohr (Abbildung 8) mit einem Durchmesser von 600 mm geplant. Die detaillierte Projektierung erfolgt in der nächsten Projektphase.

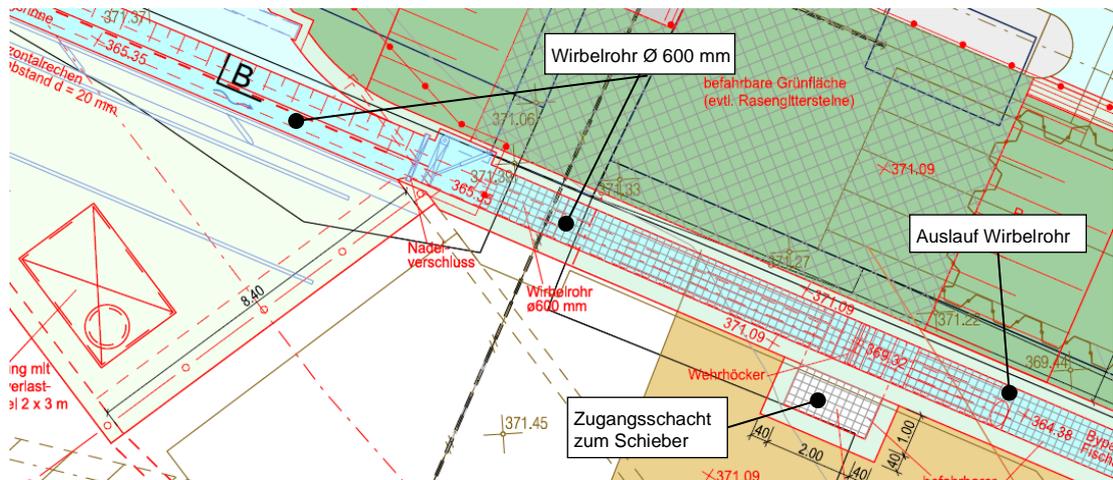


Abbildung 8: Situation Bypass mit Wirbelrohr (Auszug Plan P.33N.045, IUB 2019)

Das Wirbelrohr kann mit einem Schieber (Abbildung 9) reguliert werden. Der Zugang zum Schieber erfolgt über einen Schacht (Abbildung 8) neben dem Bypass. Das Betriebsregime ist in einer nächsten Projektphase zu definieren.

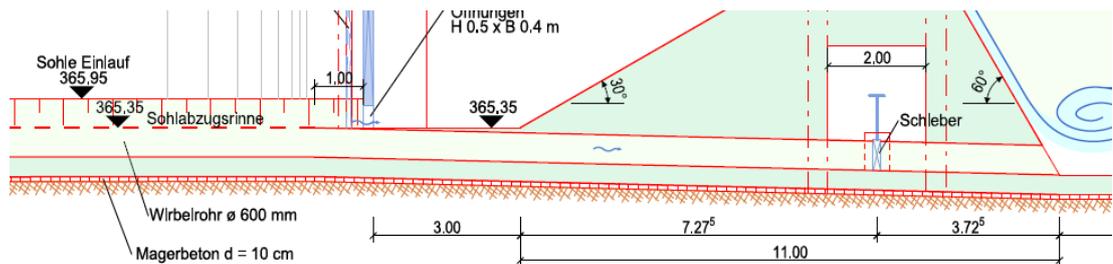


Abbildung 9: Schnitt durch den Bypass mit Wirbelrohr und Schieber (Auszug Plan P.33N.044, IUB 2019)

## 4.5 Anpassung Ein- und Ausstieg best. Raugerinne-Beckenpass

Der bestehende Raugerinne-Beckenpass ist nicht sanierungspflichtig, muss jedoch durch den Kraftwerksneubau lokal angepasst werden (Massnahme F2, IG KW Aarau 2013b). Im bewilligten Bauprojekt (IG KW Aarau 2013b) sind zwei Einstiege in den bestehenden Raugerinne-Beckenpass geplant (Kap. 3.1.2). Im Rahmen der Optimierung des Projekts wurde der Einstiegsbereich (Abbildung 10) überarbeitet. Es ist ein einzelner Einstieg vorgesehen mit einer Sohlenanbindung in Form einer Berme, die vom Auslaufbereich des Dotierkraftwerks bis in die Aare führt und dort sohlengleich anschliesst. Die Fließgeschwindigkeit über der Berme beträgt ca. 0.5 m/s, die Geschwindigkeit im Auslaufbereich beträgt bis zu 1.5 m/s. Sohlengebundene und auch schwimmschwache Fische gelangen über die Berme zum Einstieg, nach welchem drei Schlitzpassbecken (Vgl. Tabelle 1) folgen. Da der Raugerinne-Beckenpass mit 600 l/s vergleichsweise stark dotiert wird (IG KW Aarau 2013a), wurden die Schlitzpassbecken etwas grösser gewählt als gemäss interkantonalen Aareplanung AG-BE-SO (2014) gefordert. Die Schlitzpassbecken bilden den Übergang in den bestehenden Raugerinne-Beckenpass. Die Fließgeschwindigkeit im Einstieg und in den Schlitzbecken beträgt bei Restwasserabfluss in der Aare 1.72 m/s (Fallhöhe  $\Delta h = 15$  cm).

Tabelle 1: Bemessungswerte zur Dimensionierung Vertikal-Schlitzpass Einstieg

Parameter		Bemessungswert
Länge Becken (= min. 3 * Fischlänge)	$l_b$	3.3 m
Breite Becken (= Länge * $\frac{3}{4}$ )	$b$	2.5 m
Max. WSP-Differenz	$\Delta h$	0.15 m
Schlitzbreite Becken	$s$	0.35 m

Die FAH wird durch die Verlegung des Einstiegs länger. Die im Bereich der Verlängerung abgebaute Fallhöhe muss durch Rückbau von Riegeln kompensiert werden.

Während der Bauphase ist eine provisorische Mündung des Fischaufstiegs nach den Spundwänden ins Unterwasser vorgesehen, um auch in dieser Zeit einen gewissen Fischaufstieg zu gewährleisten und die Lebensgemeinschaft im Raugerinne-Beckenpass nicht zu beeinträchtigen. In gewissen Bauphasen (insb. Bau von Ausstieg vom Fischaufstieg) ist der Raugerinne-Beckenpass temporär stillzulegen oder mit einer Leitung aus dem Oberwasser zu dotieren.

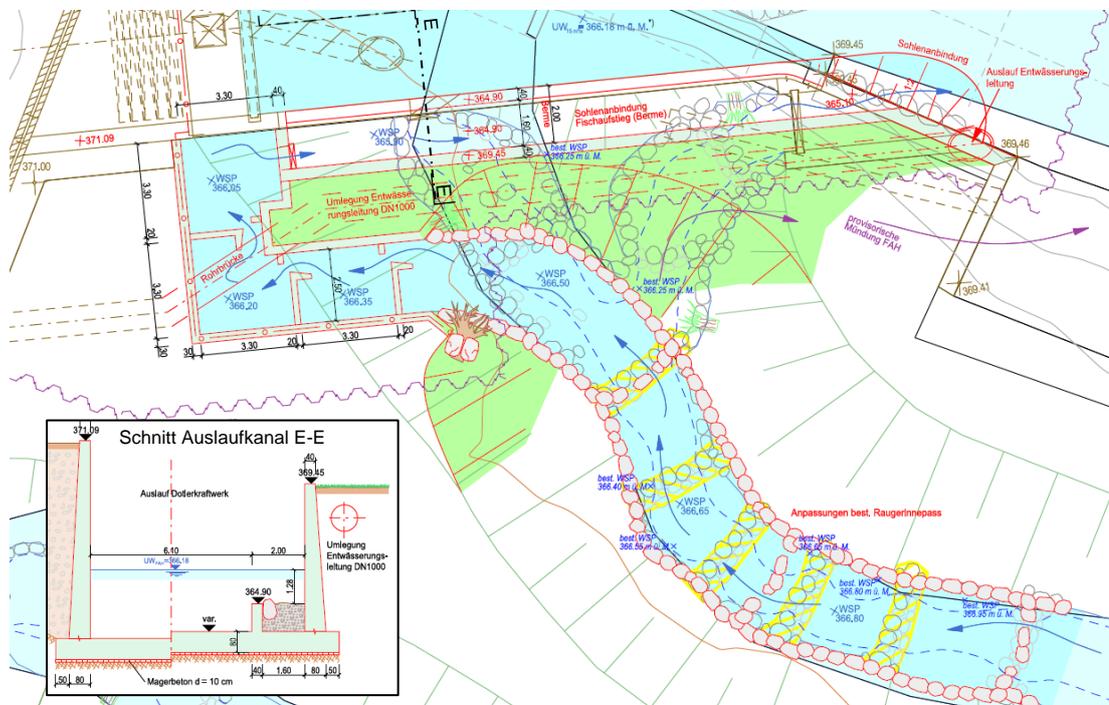


Abbildung 10: Optimierung Einstieg Raugerinne-Beckenpass inkl. Schnitt Auslaufkanal (Auszug Plan P.33N.044, IUB 2019)

Durch die Anpassungen des Einlaufbereichs des Dotierkraftwerks (Kapitel 4.3) muss der Ausstieg des Fischaufstiegs (Abbildung 11) verschoben werden. Der angepasste Ausstieg des Fischaufstiegs wird u.a. durch eine gewundene Linienführung und die Verwendung von Wurzelstöcken naturnah gestaltet.

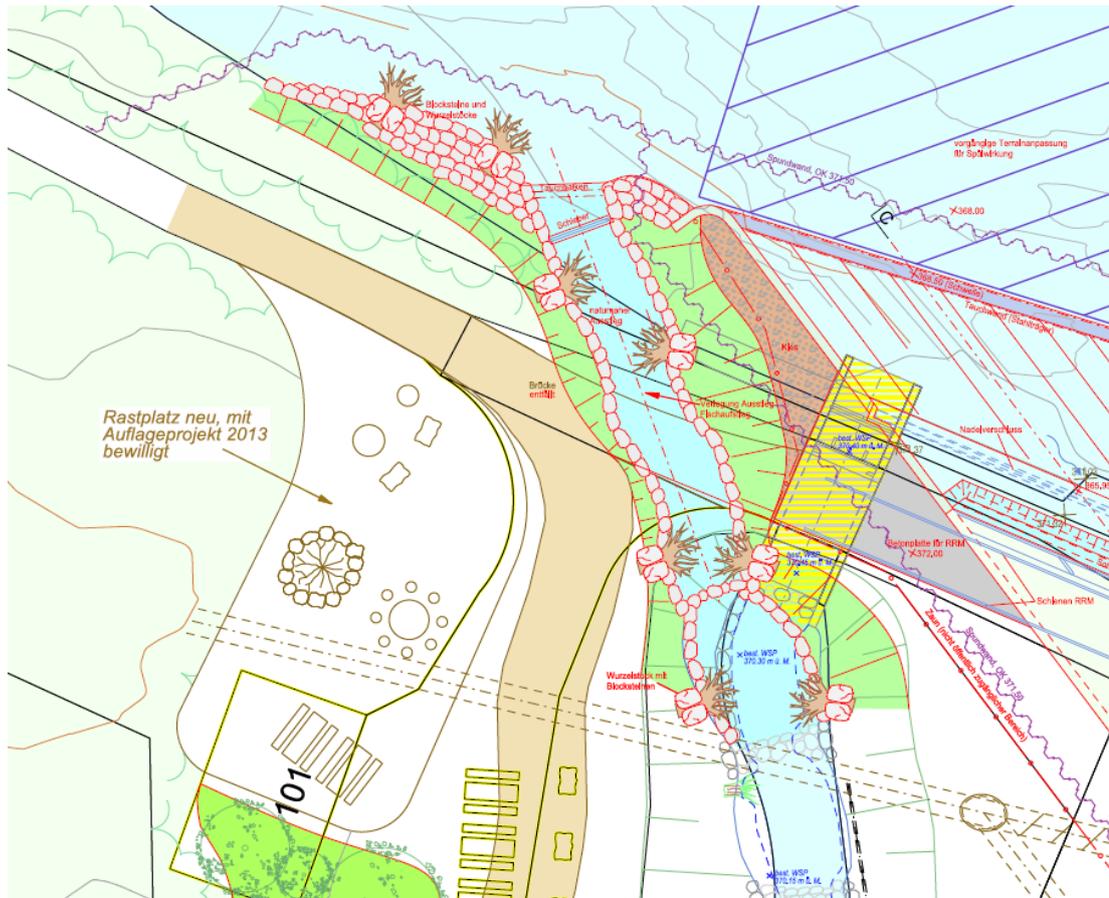


Abbildung 11: Anpassung Ausstieg Raugerinne-Beckenpass (Auszug Plan P.33N.044, IUB 2019)

## 4.6 Bauablauf und Bauhilfsmassnahmen

Der Bauablauf und die Bauhilfsmassnahmen sind im technischen Bericht Neues Flusskraftwerk (IG KW Aarau 2019, Kapitel 4.2.2) beschrieben.

## 4.7 Kostenschätzung Fischabstieg

Die Kostenschätzung für den Fischabstieg beruhen auf dem Variantenstudium (IUB 2018) sowie auf dem Kostenvoranschlag 2019 für das Dotierkraftwerk. Die Massnahmen für die Fischwanderungen profitieren hier von der Synergie mit der Kraftwerkserneuerung mit neuen Dotierkraftwerk und der Wehrsanierung. Die geschätzten Kosten für den Fischabstieg am Dotierkraftwerk können der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Kostenschätzung Fischabstieg (+/- 15%)

Positionen in [CHF]	Fischabstieg
Direkte Baukosten	2'355'000
Planung/Ing.leistungen (12 %)	283'000
Baunebenkosten (5%)	118'000
Rechenverluste (20mm-Rechen)	52'000
Wirkungskontrolle Abstieg	300'000
Wirkungskontrolle Aufstieg	50'000
<b>Zwischentotal</b>	<b>3'158'000</b>
MwSt. (7.7%)	243'000
<b>Total inkl. MwSt.</b>	<b>3'401'000</b>

## 5 Wirkungskontrolle

### 5.1 Fischabstieg

Für die Wirkungskontrolle der Fischabstiegshilfe ist eine Hamenreuse (Abbildung 12) vorgesehen. Diese wird im Unterwasser am Ende des Bypasskanals montiert (Abbildung 13) und für ein zu definierendes Zeitintervall direkt am Auslauf positioniert. Anschliessend wird die Hamenreuse aus dem Kanal entnommen, geleert und die Fische werden gezählt (Abbildung 12, rechts).



Abbildung 12: Wirkungskontrolle Dotierkraftwerk Rüchlig der Axpo Power AG (IUB 2017)

Für die Arbeiten und Zählungen ist eine Arbeitsplattform geplant. Die Arbeitsplattform hat eine Länge von 7 m, eine Breite von 1.5 m und liegt auf 366.68 m ü.M. Dies sind 0.43 m über dem Unterwasserspiegel. Die Plattform ist über die Grünfläche mit einer Leiter zugänglich.

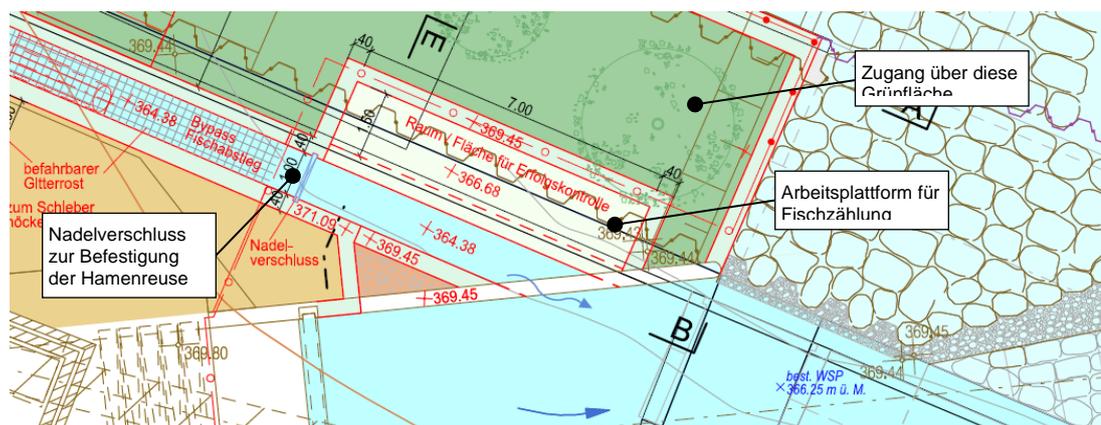


Abbildung 13: Wirkungskontrolle: Vorgesehene Arbeitsplattform (Auszug Plan P.33N.044, IUB 2019)

Das detaillierte Konzept für die Wirkungskontrolle wird in Anlehnung an bereits durchgeführte Fischabstiegsprojekte in der Schweiz erstellt. Dieses wird bei der definitiven Eingabe des Projektes separat eingereicht, voraussichtlich in einem separaten Bericht.

### 5.2 Fischaufstieg und Fischzählbecken

Für das bestehende Fischzählbecken im Raugerinne-Beckenpass wird zur Verhinderung des Umkehrens der aufgestiegenen Fische eine Reusenkehle vorgeschlagen. Die Studie von Wilmsmeier et al. (2018) hat gezeigt, dass durch die Anpassung der Reusenkehle mit einem Netz sich die Fangzahlen der aufsteigenden Fische um ein Vielfaches (Faktor 10 - 100) erhöht. Es wird empfohlen, die Grösse des Fischzählbeckens in der nächsten Projektphase zu prüfen und ggf. im Rahmen des Umbaus das Fischzählbecken zu vergrössern.

Die Anpassung des Fischzählbeckens beinhaltet auch dessen Wirkungskontrolle. Für die Wirkungskontrolle ist das bestehende angepasste Fischzählbecken (Reusenkehle) vorgesehen sowie Videobeobachtungen. Die Zählung und Videoaufnahmen sollen einige Wochen dauern und mit der bereits durchgeführten Wirkungskontrolle verglichen werden.

Ein detailliertes Konzept für die Wirkungskontrolle des Fischaufstiegs am Dotierkraftwerk wird bei der definitiven Eingabe des Projekts zusammen mit dem Bericht zur Wirkungskontrolle des Fischabstiegs (vgl. Kapitel 5.1) eingereicht.

Die Kosten (Tabelle 3) beinhalten die Anpassung der Reusenkehle und die Wirkungskontrolle für den Fischaufstieg.

Tabelle 3: Kostenschätzung Fischzählbecken (+/- 10%)

Positionen	in [CHF]
Direkte Baukosten	20'000
Planung/Ing.leistungen (12%)	2'000
Baunebenkosten (5%)	1'000
Wirkungskontrolle	40'000
<b>Zwischentotal</b>	<b>63'000</b>
MwSt. (7.7%)	5'000
<b>Total inkl. MwSt.</b>	<b>68'000</b>

## 6 Fischabstieg Sanierung Tosbecken

Gemäss Sanierungsverfügung des Kantons Solothurn (28. August 2017) ist das Tosbecken für die Fischgängigkeit zu erneuern, in dem die Wassertiefe vergrössert wird und die Störkörper entfernt werden. Diese Erneuerung wurde bereits im Projekt 2013 angepasst (vgl. IUB 2018).

Das gesamte Tosbecken (Abbildung 14) wird saniert, Störkörper im Tosbecken werden entfernt und die Sohle wird vertieft. Dadurch wird das Verletzungsrisiko für die Fische stark vermindert und ermöglicht bei Wehrüberfall einen fischfreundlichen Abstieg. Im heutigen Zustand fällt das Tosbecken bei tiefen Wasserständen trocken. Durch die Vertiefung des Tosbeckens wird im vorliegenden Projekt ein ständiger Wasseraustausch zwischen Tosbecken und Unterwasser gewährleistet und Wassertiere ohne Problem ins Unterwasser wandern können. (IUB 2018)

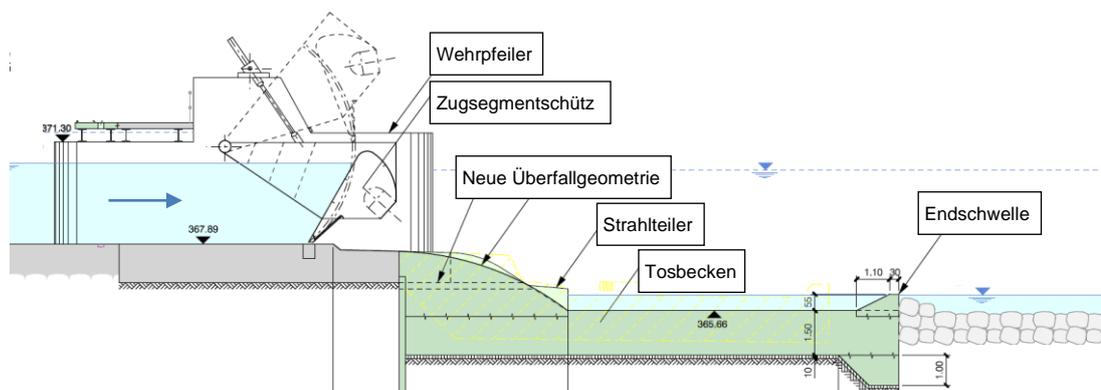


Abbildung 14: Wehr: Erneuerung des Tosbeckens und Entfernen von Störkörpern. Durchgehender Wasserkörper zwischen dem Tosbecken und UW (F3). (Auszug Plan P.33.042, IUB 2013)

Die Kosten der Sanierung und Kapazitätserhöhung der Wehranlage vom Bauprojekt (IG KW Aarau 2013a) wurden auf 3'491'000 CHF geschätzt. Für die Sanierung des Tosbeckens wurde ein Kostenteiler (Tabelle 4) für den Anteil der Fischwanderung ermittelt (IUB 2018).

Tabelle 4: Kostenteiler für die Fischwanderung der direkten Baukosten des Bauprojekts (+/- 10%)

Positionen	Anrechenbarer Anteil der Baukosten (2013)	in [CHF]
Regie	1/3	29'000
Baustelleneinrichtungen	1/3	147'000
Abbrüche und Demontagen	1/3	61'000
Wasserhaltung	1/3	48'000
Baugrubenabschlüsse und Aussteifungen	1/3	234'000
Verankerung	1/3	107'000
Wasserbau	1/2	132'000
Ortsbeton	1/2	664'000
<b>Direkte Baukosten (Anteil Tosbecken)</b>		<b>1'423'000</b>
Planung/Ingenieurleistungen (12%)		171'000
Baunebenkosten (5%)		71'000
<b>Zwischentotal</b>		<b>1'665'000</b>
MwSt. (7.7%)		128'000
<b>Total inkl. MwSt.</b>		<b>1'793'000</b>

Für die Kostenschätzung wurden die direkten Baukosten (Tabelle 4) (+/- 10%) geschätzt. Die Planung/Ingenieurleistungen betragen 12% und die Baunebenkosten 5% der Baukosten. Die Kosten für die "Fische" betragen bei der Erneuerung des Tosbeckens 1.8 Mio. CHF (inkl. MwSt.) (IUB 2018).

## 7 Kosten

Die Gesamtkosten (+/- 15%) für die Fischwanderung am Dotierkraftwerk und Wehr Schönenwerd / Erlinsbach setzen sich aus den folgenden Teilprojektkosten (Tabelle 5) zusammen (IUB 2018):

Tabelle 5: Kostenschätzung für die freie Fischwanderung Dotierkraftwerk und Wehr Schönenwerd (+/- 15%)

Massnahmen Fischwanderung	in CHF (inkl. MwSt.)
Fischabstieg: Horizontalleitrechen-Bypass-System	3'401'000
Sanierung Tosbecken (Anteil Fischgängigkeit)	1'793'000
Fischzählbecken	68'000
<b>Total inkl. MwSt.</b>	<b>5'262'000</b>

In der Kostenschätzung sind die Unterhaltskosten nicht eingerechnet, die beim Fischabstieg durch die Rechenreinigung und Betriebsausfällen entstehen. Sollte sich die Rechtslage ändern, dass die Aufwendungen nachträglich entschädigt werden, behält sich die Eniwa AG vor, diese Kosten nachträglich in Rechnung zu stellen.

## 8 Schlussbetrachtung

Es können die folgenden Punkte zusammengefasst werden:

- Die Anströmgeschwindigkeit des Horizontalleitrechens beträgt beim Nenn-durchfluss 0.5 m/s.
- Der Stababstand wurde nach detaillierten Untersuchungen im Variantenstudium auf 20 mm ausgelegt.
- Das Einlaufstor in den Bypass hat sowohl eine oberflächen- als auch sohlen-nahe Öffnung (0.5 x 0.4 m).
- Der Abfluss durch den Bypass beträgt 0.8 m<sup>3</sup>/s.
- Der Einstieg in den Raugerinne-Beckenpass wurde optimiert. Neu ist ein Einstieg anstelle von zwei Einstiegen geplant, die Sohlenanbindung wird über eine entlang des Auslaufkanals verlaufende Berme gewährleistet, auf der sich auch ein Korridor für schwimmschwache bildet. Für die Verbindung des Einstiegs mit dem bestehenden Raugerinne-Beckenpass sind drei Schlitzpassbecken mit einer Fallhöhe von 15 cm vorgesehen.
- Durch die Anpassungen des Einlaufbereichs ins Dotierkraftwerk muss der Ausstieg des Fischaufstiegs in Richtung Oberwasser verschoben werden.
- Die durch den nationalen Netzzuschlag rückerstatteten Kosten (+/- 15%) belaufen sich für die Fischwanderung am Dotierkraftwerk und Wehr auf 5.3 Mio. CHF (inkl. MwSt.).

Mit den vorliegenden Anpassungen des Projekts kann ein schonender Fischabstieg gegenüber dem Projekt von 2013 optimiert werden. Die Fischabstiegshilfe entspricht damit dem heutigen Stand der Technik.

Mit der Zusage für die Entschädigung durch das BAFU (nach EnG und EnV) wird mit dem Bau begonnen. Der Antrag für Entschädigung wird durch die Eniwa AG eingereicht, sobald die Verfügung der beschriebenen Projektanpassungen vorliegt.

### Ingenieurgesellschaft KW Aarau

IUB Engineering AG, Bern / IM Maggia Engineering AG, Locarno

## Literaturverzeichnis

- 
- BAFU (Hrsg.) (2019): Wiederherstellung der Fischwanderung. Massnahmen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug. (in Bearbeitung)
- 
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung.
- 
- Ebel, G. (2013 / 2018): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen - Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurbiologische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. Mitteilung aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Band 4, 483 S. Halle (Saale).
- 
- Gluch, A. (2010): Fischaufstiegsanlagen am Mulde-Stausee und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen. Dresdner Wasserbaukolloquium 2010. Technische Universität Dresden.
- 
- Gluch, A. (2007): Kombiniertes Fisch- und Treibgutableiter für Wasserkraftanlagen, Wasser und Abfall 7-8, 2007.
- 
- Hefti, D. (2012): Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken. Checkliste Best practice. Bundesamt für Umwelt Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1210.
- 
- IG KW Aarau (2013a): Erneuerung Kraftwerk Aarau - Konzessions- und Bauprojekt (Technischer Bericht). Ingenieurgemeinschaft KW Aarau. Gesuch vom 23. Oktober 2013.
- 
- IG KW Aarau (2013b): Beilage zum Technischen Bericht. 3.8 Massnahmen zur Aufwertung der Fischgängigkeit. Ingenieurgemeinschaft KW Aarau. Gesuch vom 23. Oktober 2013
- 
- Interkantonale Aareplanung AG-BE-SO (2014): Fischwanderhilfen bei Aarekraftwerken. Einheitliche Grundsätze der Kantone AG-BE-SO. Strategische Planung Sanierung Fischgängigkeit. Version 1.1 / 15.08.2014.
- 
- IUB (2018): Dotierkraftwerk und Wehr Schönenwerd / Erlinsbach - Wiederherstellung der Fischgängigkeit (Technischer Bericht zum Variantenstudium). Ingenieurgemeinschaft KW Aarau. 31. Mai 2018.
- 
- Kriewitz, C. R. (2015): Leitrechen an Fischabstiegsanlagen - Hydraulik und fischbiologisch Effizienz, VAW-Mitteilung 230. VAW ETH Zürich.
- 
- SigmaPlan (2019): Optimierung KW Aarau, Bau- und Auflageprojekt 2019, Neues Flusskraftwerk Aarau, Umweltverträglichkeitsbericht (UVB). Stand 12. Juli 2019.
- 
- Wilmsmeier, L., Schölzel, N. und Peter, A. (2018): Fischwanderung: Kontrollinstrument Zählbecken. Die unterschätzte Bedeutung der Reusenkehle. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU: 48 S.
- 
- Zaugg, C. und Mendez, R. (2018): Axpo Kleinwasserkraft AG, Kleinwasserkraftwerk Stropfel, Wirkungskontrolle Fischabstieg am Horizontalrechen mit Bypass. 4. September 2018.
-

## Anhang A - Hydraulische Berechnungen Bypass

<b>Eingabe Parameter</b>			
Pegel Oberwasser = Stauziel	WSP <sub>Ziel</sub>	[m ü.M.]	370.60
Pegel UW nach Einlaufftüre	WSP <sub>UW<sub>Tor</sub></sub>	[m ü.M.]	369.86
			0.74
Pegel UW Auslauf DKW	WSP <sub>UW</sub>	[m ü.M.]	366.18
Öffnung Einlaufftor b	b	[m]	0.40
Öffnung Einlaufftor h	h <sub>s</sub>	[m]	0.50
Abflusshöhe bei der Überfallkante	hö	[m]	0.40
Breite Einlaufkanal	B	[m]	1.00
<b>Resultate</b>			
OK Überfall oben Einlaufftor	OK <sub>Einlaufoben</sub>	[m ü.M.]	370.06
Art Überfall Einlaufftor oben			vollkommener Überfall
Abfluss Einlauf oben	Q <sub>o</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0.30
Fliessgeschwindigkeit oben	v <sub>o</sub>	[m/s]	1.50
Abfluss Einlauf unten	Q <sub>u</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0.50
Fliessgeschwindigkeit unten	v <sub>u</sub>	[m/s]	2.50
Abfluss Einlaufftor Q <sub>o</sub> + Q <sub>u</sub> = Q <sub>E</sub>	Q <sub>E</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0.80
<b>Wehrhöcker</b>			
Abflusshöhe OW	h	[m]	0.54
Fliessgeschwindigkeit auf dem Wehrhöcker	v <sub>w</sub>	[m/s]	1.48
Fallhöhe ins Unterwasser	H	[m]	3.68
Abflusstiefe im Unterwasser	h <sub>u</sub>	[m]	1.80

Öffnung oben Einlaufftüre Fischabstieg			
Höhe bei Öffnung	$h_0 = 0.74 \cdot h$		0.40
Abflusshöhe OW	$h$		0.54
Stauziel	$WSP_{Ziel}$	[m ü.M.]	370.60
Oberkante der Öffnung oben	$OK_{Einlaufoben}$	[m ü.M.]	370.06
Ausflussbeiwert	$\mu_A$	[-]	0.64
Breite Öffnung	$b$	[m]	0.40
Schützöffnung	$h_s$	[m]	0.50
Pegel UW	$WSP_{UWTor}$	[m ü.M.]	369.86
<i>vollkommener Überfall</i>		<i>falls UW &lt; 370.06 m ü.M.</i>	
Pegel UW	$WSP_{UWTor}$	[m ü.M.]	369.86
Fliessgeschwindigkeit in der Öffnung	$v_{oben}$	[m/s]	1.50
$Q_{Wehrüberfall} = 2/3 \mu b (2 \cdot 9.81 h^3)^{1/2}$	$Q_0$	[m <sup>3</sup> /s]	0.30
<i>unvollkommener Überfall</i>		<i>falls UW &gt; 370.06 m ü.M.</i>	
Pegel UW	$WSP_{UWTor}$	[m ü.M.]	
Abflusshöhe UW (nach Einlaufftor)	$h_u$	[m]	-0.20
Abflusshöhe OW	$h$	[m]	0.54
Verhältnis OW zu UW	$h_u/h_o$	[-]	-0.37
Abminderungskoeffizient	$\sigma_{uv}$	[-]	1.40
$Q_{uv}$	$Q_w \cdot \sigma_{uv}$	[m <sup>3</sup> /s]	0.42
Fliessgeschwindigkeit in der Öffnung	$v_{oben}$	[m/s]	2.11

Öffnung unten Einlaufftüre Fischabstieg		nur grüne Felder ändern!	
versch. Unterwasserspiegel	WSP <sub>UW</sub>	[m ü.M.]	369.86
<b>Charakteristik Öffnung / Schütz</b>			
Verschlussorgan			Tafelschütz
Anzahl Öffnungen	n	[-]	1
Breite Öffnung	B	[m]	0.40
Sohlenkote Schützenöffnung	z <sub>s</sub>	[m ü. M.]	365.35
Stauziel	WSP <sub>Ziel</sub>	[m ü.M.]	370.60
Einstauhöhe bei Stauziel	h <sub>Ziel</sub>	[m]	5.25
krit. Höhe Überströmen	WSP <sub>Überstr.</sub>	[m ü.M.]	
maximale Schützöffnung	a	[m]	0.50
Schützenfläche	A	[m <sup>2</sup> ]	0.20
Abflusstiefe vor Schütz (bzgl. Kontraktion)	h <sub>0</sub> '	[m]	5.25
Verhältnis Schützöffnung zu Abflusstiefe	a/h <sub>0</sub> '	[-]	0.10
Anstellwinkel Schütz	α	[°]	90
<b>Eingestauter Abfluss</b>			
Berücksichtigung Einstau UW notwendig?			JA
krit Abflusstiefe UW	h <sub>2,krit</sub>	[m]	2.32
Pegel UW	WSP <sub>UW</sub>	[m ü.M.]	369.86
Abflusstiefe UW	h <sub>2</sub>	[m]	4.51
Verhältnis Schützöffnung zu Einstauhöhe	a/h <sub>0</sub>	[-]	0.10
Beiwert Einstau	χ	[-]	0.41
Abflusskapazität eingestaut	Q <sub>eingestaut</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0.50
<b>Abflussberechnung bei konstantem Pegel in Abhängigkeit der Schützenöffnung</b>			
Schützöffnung (bzw. h <sub>s</sub> )	a	[m]	0.50
Verhältnis Schützöffnung zu Einstauhöhe	a/h <sub>Ziel</sub>	[-]	0.10
Verhältnis Schützöffnung zu Abflusstiefe	a/h <sub>0</sub> '	[-]	0.10
Kontraktionsbeiwert	ψ	[-]	0.61
Ausflussbeiwert	μ <sub>A</sub>	[-]	0.60
Schützenfläche	A	[m <sup>2</sup> ]	0.20
krit Abflusstiefe UW	h <sub>2,krit</sub>	[m]	2.32
Abfluss frei oder eingestaut?			eingestaut
Beiwert Einstau	χ	[-]	0.41
<b>Geschwindigkeit in der Öffnung</b>	V <sub>unten</sub>	[m/s]	2.50
<b>Entlastungskapazität bei Stauziel</b>	Q <sub>unten</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0.50

Abflussberechnung bei Vollöffnung Schütz in Funktion des Pegels			
Pegel OW	$WSP_{OW}$	[m ü.M.]	370.60
Einstauhöhe	$h_0$	[m]	5.25
Verhältnis Schützöffnung zu Einstauhöhe	$a/h_0$	[-]	0.10
Kontraktionsbeiwert	$\psi$	[-]	0.61
Ausflussbeiwert	$\mu_A$	[-]	0.60
krit Abflusstiefe UW	$h_{2,krit}$	[m]	2.32
Abfluss frei oder eingestaut?			eingestaut
Beiwert Einstau	X	[-]	0.21
Entlastungskapazität bei Vollöffnung	Q	[m <sup>3</sup> /s]	0.25

Wehrüberfall - Wehrhöcker			
Höhe bei Öffnung	$h_0 = 0.74 \cdot h$	[m]	0.40
Abflusshöhe OW	h	[m]	0.54
Breite Bypasskanal	B	[m]	1.00
Pegel UW nach Einlauftüre	$WSP_{UWTor}$	[m ü.M.]	369.86
OK Wehrhöcker	OKWehrhöcker	[m ü.M.]	369.32
Abfluss über den Wehrhöcker	$Q_E$	[m <sup>3</sup> /s]	0.80
Fliessgeschwindigkeit auf dem Wehrhöcker	$v_w$	[m/s]	1.48
Fallhöhe ins Unterwasser	H	[m]	3.68
Notwendige Abflusstiefe im UW	$h_{u,soll}$	[m]	0.92
Abflusstiefe im Unterwasser	$h_u$	[m]	1.8