

Optimierung Kraftwerk Aarau

Bau- und Auflageprojekt

Neues Flusskraftwerk Aarau

Beilage 3.15 zum Technischen Bericht

Konzept Wirkungskontrolle

Gesuch vom 06. April 2021

Bericht

Eniwa Kraftwerk AG

Kraftwerk Aarau

Sanierung Fischaufstieg am Hauptkraftwerk
Konzept zur Wirkungskontrolle



Sergio Di Michelangeli HTW-G

17. März 2021

Ref.-Nr. H 17548

Version für öffentliche Auflage vom 6. April 2021
Vorliegendes Konzept zur Wirkungskontrolle ist noch mit den Behörden abzustimmen

Änderungsindex

Revision	Beschreibung	Erstellt	Datum
0	Erstausgabe Entwurf Bericht	S. Di Michelangeli	27.11.2020
1	Gesuch vom 6. April 2021	S. Di Michelangeli	17.3.2021

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1. Einleitung	3
2. Veranlassung und Auftrag	4
3. Technischer Beschrieb der Fischaufstiegshilfe am KW Aarau	5
3.1 FAH am HKW	5
3.2 Fischaufstiegshilfen DKW	6
4. Generelle Ziele der Wirkungskontrolle	7
5. Technische Wirkungskontrolle	8
5.1 Kontrolle während der Realisierung und Inbetriebnahme	8
5.2 Technische Wirkungskontrolle	8
6. Biologische Wirkungskontrolle	9
6.1 Einleitung / Grundlagen	9
6.2 Vorgesehene Methoden	10
6.3 Fragestellungen zur biologischen Wirkungskontrolle	17
6.4 Konzept und verwendete Methoden zur Beantwortung der Fragestellungen	17
6.5 Beurteilung der Ergebnisse	18
7. Terminplanung	19
8. Weiteres Vorgehen	20
Literatur	21
Abbildungsverzeichnis	22
Tabellenverzeichnis	22

Zusammenfassung

Das Kraftwerk Aarau ist nach den Bestimmungen des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) und des Bundesgesetzes über die Fischerei (BGF) hinsichtlich Fischwanderung (Art. 9 und 10 BGF) zu sanieren. 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) durch den nationalen Netzzuschlagsfonds vollständig rückerstattet.

Der Regierungsratsbeschluss (RRB) des Kantons Aargau Nr. 2017-000863 vom 23. August 2017 verpflichtet die Eniwa gestützt auf Art. 10 BGF die geeigneten und verhältnismässigen Massnahmen zum Fischaufstieg beim Maschinenhaus in einem Variantenstudium zu vergleichen und eine Bestvariante aufzuzeigen. Mit der technischen Variantenstudie zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit (IUB Engineering AG, 2018, Eingabe Kanton Aargau April 2018) hat die Eniwa aufgrund des Vergleichs der gewässerökologischen/ethohydraulischen Bewertung mit den Kosten die Bestvariante V5 für die Fischaufstiegshilfe (FAH) beim Hauptkraftwerk (HKW) KW Aarau empfohlen. Die Sanierung des Fischaufstiegs beim HKW erfolgt gemäss den aktuellsten Empfehlungen und dem aktuellen Stand der Technik durch den Neubau einer FAH, welche in Form eines Vertikal-Schlitzpasses mit zwei Schlitzpassästen und insgesamt drei Einstiegsmöglichkeiten sichergestellt wird. Das detaillierte Projekt ist im Bau- und Auflageprojekt Beilage 3.13 vom 06. April 2021 (öffentliche Auflage) beschrieben.

Im vorliegenden Bericht wird das Konzept zur Wirkungskontrolle der neuen FAH am HKW beschrieben. Die Wirkungskontrolle setzt sich aus einem technischen und einem biologischen Teil zusammen. Bei der technischen Kontrolle werden die technischen Parameter und die hydraulischen Bedingungen bei der FAH überprüft. Der biologische Teil der Wirkungskontrolle sieht einerseits konventionelle Fischzählungen in der Fischzählkammer vor, andererseits aber auch ein Monitoring mit PIT-Tags und Untersuchungen mittels Videokamera. Aufgrund der Erkenntnisse von Wirkungskontrollen bei anderen Kraftwerken, wie z.B. beim Kraftwerk Rüchlig, soll die Datenerhebung aus der klassischen Fischzählung in der Zählkammer der neu erbauten FAH im HKW KW Aarau mittels PIT-Tag Untersuchungen und Videokamera hinsichtlich Auffindbarkeit und Passierbarkeit plausibilisiert werden. Infolgedessen können Fehlinterpretationen der Fischzählung vermieden und die Wirksamkeit der einzelnen Bestandteile der FAH geprüft werden.

Die Wirkungskontrolle für das HKW beinhaltet auch eine Kontrolle an der Fischaufstiegshilfe des DKW. Grund dafür ist, dass alle Wanderwege zeitgleich untersucht werden müssen, um an einem einzelnen Bauwerk, hier das HKW, die Resultate der Wirkungskontrolle richtig einordnen und interpretieren zu können. Andernfalls besteht ein grosses Risiko einer Fehlinterpretation der Resultate.

Die Wirkungskontrolle soll in den ersten zwei Jahren nach Inbetriebnahme der Fischaufstiegshilfe am HKW durchgeführt werden.

1. Einleitung

Das im Herbst 2013 aufgelegte Erneuerungsprojekt des Wasserkraftwerks (KW) Aarau der IBAarau Kraftwerk AG (seit Januar 2018 «Eniwa Kraftwerk AG»; nachfolgend Eniwa) ist seit 2016 rechtsgültig bewilligt, wobei die Bewilligung des Kantons Solothurn auf den 20. Oktober 2014 und diese des Kantons Aargau auf den 18. Februar 2015 datiert ist. Seit der Auflage hatten sich der Strommarkt und die Währungssituation (Wechselkurs Euro - Schweizer Franken) stark verändert. Eniwa hat deshalb im Juni 2017 eine Überprüfung und allfällige Optimierung des Anlagenkonzepts angestossen. Im November 2017 wurde die IG KW Aarau beauftragt, die Lösung «neues Flusskraftwerk» auf Niveau Bau- und Auflageprojekt auszuarbeiten. Das heisst, dass ein kompletter Neubau des Hauptkraftwerks (HKW) geplant wird. Beim Wehr hingegen wurden in der Zwischenzeit die Fischwanderanlagen gemäss dem Stand der Technik optimiert.

Das KW Aarau ist ein Ausleitkraftwerk nahe der Stadt Aarau, das Konzessionsgebiet liegt in den Kantonen Aargau und Solothurn. Es besteht aus zwei örtlich versetzten Anlageteilen. Das HKW liegt am Ende des Oberwasserkanals 2.2 km flussabwärts des Dotierkraftwerkes (DKW) / Stauwehres und turbiniert den Hauptteil des Aareabflusses. Über das DKW wird im Normalbetrieb die Restwasserstrecke dotiert. Abb. 1.1 und gibt eine Übersicht über die Anlageteile des KW Aarau.

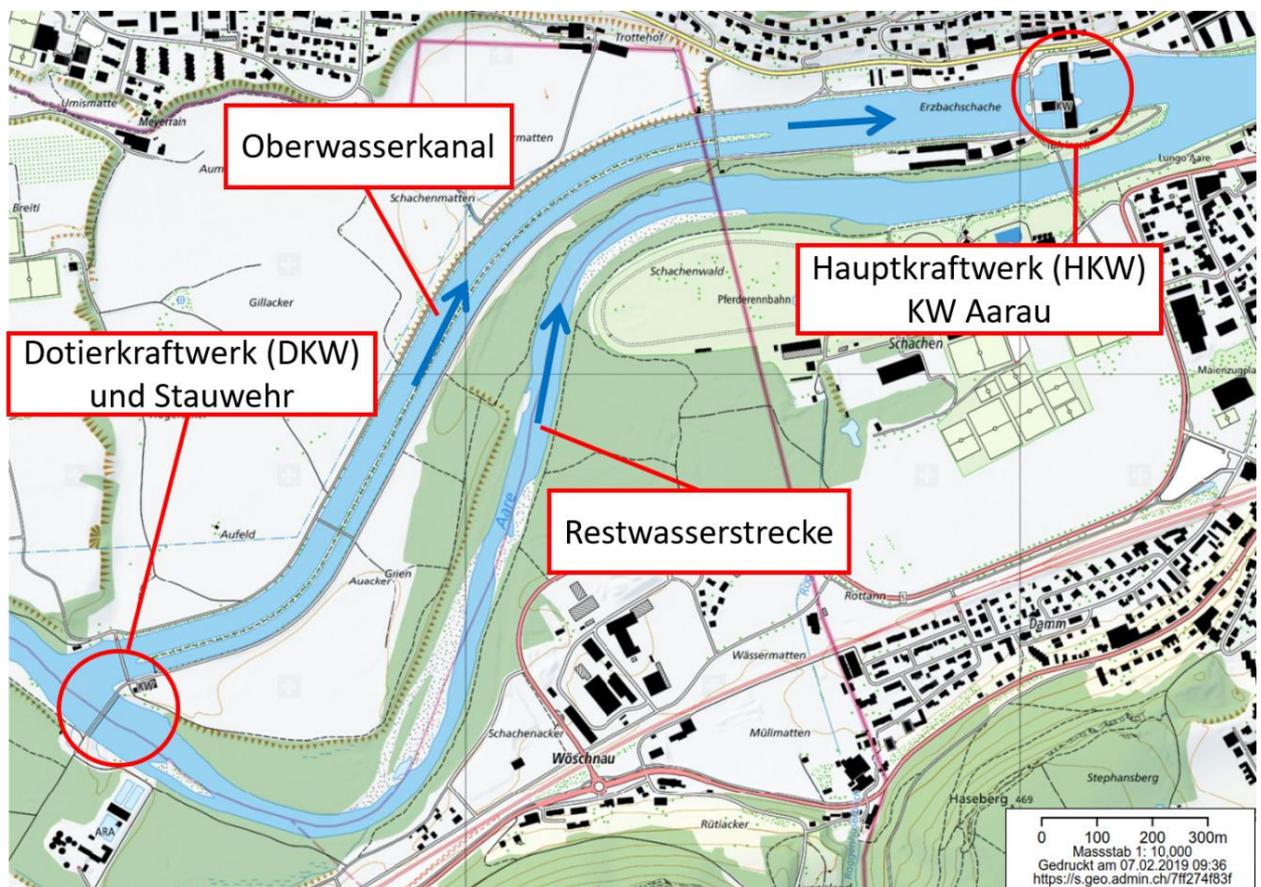


Abb. 1.1 Übersicht über das Kraftwerk Aarau, bestehend aus DKW mit Stauwehr und HKW [map.geo.admin.ch, Zugriff 07.02.2019].

In Abb. 1.2 wird das zukünftige HKW übersichtlich abgebildet. Für das HKW sind drei horizontalachsige Kaplan-Rohrturbinen vom Typ Getriebeschachtarturbinen (Pit) mit je einer Ausbauwassermenge von $140 \text{ m}^3/\text{s}$ (totale Ausbauwassermenge $420 \text{ m}^3/\text{s}$) vorgesehen (blaue Fläche). Die neu geplante Fischaufstiegshilfe (FAH) beim HKW wird in Form eines Vertikal-Schlitzpasses mit zwei Schlitzpassästen und insgesamt drei Einstiegsmöglichkeiten sichergestellt (gelbe Fläche). Zur Sicherstellung der Hochwassersicherheit ist beim HKW ebenfalls eine Hochwasserentlastung, bestehend aus zwei Wehrfeldern, vorgesehen (rote Fläche). Das detaillierte Projekt ist im Bau- und Auflageprojekt Beilage 3.13 beschrieben [1] [2].

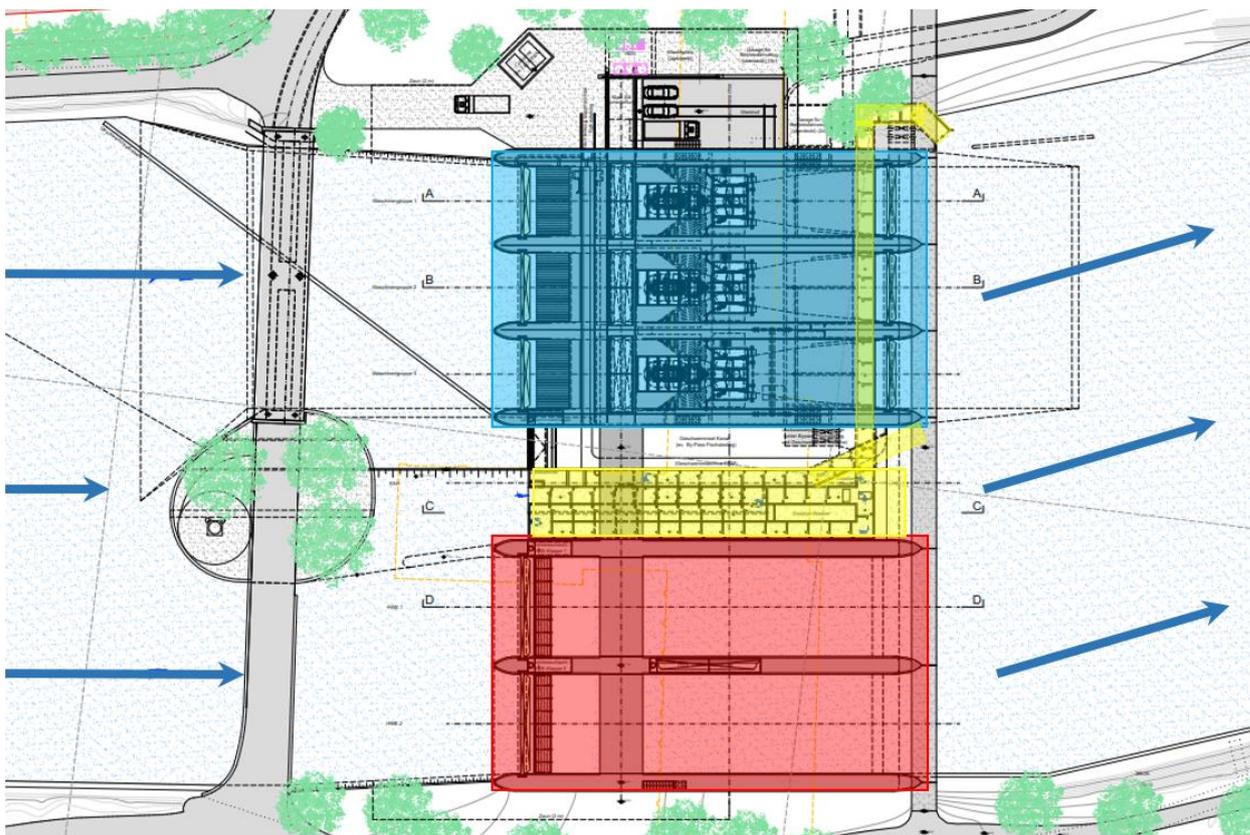


Abb. 1.2 Übersicht der Anlagenteile HKW [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]

2. Veranlassung und Auftrag

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. 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) durch den nationalen Netzzuschlagsfonds vollständig rückerstattet. Weil das HKW im Kanton Aargau und das DKW im Kanton Solothurn liegen, wurden zwei Sanierungsverfügungen erlassen:

- Regierungsratsbeschluss (RRB) des Kantons Aargau Nr. 2017-000863 vom 23. August 2017
- Sanierungsverfügung des Kantons Solothurn vom 28. August 2017

Der RRB des Kantons Aargau verpflichtet die Eniwa gestützt auf Art. 10 BGF die geeigneten und verhältnismässigen Massnahmen zum Fischaufstieg beim Maschinenhaus (somit HKW) in einem Variantenstudium zu vergleichen und eine Bestvariante aufzuzeigen. Teil der Variantenstudie ist auch das Grobkonzept der Wirkungskontrolle. Die Fischaufstiegshilfen sind zudem unter Berücksichtigung der späteren Sanierung des Fischabstiegs zu planen (Ziffer 3.2).

Auf die Sanierungsverfügung des Kantons Solothurn wird nicht weiter eingegangen, da diese den Fischabstieg am DKW und die Anpassung des Zählbeckens im bestehenden Raugerinne-Beckenpass betrifft. Das Konzept zur Wirkungskontrolle dieser Bauwerke sind in einem separaten Bericht zusammengefasst.

Mit der technischen Variantenstudie zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit (IUB Engineering AG, 2018, Eingabe Kanton Aargau April 2018) hat die Eniwa aufgrund des Vergleichs der gewässerökologischen/ethohydraulischen Bewertung mit den Kosten die Bestvariante V5 für die FAH beim HKW KW

Aarau empfohlen. Ein Grobkonzept der Wirkungskontrolle ist in genannten Dokument enthalten. Detailliertere Angabe zur Bestvariante V5 folgen in Kapitel 3 resp. sind im Bau- und Auflageprojekt Beilage 3.13 detailliert beschrieben [1] [2].

An der behördlichen Koordinationssitzung zur Fischdurchgängigkeit beim KW Aarau vom 11. Dezember 2019 hat man sich darauf geeinigt, dass eine Wirkungskontrolle des Fischaufstiegs am HKW KW Aarau nur sinnvoll und zielführend ist, wenn gleichzeitig auch eine reduzierte Kontrolle an den Fischwanderhilfen beim DKW durchgeführt wird. Grund dafür ist, dass alle Wanderwege am Kraftwerk Aarau zeitgleich untersucht werden müssen, um an einem einzelnen Bauwerk, hier das HKW, die Resultate der Wirkungskontrolle richtig einordnen und interpretieren zu können. Andernfalls besteht ein grosses Risiko einer Fehlinterpretation der Resultate.

Im vorliegenden Bericht wird das detaillierte Konzept der Wirkungskontrolle zum Fischaufstieg beim KW Aarau erläutert, sowie der Zeitplan für die Wirkungskontrolle wiedergegeben.

3. Technischer Beschrieb der Fischaufstiegshilfe am KW Aarau

3.1 FAH am HKW

Für die Projektierung wurden die einheitlichen Grundsätze der interkantonalen Aareplanung „Fischwanderung bei Aarekraftwerken“ [3] und der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) [4] [5] zur Anwendung gebracht. Die FAH wurden nach dem neusten Stand der Kenntnisse zum Zeitpunkt der Projektierung dimensioniert, damit die Wirksamkeit möglichst für alle in der Aare vorkommenden Fischarten sichergestellt werden kann.

Mit der Sanierung des Fischaufstiegs beim HKW wird die Aufwärtswanderung für die Fische mit einer neu geplanten FAH in Form eines Vertikal-Schlitzpasses sichergestellt. Die FAH wird nach aktuellstem Stand der Technik realisiert. Die Einstiege sind an den Pfeilern links- und rechtsseitig vom ausströmenden Wasser der drei Turbinen vorgesehen Abb. 2.3. Der Schlitzpassast am linken Ufer – der Primäreinstieg – verfügt über 2 Einstiegsmöglichkeiten. Der Schlitzpassast am Mittelpfeiler verfügt über eine Einstiegsmöglichkeit. Die von den Einstiegen ausgehenden Schlitzpassäste münden in ein Verteilbecken. Der Abschnitt oberstrom dieses Verteilbeckens führt zum Zählbecken oder endet als FAH-Ausstieg im Oberwasser.

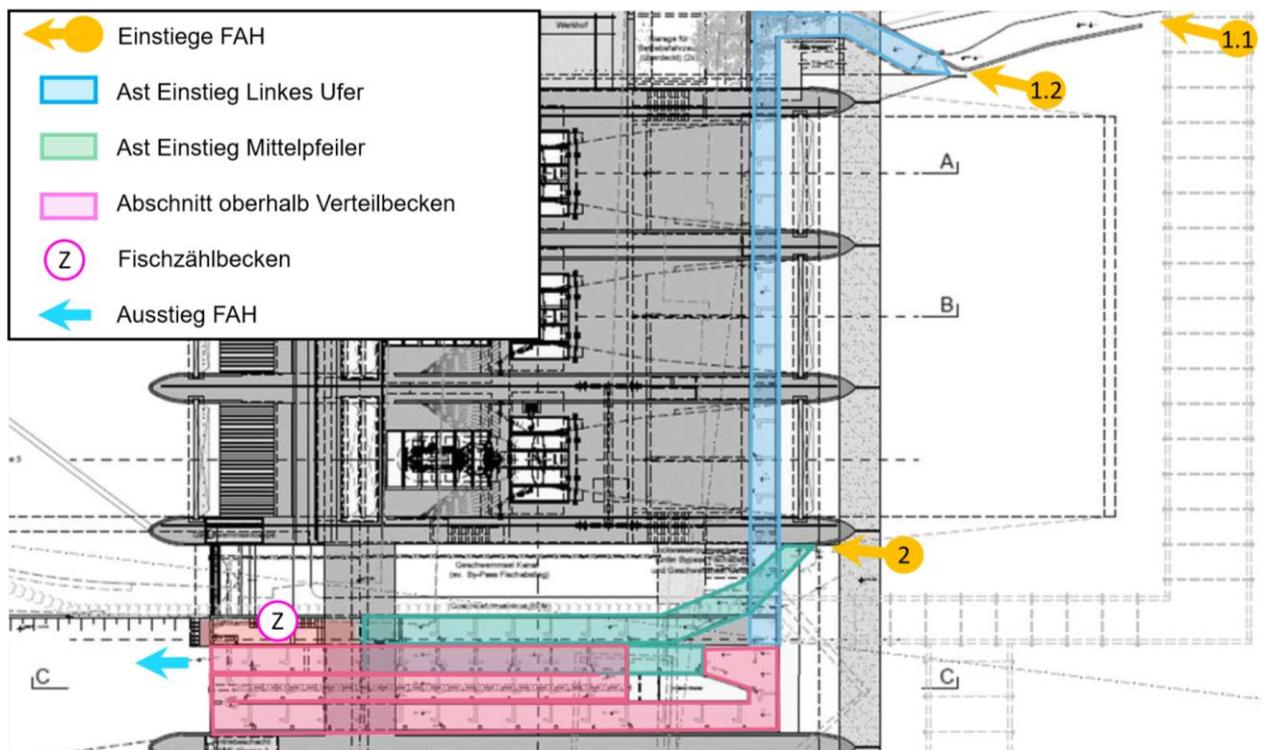


Abb. 2.3 Übersicht neue FAH beim HKW KW Aarau [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau].

Der Einstieg 1.2 liegt unmittelbar am Fusse des Wanderhindernisses und dient vor allem schwimmstarken Fischen, die entlang des linken Ufers wandern (vgl. Abb. 2.3). Für schwimmschwache Fische soll mit einer Leitwand, die einen strömungsberuhigten turbulenzarmen Korridor entlang des linken Ufers erzeugt, eine zusätzliche Aufstiegsmöglichkeit mittels Einstieg 1.1 geschaffen werden. Der strömungsberuhigte Korridor führt die Fische direkt zum Einstiegsbereich 1.2 und in den linksufrigen Schlitzpassast, ohne dass sie hochturbulente Bereiche oder Zonen mit hohen Fließgeschwindigkeiten ausserhalb der Leitwand passieren zu müssen.

Die Betriebswassermenge eines einzelnen FAH-Strangs beträgt jeweils 500 l/s. Der Einstieg 1 ist aufgrund der Uferanbindung der wichtigere Einstieg (Prio. 1) und wird daher stärker als Einstieg 2 dotiert. Insgesamt sollen beim Einstieg 1 3 m³/s Lockwasser in den Einstiegsbereich dotiert werden. Dieses Lockwasser wird mit sogenannten Lockstropmpumpen nach dem System Hassinger gewährleistet, um Wasserverluste zu reduzieren und trotzdem genügend Lockwasser zur Verfügung zu stellen. Mit den fünf Lockstropmpumpen kann im Vorbecken von Einstieg 1 eine Zusatzdotation von bis zu ca. 2.5 m³/s erfolgen. Die genaue Aufteilung des Lockwassers auf die Einstiegsmöglichkeiten 1.1 und 1.2 wird im Rahmen der Inbetriebnahme der FAH mit den Behörden abgestimmt und kann nach Durchführung der technischen Funktionskontrolle noch mit den Schiebern justiert werden. Im standardmässigen Betrieb und in Abhängigkeit des Abflusses sind bei Einstieg 1 maximal vier Lockstropmpumpen in Betrieb. Die fünfte Lockstropmpumpe dient als Reserve, falls die Wirkungskontrolle zeigen sollte, dass das Lockwasser für eine Verbesserung der Auffindbarkeit bei erhöhten Aareabflüssen erhöht werden muss.

Beim Einstieg 2 werden zusätzlich zur Betriebswassermenge des Vertikalschlitzpasses von 0.5 m³/s mit drei Lockstropmpumpen in Abhängigkeit des Abflusses max. 2 m³/s Lockwasser erzeugt. Die dritte Pumpe dient als Reserve, falls mit der Normaleinstellung nicht die erwünschte Lockströmung erzeugt werden kann.

3.2 Fischeaufstiegshilfen DKW

Beim DKW wird der Fischeaufstieg nach der Sanierung (Anpassung Zählbecken) wie bisher über den Raugerinne-Beckenpass gewährleistet (vgl. Abb. 2.4). Zusätzlich wird allenfalls auch das neue, rund 1 km lange Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen, welches durch den Schachenwald im Grien führt,

als Fischeaufstiegsmöglichkeit dienen. Dieses Umgehungsgerinne wird allerdings nur bedingt fischgängig gestaltet, respektive es handelt sich um eine Aufwertungsmaßnahme, nicht um eine Fischeaufstiegshilfe. Trotzdem ist nicht ausgeschlossen, dass zukünftig über dieses Korridor Fische aufwandern werden, weshalb es im Gesamtkonzept für die Wirkungskontrolle des Fischeaufstiegs am HKW berücksichtigt werden muss.

Die beiden Einstiege (Raugerinne-Beckenpass und das Umgehungsgerinne Schönenwerd) werden nahe beieinander in der Restwasserstrecke zu liegen kommen. Dadurch kann der Abfluss der beiden FAH «vereint» werden und für eine bessere Lockströmung und Auffindbarkeit für die Fische sorgen.

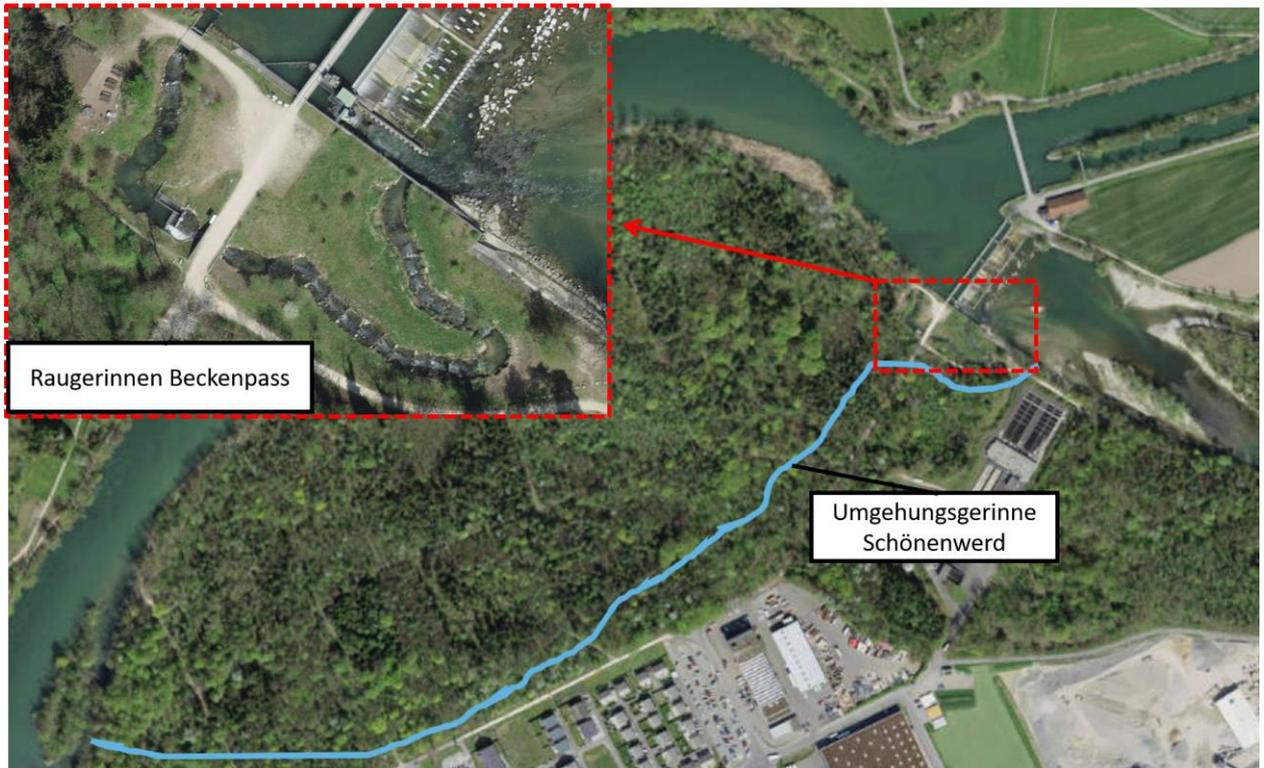


Abb. 2.4 Übersicht neue FAH beim DKW KW Aarau [map.geo.admin.ch, Zugriff 29.09.2020]

4. Generelle Ziele der Wirkungskontrolle

Der RRB des Kantons Aargau vom 23. August 2017 (Nr. 2017-000863) beinhaltet in den Erwägungen auch die Definition eines Detailkonzeptes der Wirkungskontrolle, welches mit dem Bauprojekt eingereicht werden muss (vorliegendes Konzept).

Die Wirkungskontrolle an einer FAH dient als Kontrollinstrument, um die Fischwanderung flussaufwärts zu quantifizieren und deren Funktionalität zu beurteilen. Damit eine FAH als funktionstüchtig bezeichnet werden kann, muss diese von wanderwilligen Fischen aufgefunden werden, überwindbar sein und nicht selektiv bezüglich Arten oder Längenklassen wirken. Mit einer Wirkungskontrolle wird geprüft, ob

- die technischen Parameter der FAH gemäss Stand des Wissens eingehalten werden;
- die **Auffindbarkeit** der FAH von wanderwilligen Fischen gegeben ist und angenommen wird;
- die **Passierbarkeit** für die komplette FAH gegeben ist;
- die im Unterwasser vorkommenden **Fischarten**, insbesondere auch schwimmschwächere Arten die FAH benützen können;
- möglichst viele **Längenklassen** unter den aufsteigenden Arten, vertreten sind.

Zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit einer FAH werden somit Auffindbarkeit und Passierbarkeit mit Hilfe technischer (vgl. Kapitel 5) und biologischer (vgl. Kapitel 6) Parameter bewertet [4] [5].

Nachfolgend wird das Konzept zur Wirkungskontrolle der neuen FAH beim HKW KW Aarau erläutert. Dabei wird auf die generelle Zielsetzung der Wirkungskontrolle eingegangen und es wird der Einsatz von bisher bewährten Methoden beschrieben.

5. Technische Wirkungskontrolle

5.1 Kontrolle während der Realisierung und Inbetriebnahme

Die technische Wirkungskontrolle beginnt bereits im Rahmen der Realisierung. Neben der laufenden Kontrolle der Ausführungspläne sowie weiterer (Bau-)Grundlagen erfolgen noch während der Realisierung erste Kontrollen resp. Abnahmen. Diese Kontrollen werden normalerweise durch die Umweltbauleitung resp. einer eingesetzten Umweltfachperson in enger Koordination mit der Bauleitung durchgeführt.

Ein grosses Augenmerk ist während der Realisierung auf die genaue Platzierung der Schlitzpasselemente zu legen. Gemäss den Erfahrungen der Axpo Power AG (Axpo) sind Abweichungen in der Grössenordnung von max. +/- 0.5 cm zwingend einzuhalten, dies betrifft insbesondere die Schlitzbreite (über die gesamte Höhe des Schlitzes). Neben den Schlitzpasselementen ist das Einbringen des Sohlsubstrats eng zu begleiten. Es wird empfohlen, dass die Erstellung eines «Musterbeckens» sinnvoll ist und anhand diesem genauere Anweisungen resp. Korrekturen vorgenommen werden. Anschliessend erfolgt die laufende Kontrolle des eingebrachten Sohlsubstrats während der Realisierung. Weitere relevante Bauteile, wie bspw. die Zählkammer, Sohlanschlüsse, Ein- und Ausläufe etc., sind ebenfalls während der Realisierung in Absprache mit der Bauleitung auf ihre korrekte Ausführung hin zu kontrollieren. Mit diesen Untersuchungen kann der Nachweis erbracht werden, dass die geometrischen Dimensionen gemäss Bauprojekt eingehalten resp. umgesetzt werden.

Am Tag der Nassinbetriebnahme (Flutung der FAH) können durch eine ausgewiesene Fachperson bereits erste visuelle Kontrollen des Fliessverhaltens durchgeführt werden. Weiter werden im Rahmen der Nassinbetriebnahme alle relevanten Anlageteile, wie Schieber, Lockstropumpen, Rechenreinigung etc., auf ihre Funktionstüchtigkeit getestet. Diese Testläufe werden jeweils durch die Bauleitung resp. die zuständigen Fachingenieure durchgeführt. Zeigt sich, dass die Testläufe erfolgreich sind, kann mit der eigentlichen technischen Wirkungskontrolle (vgl. Kapitel 5.2) begonnen werden. Falls noch Schwierigkeiten resp. Probleme mit gewissen Anlageteile vorliegen, sind diese zuerst nachzubessern und funktionstüchtig zu machen. Erst anschliessend soll die technische Wirkungskontrolle durchgeführt werden.

5.2 Technische Wirkungskontrolle

Im Rahmen der technischen Wirkungskontrolle wird die Messung von Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten in den Becken und im Schlitz, die Abflussmenge in der FAH sowie eine Analyse der Lockströmung in den Einstiegsbereichen durchgeführt. Damit soll der Nachweis erbracht werden, dass in der FAH die hydraulischen Richtwerte gemäss dem Bauprojekt resp. die Vorgaben aus der DWA [5] eingehalten werden.

Die Messung von Wassertiefen in den Becken, Absturzhöhen von Becken zu Becken (Δh) sowie die Fliessgeschwindigkeiten im Becken und im Schlitz sind nicht bei allen Becken resp. Schlitzen durchzuführen. Das ausführende Fachbüro hat ausgewählte Becken resp. Schlitz zu definieren und dort die Messungen durchzuführen. Dabei sind sowohl spezielle Becken, wie bspw. Wendebetten oder Verzweigungsbecken, als auch «normale» Becken, bspw. in einem längeren geraden Abschnitt, auszuwählen. Weiter ist die Betriebswassermenge der FAH bspw. mittels Salzverdünnungsmethode zu bestimmen. Diese Messungen werden bei zwei unterschiedlichen Abflusszuständen durchgeführt, sinnvollerweise wird ein Abfluss im Bereich von Q_{330} (~149 m³/s) sowie im Bereich von Q_{30} (~542 m³/s) gewählt.

Neben den Aufnahmen in der FAH sind die Aufnahmen der Fliessgeschwindigkeiten in den Einstiegsbereichen Teil der technischen Wirkungskontrolle. Dabei sind mittels der gemessenen Fliessgeschwindigkeit und der Kenntnis über die Geometrie sowie Wasserspiegellage im Bereich der Einstiege auch Aussagen zur Gesamtlockwassermenge möglich. Diese Aufnahmen sind bei unterschiedlichen Abflüssen durchzuführen, wobei auch die Anzahl eingesetzter Lockstropmpumpen variiert werden soll. Ziel dieser Messungen ist es, das im Bauprojekt definierte Lockwasserregime zu verifizieren resp. zu optimieren. Da nicht alle möglichen Abflusszustände abgedeckt werden können, wird empfohlen, mindestens zwei Abflüsse mit unterschiedlichem Einsatz der Lockstropmpumpen zu definieren. Sinnvollerweise erfolgt eine Messung bei Aareabflüssen im Bereich von 450 – 550 m³/s und eine zweite Messung im Bereich von 250 – 350 m³/s. Grund dafür ist, dass gemäss Bauprojekt in diesen Abflussbereichen Zuschaltpunkte von Lockstropmpumpen definiert wurden. Zusätzlich soll eine dritte Messung bei Abflüssen < 200 m³/s erfolgen, um zu verifizieren, dass die Geschwindigkeiten in den Einstiegen beim Einsatz einer Lockstropmpumpe nicht zu hoch sind.

Im Fall der bereits durchgeführten technischen Wirkungskontrolle bei der neu erbauten FAH beim Wehr des Hydraulischen Kraftwerks Beznau der Axpo wurde festgestellt, dass die Durchführung von Fliessgeschwindigkeitsmessungen im Bereich der Einstiege aufgrund der Platzverhältnisse resp. Zugänglichkeit, der Strömung durch die Maschinen sowie weiterer Faktoren sehr anspruchsvoll sein kann und zudem spezielle Ausrüstung resp. Messinstrumente benötigt werden. Dies ist bei der Ausschreibung der technischen Wirkungskontrolle zu berücksichtigen.

Die obigen Messungen sind detailliert auszuwerten und zu prüfen. Sollte sich zeigen, dass es grössere Abweichungen gegenüber den Zielwerten im Bauprojekt resp. den Vorgaben in [5] gibt, sind – sofern möglich – Nachbesserungen resp. Anpassungen vorzunehmen. Sind Nachbesserungen nicht möglich resp. sehr aufwändig, ist das weitere Vorgehen mit den kantonalen Fachbehörden sowie dem BAFU zu besprechen.

Sobald alle Zielwerte resp. Vorgaben gemäss [5] eingehalten werden (evtl. auch nach einer allfälligen Nachbesserung), kann in Rücksprache mit den kantonalen Fachbehörden mit der biologischen Wirkungskontrolle (vgl. Kapitel 6) begonnen werden.

Die Resultate der technischen Wirkungskontrolle sind in einem kurzen Bericht festzuhalten, dieser wird den Behörden zugestellt und – nach Abschluss der biologischen Wirkungskontrolle – dem Schlussbericht der Wirkungskontrolle beigelegt.

6. Biologische Wirkungskontrolle

6.1 Einleitung / Grundlagen

Die heimischen Fischarten in der Aare führen während ihrer unterschiedlichen Entwicklungsphasen teilweise ausgeprägte Fischwanderungen durch. Dabei wandern sie zwischen Reproduktions-, Aufwuchs-, Ernährungs-, Ruhe- und Überwinterungshabitaten. Im Weiteren dient die Fischwanderung zur Kompensation von Bestandeseinbussen nach Extremereignissen (z.B. Verdriftung durch Hochwasser), zur natürlichen Bestandesregulierung (Ein- und Auswanderung) oder zum genetischen Austausch zwischen Populationen. Die aktuelle Fischfauna mit dem Artenspektrum in der Aare bei Schönenwerd ist im Fachbericht zur Gewässerökologie und Fische in der Beilage zur UVB Hauptuntersuchung vom 23. Oktober 2013 dokumentiert [6]. Gemäss diesem Fachbericht konnten im Bereich des KW Aarau 31 Fischarten nachgewiesen werden. Diese Artenzahl ist im Vergleich mit anderen grossen Flüssen der Schweiz hoch. Damit die Fischpopulationen erhalten bleiben, kommt der freien Durchwanderbarkeit der Fliessgewässer daher eine wichtige Bedeutung zu. Zielfischarten sind weder in den Gesuchsunterlagen, noch in der Sanierungsverfügung definiert. Da die Aare eine umfangreiche Fischfauna besitzt, sind grundsätzlich alle vorkommenden Fischarten und alle Grössenklassen zu berücksichtigen.

Es gibt verschiedene Methoden, um eine biologische Wirkungskontrolle, respektive die Fischwanderung an einer FAH erfassen und quantifizieren zu können (Radiotelemetrie, PIT-Tag (RFID), akustische Telemetrie, Fischzählung in Zählvorrichtungen, Videoaufnahmen, Licht- oder Leitfähigkeitsschleusen, VAKI, Resistivity counter und weitere). Bisherige Untersuchungen beim Kraftwerk Rüchlig [7] und der Kraftwerk

Rupperswil Auenstein [8] haben gezeigt, dass sich die Kombination der beiden Methoden der Fischzählung (vgl. Kapitel 6.2.1) und der PIT-Tag Untersuchungen (vgl. Kapitel 6.2.2) bewährt haben, weil gute Aussagen zum Gesamtaufstieg, zur Auffindbarkeit und zur Passierbarkeit gemacht werden können. Aus diesem Grund werden diese Methoden als Primärmethoden für die Durchführung der biologischen Wirkungskontrolle vorgeschlagen und in den nachfolgenden Kapiteln genauer beschrieben. Für Fragestellungen, welche nicht mittels Fischzählung oder PIT-Tag Untersuchung beantwortet werden können, wird in Kapitel 6.2.3 eine ergänzende Videountersuchung aufgeführt, mit welcher weitere Fragestellungen im Detail untersucht werden können.

In Kapitel 6.3 wird die Zielsetzung und Fragestellung an die biologische Wirkungskontrolle behandelt und erklärt, wie die Zielsetzung und die Fragestellungen mit Hilfe der vorgesehenen Methoden beantwortet werden können.

6.2 Vorgesehene Methoden

6.2.1 Fischzählung in der Zählkammer

Im Normalfall umfasst die Fischzählung in grossen Fliessgewässern eine Zählperiode von 12 Monaten, so dass alle wichtigen Wanderereignisse im Laufe der Jahreszeiten abgedeckt werden können. Um an einem einzelnen Bauwerk, hier das HKW, die Resultate der Wirkungskontrolle richtig einordnen und interpretieren zu können, müssen am KW Aarau alle Wanderwege untersucht werden, somit auch diese am DKW. Andernfalls besteht ein grosses Risiko einer Fehlinterpretation der Resultate. Entsprechend sind für die Wirkungskontrolle folgende Anlagenteile zu untersuchen:

- In der Zählkammer der **neuen FAH am HKW** werden die aufsteigenden Fische gemäss dem Handbuch für Wirkungskontrollen Fischgängigkeit (vgl. [9]) während eines Jahres täglich gezählt, bestimmt und vermessen (Längenklassen von 5 cm).
- Zusätzlich werden die aufsteigenden Fische in der Zählkammer des **Raugerinne-Beckenpasses beim DKW** während einem Zeitfenster zwischen Mai und November täglich gezählt, bestimmt und vermessen (Längenklassen von 5 cm). Erfahrungsgemäss wandern in dieser Zeitspanne ein Grossteil der Aare vorkommenden Fischarten mit unterschiedlichen Grössenklassen flussaufwärts (vgl. [7] [8]), womit die Resultate der Zählungen am HKW richtig eingeordnet werden können und eine Beurteilung der Gesamtsituation am KW Aarau möglich wird. Eine ganzjährige Zählung beim DKW würde wohl keine wesentlichen Zusatzinformationen liefern.
- Im **Umgehungsgerinne Schönenwerd beim DKW** ist keine Zählkammer vorhanden, womit auch keine Fischzählung durchgeführt werden kann.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse aus den Fischzählungen ist zu berücksichtigen, dass

- viele Arten nur zu bestimmten Jahreszeiten wandern;
- bei verschiedenen Arten Jung- und Altfische zu unterschiedlichen Jahreszeiten wandern;
- kaum je alle im Unterwasser vorkommenden Arten eine FAH benutzen.

Untersuchungen in den letzten 2 Jahren haben gezeigt, dass mit adaptierten Reusenkehlen nach dem System von FishConsulting (vgl. Abb. 5.5) nahezu 100% aller in die Zählkammer eingestiegenen Fische erfasst werden konnten [10]. Weil gemäss [10] bei aktuellen Zählkammern die Aufstiegszahlen um ein Vielfaches (Faktor 10-100) unterschätzt wurden, wird für die Zählkammer bei der FAH HKW KW Aarau das Ziel formuliert, dass 90% aller einsteigenden Fische erfasst werden sollen. Der Einstieg in die Zählkammer gilt es dementsprechend so zu konstruieren, dass möglichst keine scheuchende Wirkung auf die Fische beim Einschwimmen vorhanden ist und die Fische nicht mehr aus der Zählkammer entweichen können. Aktuell wird davon ausgegangen, dass dies möglich ist. Anderenfalls gilt es die Zählkammer vor Beginn der Wirkungskontrolle auf ihre Effizienz zu untersuchen (Test-Zählung inkl. Unterwasser Videoaufnahmen).



Abb. 5.5 Adaptierte Reusenkehle nach dem System von FishConsulting [10].

Aktuell wird davon ausgegangen, dass die Funktionalität der adaptierten Reusenkehle gegeben ist, solange ihre Funktionalität nicht durch Geschwemmselelanfall beeinträchtigt wird. Das Thema Geschwemmselelanfall ist sehr wichtig, wenn die Kehle über längere Zeit eingesetzt werden soll. Die bisherige Erfahrung mit der Reusenkehle nach dem System von FishConsulting hat gezeigt, dass das Geschwemmselelanfall die Reusenkehle verstopfen kann. Aktuell kann es im Worst-Case dazu kommen, dass eine vollständige Verklammerung und entsprechend ein Trockenfallen der FAH eintreten kann. Um ein Trockenfallen der FAH verhindern zu können, kann die Kehle so gestaltet werden, dass diese bei steigendem Wasserpegel in der Zählkammer überströmt und somit die FAH weiterhin mit Wasser versorgt werden kann. In diesem Zustand ist die Reusenkehle verstopft und für aufsteigende Fische entsprechend nicht zugänglich. Zudem können im Zählbecken gefangene Fische durch den ansteigenden Wasserpegel in der Zählkammer sowohl flussaufwärts wie auch flussabwärts aus der Zählkammer entkommen. Aus diesem Grund kann bei grossem Geschwemmselelanfall in Betracht gezogen werden, die Reusenkehle (oder nur die Netz-Kehle) zu entfernen und weiterzuzählen. Dies wäre in der Interpretation der Zählresultate anhand der Erkenntnisse der Zählungen mit Reusenkehle zu berücksichtigen.

Eine Geschwemmselelanfallentnahme vor der Zählkammer ist nur mit einer zusätzlichen Installation zur Abweisung oder Rückhalt von Geschwemmselelanfall möglich (selbst dann nicht immer zu 100%). Hierzu könnte man beispielsweise einen Rechen inkl. Rechenreinigungsmaschine einbauen, wobei gleichzeitig wieder die Verhältnismässigkeit in Frage gestellt werden muss, da diese Installation nur für die Wirkungskontrolle gebaut wird. Dies wäre bei Neubauten planbar, bei gebauten Anlagen jedoch praktisch unmöglich resp. sehr aufwändig umzusetzen. Beim HKW ist keine Geschwemmselelanfallentnahme vor der Zählkammer mittels Rechenreinigung eingeplant.

Die Daten der Fischzählungen sind zusätzlich mit den aktuellen Kenntnissen und Daten über die Zusammensetzung der Fischfauna im Unterwasser (Arten, Längenhäufigkeiten) zu vergleichen, um die Artenzahl in der FAH validieren zu können. Diese sind mit Elektroabfischungen im Uferbereich (Punktbefischungen) im Jahr vor der Wirkungskontrolle zu erheben. Es wird empfohlen Punktbefischungen in der Strecke zwischen HKW KW Aarau und dem unterliegenden Kraftwerk Rüchlig durchzuführen. Weil diese

Strecke aber nur rund 1.5 km lang ist wird zudem empfohlen, eine Punktbefischung in der Restwasserstrecke zwischen DKW und HKW durchzuführen. Sinnvollerweise werden diese Erhebungen im Spätsommer/Herbst durchgeführt, um Angaben über die Jungfische des laufenden Jahres und damit indirekt über die Fortpflanzungsverhältnisse im untersuchten Flussabschnitt zu erhalten.

6.2.2 PIT-Tag

PIT-Tags (Passive Integrated Transponder) werden seit vielen Jahren in den USA und seit rund 5 Jahren auch in der Schweiz für Wirkungskontrollen und Studien eingesetzt (z.B. [7], [8], [11]). Dabei wird einem Fisch ein codierter PIT-Tag implantiert, welcher mittels Antennen in der FAH registriert werden kann.

Bei den sogenannten PIT-Tags handelt es sich um ein kleines Implantat, mit welchem wildlebende Fische individuell markiert werden können. Die Erkennung des Transponders erfolgt durch elektromagnetische Induktion, der Transponder selbstbenötigt keine eigene Energiequelle (funktionsfähig über mehrere Jahre). Gelangt ein Transponder in den Schwingkreis einer Antenne, wird er durch die Antenne angeregt und sendet den gespeicherten Code aus, welcher durch die Antenne empfangen und registriert wird. Sind die Fische mit den Transpondern ausgerüstet und die Antennen installiert, arbeitet das Registrierungssystem selbständig und benötigt im Normalfall einen geringen Unterhalt.

Aufgrund der geringen Reichweite der Transponder von rund 0.5 bis max. 1.0 m können PIT-Tags nur bei Engpässen eingesetzt werden. Deshalb wird diese Technologie insbesondere für die Überprüfung der Funktionalität von FAH (insb. Vertikal-Schlitzpässen) eingesetzt, indem die Antennen in den Schlitzen zwischen zwei Becken installiert werden. Die Antennen werden idealerweise bei jedem Einstieg im zweiten Becken und bei den Ausstiegen resp. im Schlitz vor der Zählkammer installiert. Die Installationsstellen können sich FAH-spezifisch unterscheiden und weitere Antennen können bei Bedarf auch an zusätzlichen Stellen in der FAH installiert werden.

Will man Erkenntnisse über die grossräumige Wanderung von Fischen erhalten, findet ein PIT-Tag Monitoring idealerweise über mehrere Kraftwerksstufen hinweg koordiniert statt. Flussauf- und flussabwärts liegende Kraftwerke, mit installierten und funktionstüchtigen Antennen, können berücksichtigt werden, womit die markierten Fische über mehrere Kraftwerke beobachtet werden können. Um eine aussagekräftige Wirkungskontrolle der FAH beim HKW KW Aarau durchführen zu können ist es wichtig, die flussaufwärtsgerichtete Fischwanderung beim KW Aarau vollumfänglich untersuchen zu können. Dies bedeutet, dass ebenso die Restwasserstrecke beim DKW KW Aarau berücksichtigt werden muss. Die herkömmliche Fischaufstiegshilfe beim DKW KW Aarau wurde bisher noch nie einer PIT-Tag Untersuchung unterzogen, weshalb sie aktuell auch noch nicht mit PIT-Tag Antennen ausgerüstet wurde. Um aussagekräftige Schlussfolgerungen aus der Wirkungskontrolle KW Aarau ziehen zu können, müssen ebenso PIT-Tag Antennen in der herkömmlichen FAH beim DKW installiert werden.

In der neuen FAH beim HKW wird empfohlen, insgesamt 7 Antennen an verschiedenen Stellen zu installieren (vgl. Abb. 5.6). Geplant sind Antennen bei beiden Einstiegen. Bei Einstieg 1 und 2 ist jeweils eine Antenne im zweiten Schlitz (zwischen Becken 2 und 3) vorgesehen (vgl. Abb. 5.7 und Abb. 5.8 rechts). Eine Installation direkt am FAH-Einstieg (resp. Becken Nr.1). wird nicht empfohlen. Grund dafür ist, dass sich Fische – gemäss Erfahrung der Axpo mit ARIS-Sonar-Untersuchungen – gerne in den Einstiegsbereichen ausserhalb der FAH aufhalten und Signale an der Antenne im ersten Schlitz auslösen. Dies kann somit zu einer Fehlinterpretation der Aufstiegsdaten führen. Durchschwimmt ein Fisch den ersten FAH-Schlitz kann mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass der Fisch noch weiter aufsteigen wird.

Aufgrund des variablen Unterwasserpegels sollen die PIT-Antennen im Unterwasser den Schlitz auf kompletter Schlitzhöhe abdecken. Der Einstieg 1 soll mit einer zusätzlichen PIT-Antenne entweder am Primäreinstieg 1.1 oder am Sekundäreinstieg 1.2 ausgerüstet werden, um detailliertere Informationen über die Verwendung der beiden Einstiegsmöglichkeiten 1.1 und 1.2 zu erhalten (vgl. Antennen 1.1 und 1.2 Abb. 5.7). Die genaue Installationsstelle der Antenne gilt es im Rahmen des Ausführungsprojektes zu definieren. Weil diese Antenne nicht in einem Schlitz des konventionellen Schlitzpasses installiert wird, gilt es an dieser Stelle eine Sonderanfertigung für die PIT-Antenne zu erstellen (Schlitzbreite an Installationsstelle > 35 cm), welche sinnvollerweise bereits in der Bauphase installiert werden muss.

Weiter ist die Installation von drei weiteren Antennen vorgesehen, um Fische unmittelbar vor und nach dem Verteil- und Wendebecken detektieren zu können. Grund dafür ist, dass solche Verteilbecken oft hydraulisch komplex sind und die Weiterwanderung erschweren, verzögern oder verhindern können, was jedoch nicht zu erwarten ist. Hierzu werden Antennen gemäss Abb. 5.8 rechts zwischen den Becken 17-18 (Strang Einstieg 1), 18-19 (Strang Einstieg 2) und 21-22 (Strang in Richtung Ausstieg) installiert. Mit der Installation der PIT-Antennen vor und nach dem Verteil- und Wendebecken können Schwimmwege, Umkehr- und Meidebewegungen sowie die Dauer des Aufstieges erfasst werden und dementsprechend allfällige Schwachstellen oder Hindernisse in der FAH erkannt werden. Auf diese Art und Weise kann die Passierbarkeit des Verteilbeckens präzise untersucht werden.

Zuletzt ist eine Antenne im Schlitz vor dem Einstieg in die Zählkammer vorgesehen.

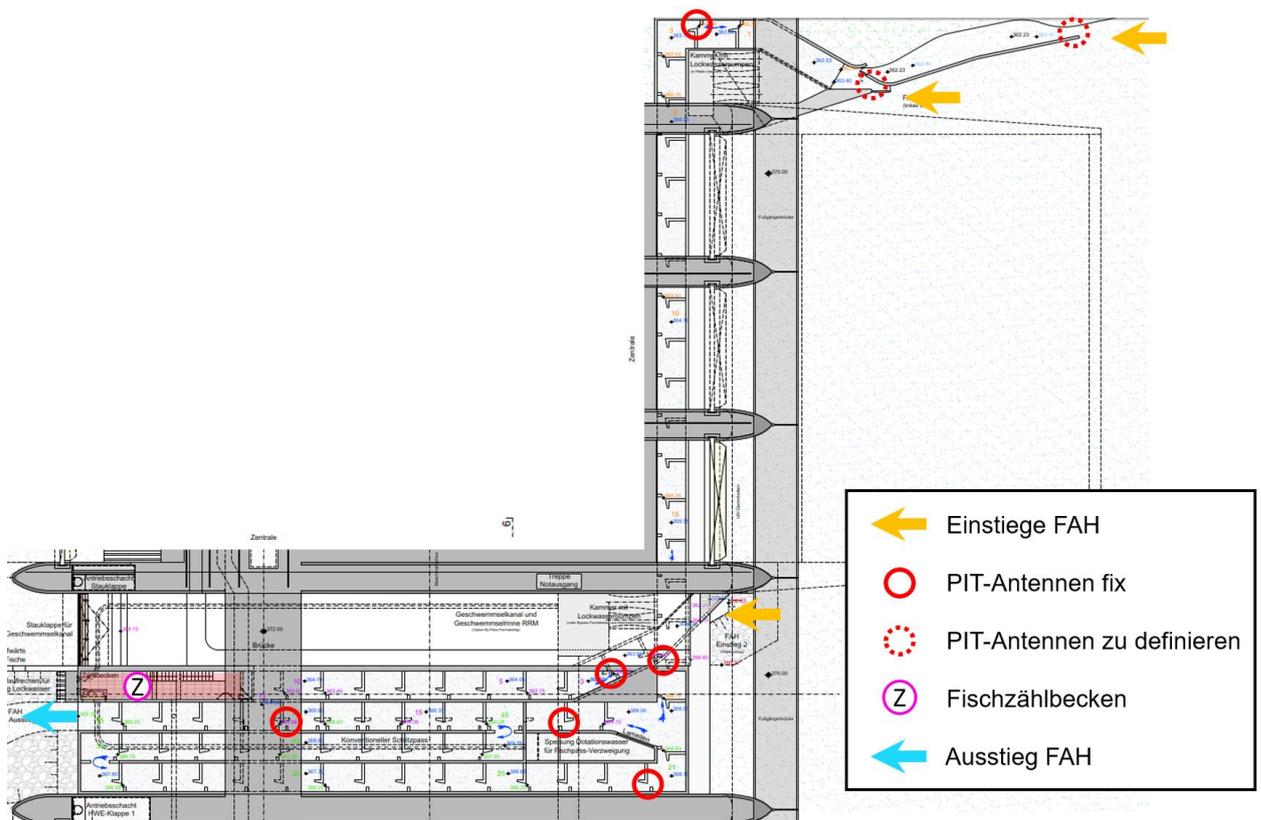


Abb. 5.6 Übersicht FAH HKW. Provisorisch definierte Installationsstellen der 7 PIT-Tag Antennen (Rot markiert).
[Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]

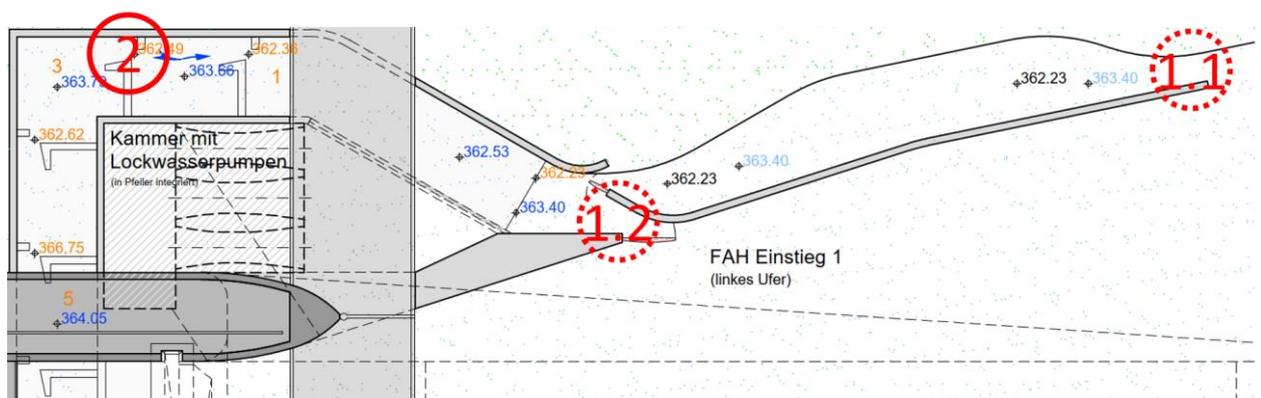


Abb. 5.7 Einstieg 1 mit Leitwand: Provisorisch definierte Installationsstelle (Rot markiert) der PIT-Tag Antennen Nr. 1 und 2. Antenne Nr. 1 – Definition Installationsstelle 1.1 oder 1.2 nach Realisierung FAH (Sonderanfertigung). Antenne Nr. 2 – Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 2-3. [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]

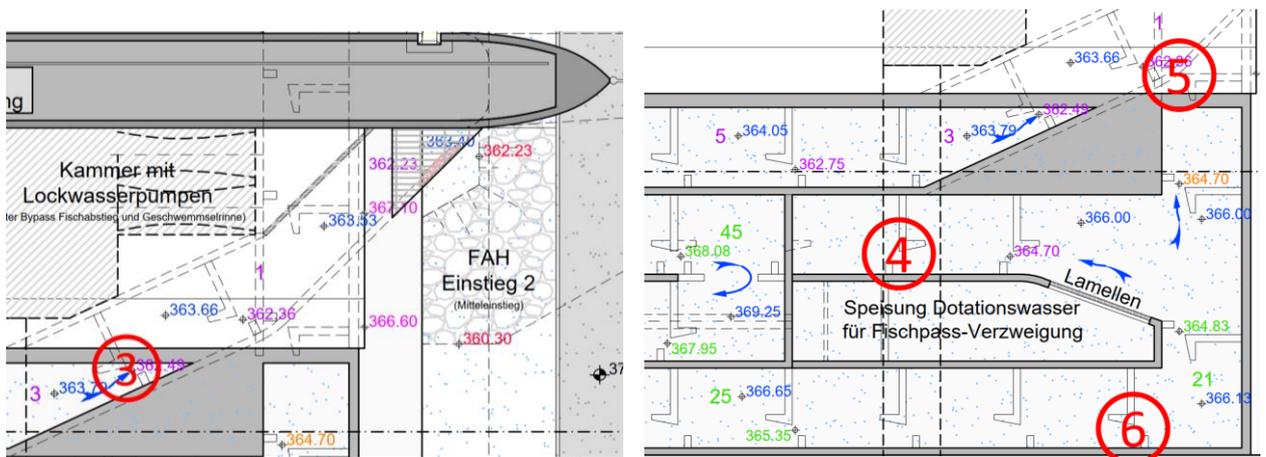


Abb. 5.8 Links: Provisorisch definierte Installationsstelle (Rot markiert) der PIT-Tag Antenne bei Einstieg 2. Antenne Nr. 3 – Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken 2-3. Rechts: Provisorisch definierte Installationsstellen (Rot markiert) der PIT-Tag Antennen Nr. 4 bis 6 um das Verteilbecken (Becken Nr. 20). Antenne Nr. 4 – Strang Einstieg 1, Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 17-18. Antenne Nr. 5 – Strang Einstieg 2, Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 18-19. Antenne Nr. 6 – Strang Richtung FAH-Ausstieg, Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 21-22. [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]

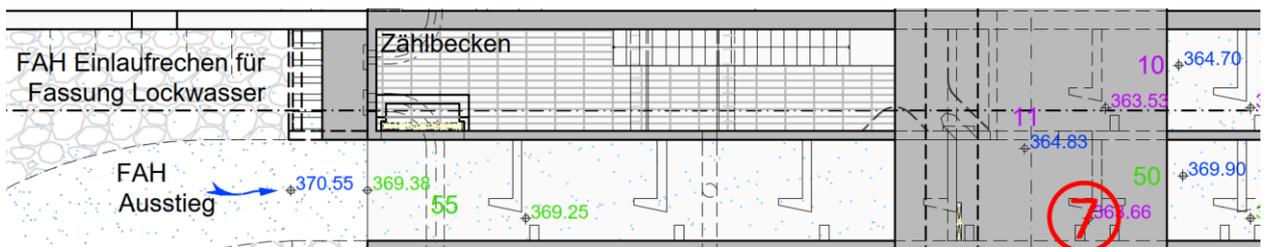


Abb. 5.9 Provisorisch definierte Installationsstellen (Rot markiert) der PIT-Tag Antennen beim Zählbecken. Antenne Nr. 7 – Installation PIT-Antenne in Schlitz vor Zählbeckeneinstieg zwischen Becken Nr. 50-51. [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]

In der Restwasserstrecke beim DKW können sowohl der Raugerinne-Beckenpass wie auch das Umgehungsgerinne Schönenwerd als FAH für die Fische dienen. Im Raugerinne-Beckenpass sind zwei Antennen an verschiedenen Stellen vorgesehen. Geplant ist eine Antenne beim Einstieg und im Schlitz vor dem Einstieg in die Zählkammer (siehe Abb. 5.10). Obwohl das Umgehungsgerinne Schönenwerd grundsätzlich nicht fischgängig gestaltet wird, wird trotzdem vorgeschlagen, eine Antenne einzubauen. Die Antenne ist oberhalb von der ersten, optisch als unpassierbare Stelle anzubringen.

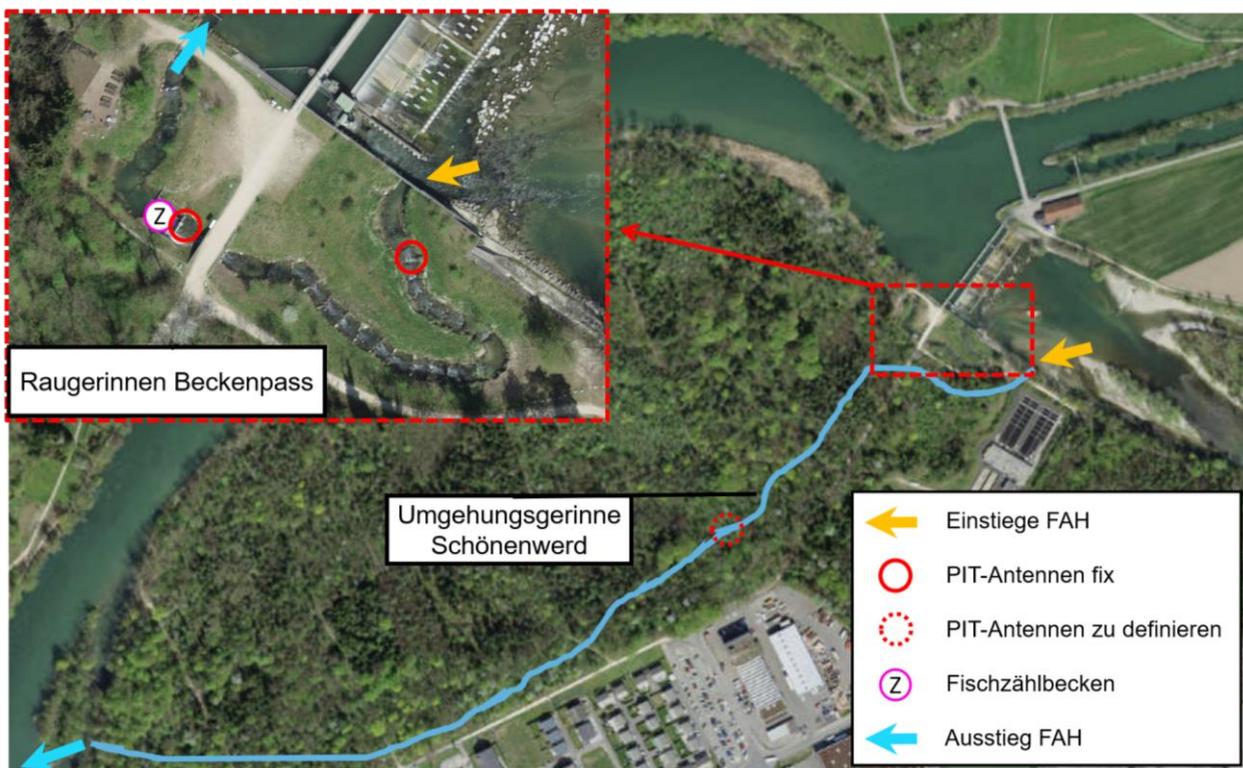


Abb. 5.10 Übersicht FAH Restwasserstrecke (DKW). Drei provisorisch definierte Installationsstellen der PIT-Tag Antennen im Raugerinne Beckenpass und Umgehungsgerinne Schönenwerd (Rot markiert).

Zielarten unter den markierten Fischen sind Barben, Rotaugen und Schneider. Auch weitere Fischarten, die im Rahmen der Beschaffung (Zählkammern, Abfischung für PIT-Tag Untersuchung) gefangen werden, sollen markiert werden, um ein möglichst breites Artenspektrum zu untersuchen und so die Funktion der FAH prüfen und allenfalls optimieren zu können.

Es ist vorgesehen, total 2'000 Fische zu markieren. Dabei werden primär in der Zählkammer des HKW gefangene Fische und Fische aus Elektroabfischungen mit einer Grösse von >10 cm markiert. Da erfahrungsgemäss der Aufwand für die Beschaffung von grossen Fischen für die Markierung mittels Elektrofischerei enorm gross ist, wird ein Grossteil der Fische aus den Zählkammern (HKW und DKW) markiert und wieder im Unterwasser ausgesetzt.

Einerseits ist es vorgesehen, die Fische auf selber Höhe wie die benutzte FAH im Unterwasser auszusetzen, andererseits werden aber auch Translokationsversuche durchgeführt. D.h., dass z.B. in der FAH des HKW gefangene Fische anschliessend am rechten und linken Ufer wieder ausgesetzt werden. So kann allenfalls identifiziert werden, wie gut die Fische die FAH-Einstiege auffinden. Die Definition der genauen Anzahl der Fische, mit welchen der Translokationsversuch durchgeführt werden soll, wird dem ausführenden Büro überlassen und erfolgt in Rücksprache mit den kantonalen Behörden und der Projektleitung.

6.2.3 Videountersuchung mit einer Unterwasserkamera

Ein zusätzliches Mittel zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der FAH erlauben Videoaufnahmen mit einer Unterwasserkamera.

Eine Unterwasserkamera kann kurzzeitig wie auch über längere Zeit an diversen Stellen in einer FAH installiert werden und das Wanderverhalten der Fische an dieser Stelle aufzeichnen. Erkannte Schwachstellen oder Hindernisse in der FAH können mittels Video genauer untersucht und Schwimmwege, Umkehr- und Meidebewegungen von aufsteigenden Fischen erfasst werden. Bei den beiden Wirkungskontrollen der Fischaufstiegshilfen bei der Kraftwerk Eglsau-Glattfelden AG und beim Hydraulischen Kraftwerk Beznau der Axpo wurde bereits eine Unterwasserkamera erfolgreich eingesetzt (vgl. Abb. 5.11 und

Abb. 5.12). Schon nach wenigen Einsatztagen konnten inhaltsreiche Schlüsse betreffend von vermuteten Defiziten gezogen werden, welche dann behoben wurden.



Abb. 5.11 Installierte Unterwasserkamera in der Zählreuse der Kraftwerk Eglisau-Glattfelden AG. Ermöglicht variable Beobachtungsmöglichkeiten von Fischen in einer FAH [Axpö].



Abb. 5.12 Ausschnitt einer Videoaufnahme mit Massenansammlung von Barben vor einem Schlitz in der FAH der Kraftwerk Eglisau-Glattfelden AG. Der blaue Pfeil zeigt die Fliessrichtung. [Axpö]

Für die Wirkungskontrolle am HKW wird ein dreimaliger Einsatz einer Unterwasserkamera für je 7 Tage vorgesehen. Aktuell wird in Betracht gezogen, die Unterwasserkamera in der Zählkammer (innerhalb oder ausserhalb der Zählkammer) einzusetzen. Damit sollen die einschwimmenden Fische gezählt werden, wobei diese Zahlen mit den effektiv gezählten Fischen aus der Zählung zu vergleichen sind. Zusätzlich kann mit der Videoauswertung auch abgeschätzt werden, ob die Reusenkehle eine scheuchende Wirkung auf die einschwimmenden Fische ausübt oder Fische in der Lage sind, das Zählbecken wieder nach oben (Einlauf in Zählkammer) oder unten (Einstieg in Zählkammer) zu verlassen, bevor sie gezählt werden können. Mit dem Einsatz von Video können die Fangeffizienz des Zählbeckens abgeschätzt und somit die Zählresultate realistisch beurteilt werden.

Als weitere Installationsstelle kann das Verteilbecken der FAH beim HKW in Betracht gezogen werden. Videountersuchungen können unabhängig der übrigen Untersuchungen jederzeit durchgeführt werden.

6.3 Fragestellungen zur biologischen Wirkungskontrolle

Das Hauptziel der Wirkungskontrolle besteht darin, die Funktionalität der FAH zu überprüfen. Folgende Fragestellungen stehen im Fokus:

1. Wie viele Fische wandern auf?
2. Welche Arten wandern auf?
3. Welche Stadien wandern auf?
4. Ist die Passierbarkeit für aufsteigende Fische gegeben und zufriedenstellend?
5. Ist die Auffindbarkeit für aufsteigende Fische gegeben und zufriedenstellend?

Da über das Verhalten von Fischen vor den Einstiegen und in der FAH wenig bekannt ist und fortlaufend versucht wird, die Einstiegsbereiche und die Verteilbecken zu optimieren, ist neben der Überprüfung der Funktionalität der untersuchten Anlage ein weiteres Ziel, möglichst viele Informationen über den Fischeaufstieg im Allgemeinen zu erhalten. Gestützt auf der bereits gemachten Erfahrungen bei den Wirkungskontrollen bei den Kraftwerken Rüchlig [7] und Ruppertswil Auenstein [8] sollen weitere Informationen zum Fischeaufstieg in der Aare gesammelt werden. Dabei geht es nicht um Grundlagenforschung, sondern solche Resultate sollen es erlauben, künftige FAH zu optimieren und Wirkungskontrollen möglichst gezielt durchführen zu können. Daraus ergeben sich folgende zusätzliche Fragen:

6. Wie verhalten sich die Fische in der FAH?
7. Ist die Zählkammer effizient?
8. Verletzen sich die Fische während der Passage durch die FAH oder in der Zählkammer?

6.4 Konzept und verwendete Methoden zur Beantwortung der Fragestellungen

Die Fragen 1-3 können mit der Fischzählung (vgl. Kapitel 6.2.1) beantwortet werden. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass keine Fischflucht aus der Zählkammer (vgl. [12]) stattfinden darf.

Die Frage 1 kann mit den vorgesehenen PIT-Tag Untersuchungen zusätzlich vertieft werden: Werden in einer FAH mehrere PIT-Tag Antennen eingebaut, lassen sich in Kombination mit den klassischen Fischzählungen fundierte Aussagen über die Passierbarkeit und Auffindbarkeit einer FAH treffen. Die Kombination zwischen der klassischen Fischzählung und PIT-Tag Untersuchung hat sich bereits in anderen Untersuchungen bewährt [7] [8] [11]. Für die Auswertung der Resultate ist es wichtig, die PIT-Tag Daten mit den Daten der Fischzählungen zu verschneiden, um allfällige Zusammenhänge oder Widersprüche identifizieren zu können. Wird z.B. in einer Fischzählkammer über das Jahr hinweg eine hohe Anzahl an Fischen registriert und gleichzeitig ein hoher Prozentsatz der erfolgreichen Passage von markierten Fischen derselben Arten festgestellt, funktioniert die FAH gut. Sind jedoch nur wenige der markierten Fische fähig, die gesamte FAH zu durchwandern, relativiert sich entsprechend die gezählte Gesamtzahl in der Fischzählkammer.

Die Fragen 4 und 5 können mit den Daten aus der Fischzählung nur bedingt beantwortet werden. Sowohl die Dauer der Passage der FAH (Frage 4) wie auch die Auffindbarkeit, respektive Dauer der Suche der FAH-Einstiege, (Frage 5) im Unterwasser, sind mit der Fischzählung per se nicht bekannt. Trotzdem kann

in Abhängigkeit der Gesamtzahl der aufsteigenden Fische, wie auch der Arten- und Längenzusammensetzung, eine gewisse Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der neuen FAH gemacht werden.

Um die Fragen 4 und 5 besser beantworten zu können, werden PIT-Tag Untersuchungen durchgeführt (vgl. Kapitel 6.2.2). Die Frage 4 lässt sich beantworten, indem entlang der FAH mehrere PIT-Tag Antennen installiert werden und die Fischwanderung mit dem effektiven Zeitaufwand jedes markierten Fisches nachvollzogen werden kann. Die Passierbarkeit der gesamten FAH lässt sich bemessen, indem die Zeitdauer des Aufstiegs zwischen der ersten und der letzten Antenne bekannt ist (also von einem der beiden Einstiege bis zur Zählkammer). Die Aufstiegsdauer von verschiedenen Fischarten und Grössenklassen sind aus verschiedenen PIT-Tag Untersuchungen an Aare und Rhein bekannt, womit ein Vergleich gemacht werden kann. Mit der Installation mehrerer Antennen kann in der FAH eine detailliertere Auswertung für einzelne FAH-Abschnitte durchgeführt werden, indem z.B. für Fische schwierig passierbare Stellen in Teilabschnitten identifiziert werden können.

Aussagen zur Frage 5 können mittels PIT-Tag Untersuchung gemacht werden, indem die Zeitdauer zwischen dem Besitz der markierten Fische und der erstmaligen Registrierung in der FAH berücksichtigt wird. Da alle Einstiege mit PIT-Tag Antennen ausgerüstet sind, kann die Auffindbarkeit jedes Einstieges individuell beurteilt werden. Sollte sich anhand der PIT-Tag Untersuchung zeigen, dass die Auffindbarkeit eines Einstieges nicht zufriedenstellend ist, können weiterführende Untersuchungen, beispielsweise mittels Unterwasserkamera (vgl. Kapitel 6.2.3) nahe des Einstiegs innerhalb der FAH in Betracht gezogen werden.

Die Fragen 6 und 7 können zu einem gewissen Grad anhand der PIT-Tag Untersuchungen (Passierbarkeit) beurteilt werden. Sollte in der FAH eine nicht zufriedenstellende oder ungenügende Passierbarkeit festgestellt werden, kann der Einsatz einer Unterwasserkamera (vgl. Kapitel 6.2.3) in Betracht gezogen werden. Schwimmwege, Umkehr- und Meidebewegungen von aufsteigenden Fischen können damit erfasst und allfällige Schwachstellen oder Hindernisse in der FAH genauer untersucht werden. Ebenso können mittels PIT-Tag Untersuchungen begrenzte Aussagen zur Funktionstüchtigkeit der Reusenkehle (Einstieg in die Zählkammer) gemacht werden. Anhand der PIT-Tag Untersuchungen kann abgeschätzt werden, ob die Reusenkehle eine scheuchende Wirkung auf aufsteigende Fische ausübt resp. Fische in der Lage sind, die Zählkammer wieder zu verlassen. Letzterer Umstand konnte in den letzten Jahren an mehreren Wirkungskontrollen bei Kraftwerken mittels Unterwasseraufnahmen beobachtet werden [10]. Die Installation einer Unterwasserkamera während einer kurzen Zeit kann weitere aufschlussreiche Resultate liefern.

Die Frage 8 kann mit der Fischzählung (vgl. Kapitel 6.2.1) beantwortet werden. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass die Fische bereits verletzt in die FAH einschwimmen können und dies die Beurteilung der Verletzungen erschwert. Zudem ist es generell schwierig herauszufinden, wo und aus welchem Grund sich die Fische in der FAH verletzen können. Mit Hilfe der Unterwasserkamera kann allenfalls auf mögliche Verletzungsstellen in einer FAH rückgeschlossen werden.

6.5 Beurteilung der Ergebnisse

Aktuell gibt es noch kein standardisiertes Vorgehen für die Beurteilung von Fischaufstiegskontrollen. Aufgrund der von Axpo und FishConsulting [10] [12] gemachten Erfahrungen wurden die Fangzahlen der bisherig durchgeführten Fischzählungen aufgrund der Fischflucht aus der Zählkammer unterschätzt und sind somit wenig aussagekräftig. Aufgrund dessen fehlt es bei Wirkungskontrollen an FAH an Vergleichswerten bezüglich realistischen Fangzahlen. Aus diesem Grund kann keine Zielsetzung für die Gesamtanzahl der Fische bei Zählungen wie auch Redetektion bei den PIT-Tag Untersuchungen vorgegeben werden. Mit dem Einsatz der verbesserten Reusenkehle gemäss FishConsulting [10] werden zukünftig nur noch wenige Fische die Zählkammer verlassen können. Fischzählungen werden realistischere Fangzahlen bieten, womit allenfalls zu einem späteren Zeitpunkt auch eine Zieldefinition mit Fangzahlen vorgegeben werden kann.

Die Beurteilung der Ergebnisse muss schlussendlich im Gesamtbild, relativ und unabhängig von anderen Zählresultaten, vom beauftragten Fischexperten beurteilt werden. Der Experte muss zum Zeitpunkt der effektiv durchgeführten Wirkungskontrolle die aktuellsten Auswertungsmethoden verwenden und die aktuellsten Daten aus anderen Wirkungskontrollen beziehen, um Vergleiche anzustellen.

Im Weiteren sind auffällige Aufstiegszahlen mit Umweltfaktoren wie Gesamtabfluss, Wehrüberfall, Verarbeitungsmenge im Hauptkraftwerk, Witterung, Wassertemperatur usw. zu vergleichen, um die Funktionalität und die Auffindbarkeit der FAH, im Gesamtkontext bei unterschiedlichen Umweltfaktoren beurteilen zu können.

Die Beurteilung der Ergebnisse soll in Form eines Schlussberichtes zusammenfassend niedergeschrieben werden.

7. Terminplanung

Die nachfolgend aufgeführten Termine sind abhängig von der Zusicherung des BAFU zum Entschädigungsgesuch für die Realisierung der FAH und die darauffolgende Bauphase. Die Wirkungskontrolle der FAH beim HKW KW Aarau wird nach Inbetriebsetzung der FAH in den darauffolgenden drei Jahren («J1», «J2» und «J3») stattfinden.

Der geplante terminliche Ablauf der Wirkungskontrolle Fischaufstieg ist in Tab. 7.1 dargestellt. Die jeweiligen Methoden zum Konzept sind in Kapitel 6 beschrieben.

Methoden	Beschrieb	Termine / Zeit
Technische Kontrolle FAH HKW (Kapitel 5.2)	Technische Untersuchung der FAH bei Q_{330} und Q_{30}	Q_{30} , Q_{330} und Lockstromspezifische Abflüsse in «J1»
Biologische Kontrolle: Zählkammer FAH HKW (Kapitel 6.2.1)	Wird während eines kompletten Jahres «J2» durchgeführt	Januar bis Dezember des Jahres «J2»
Biologische Kontrolle: Zählkammer Rauge- rinne-Beckenbass DKW (Kapitel 6.2.1)	Wird nicht für ein komplettes Jahr, sondern nur während der Hauptmigrationszeit der Fische im Jahr «J2» durchgeführt	Mai bis November des Jahres «J2»
Biologische Kontrolle: PIT-Tag FAH HKW und DKW (Kapitel 6.2.2)	Wird zeitgleich mit Zählungen durchgeführt und läuft dann bis im Sommer von «J3» weiter. In «J1» werden bei den Bestandesaufnahmen bereits Fische markiert.	«J1» bis Mitte Juli des Jahres «J3»
Biologische Kontrolle: Weitere Methoden FAH HKW (Kapitel 6.2.3)	Videountersuchungen mit einer Unterwasser- kamera	Während «J2» und «J3»

Tab. 7.1 Terminlicher Ablauf für die Wirkungskontrolle der neu erbauten FAH beim HKW KW Aarau der Eniwa, inklusive Berücksichtigung der PIT-Untersuchung und Fischzählung FAH DKW.

In einer ersten Phase wird im «J1» die technische Wirkungskontrolle der FAH durchgeführt. Für die technischen Kontrollen sollen insbesondere Abflusszustände nahe bei Q_{330} (~149 m³/s), bei Q_{30} (~542 m³/s) sowie nahe der Schaltpunkte der Lockstrompumpen gewählt werden. Falls möglich, lassen sich die hydraulischen Messungen in der FAH und die Messungen an den Lockstrompumpen bei demselben Abflusszustand kombinieren. In dieser Phase ist die Einstellung der Lockströmung zu validieren. Die Erkenntnisse aus den technischen Kontrollen können nach einer ersten Auswertung dazu führen, dass Nachbesserungen an der FAH durchgeführt werden müssen. Nachbesserungen sind ebenfalls wieder zu prüfen. Die nächste Phase (biologische Wirkungskontrolle) findet erst statt, wenn die technische Wirkungskontrolle erfolgreich abgeschlossen wurde und keine wesentlichen Mängel mehr bekannt sind resp. in Rücksprache mit den Behörden entschieden wird, trotzdem weiterzufahren. Vor Beginn der biologischen Wirkungskontrolle sollen die FAH beim DKW nochmals kurz durch einen Fachexperten in Hydraulik und Fischmigration optisch auf ihre Funktionalität geprüft werden. Nicht zuletzt werden im «J1» die Antennen für die PIT-Untersuchung installiert.

In einer zweiten Phase wird im «J2» die neu erbaute FAH beim HKW während einem Jahr mittels täglicher Fischzählungen auf ihre biologische Funktionsfähigkeit hin überprüft. Dabei werden die aufsteigenden Fische mittels Zählkammer erfasst und deren Daten ausgewertet. Die Fischzählkammer wird abhängig von der Fischmenge einmal pro Tag geleert und ausgewertet. Die Fischzählungen im Raugerinne Beckenpass beim DKW wird nur während der Hauptwanderzeit der Fische (Mai bis November) durchgeführt.

Gleichzeitig mit den Zählungen in den Zählkammern werden die PIT-Untersuchungen durchgeführt. Die Fische werden zum einen mittels Elektrofischerei (Unterwasser HKW/ Restwasserstrecke KW Aarau) oder in den Zählkammern der beiden FAH KW Aarau gefangen.

Zusätzlich werden an ausgewählten Zeitpunkten Untersuchungen mittels Unterwasserkamera durchgeführt.

8. Weiteres Vorgehen

Das vorliegende Konzept zur Wirkungskontrolle wurde noch nicht mit den Behörden abgestimmt, was nach der öffentlichen Auflage noch erfolgen wird.

Nach Vorliegen der Zusicherungsverfügung des BAFU zum Entschädigungsgesuch der Eniwa werden bei externen Fachbüros Offerten für die Durchführung der Wirkungskontrolle eingeholt. Das vorliegende Konzept gilt als Pflichtenheft für die Ausschreibung.

Der Termin für den Start der Wirkungskontrolle ist gemäss Kapitel 7 nach Inbetriebsetzung der FAH beim HKW («J1») vorgesehen. Aktuell kann davon ausgegangen werden, dass der Bau des neuen HKW im Jahr 2025 abgeschlossen ist.

Literatur

- [1] IUB Engineering AG: Optimierung Kraftwerk Aarau. Bau- und Auflageprojekt. Neues Flusskraftwerk Aarau, Technischer Bericht. Gesuch vom 6. April 2021.
- [2] IUB Engineering AG: Optimierung Kraftwerk Aarau. Bau- und Auflageprojekt. Neues Flusskraftwerk Aarau, Beilage 3.13. Kraftwerk Aarau – Wiederherstellung der Fischgängigkeit. Gesuch vom 6. April 2021.
- [3] Interkantonale Aareplanung: Strategische Planung Sanierung Fischgängigkeit, Fischwanderhilfen bei Aarekraftwerken – Einheitliche Grundsätze der Kantone Aargau, Bern und Solothurn; Version 1.1 / 15.08.2014
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V: DWA-Themen, Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen, Auswertung durchgeführter Untersuchungen und Diskussionsbeiträge für Durchführung und Bewertung, April 2006
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V: Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung Bemessung, Qualitätssicherung, Mai 2014.
- [6] IBAarau Kraftwerke AG (heute Eniwa Kraftwerk AG) – Guthruf J. und Guthruf-Seiler K.: Beilage zur UVB Hauptuntersuchung - 5.1 Fachbericht Gewässerökologie und Fische. 23. Oktober 2013.
- [7] WFN – Wasser Fisch Natur AG - Breitenstein M. et al., Kraftwerk Rüchlig AG: Wiederherstellung der Fischwanderung. Fischaufstiegshilfen beim Haupt- und Dotierkraftwerk – Wirkungskontrolle. H 17330, Dezember 2019
- [8] WFN – Wasser Fisch Natur AG - Breitenstein M. et al., Kraftwerk Rapperswil-Auenstein AG: Dotierkraftwerk. Fischaufstiegshilfen – Wirkungskontrolle. H 17332, Dezember 2019
- [9] Arbeitsgemeinschaft Handbuch Wirkungskontrollen Fischgängigkeit: Massnahmenumsetzung Sanierung Fischgängigkeit - Umfang und Methodenwahl von Wirkungskontrollen. Bericht im Auftrag des BAFU, Dezember 2016.
- [10] Peter FishConsulting - Wilmsmeier L., Schölzel, N. und Peter A.: Fischwanderung: Kontrollinstrument Zählbecken. Die unterschätzte Bedeutung der Reusenkehle. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU: 48 S, April 2019.
- [11] Peter FishConsulting - Peter A., Mettler R. und Schölzel N.: Kurzbericht zum Vorprojekt "PIT-Tagging Untersuchungen am Hochrhein - Kraftwerk Rheinfelden". Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Oktober 2016.
- [12] Peter FishConsulting – Wilmsmeier L. et al.: Fischwanderung: Kontrollinstrument Zählbecken, Weiterführende Untersuchungen zum Einsatz der kombinierten Kehle. Expertenbericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU. Oktober 2020.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Übersicht über das Kraftwerk Aarau, bestehend aus DKW mit Stauwehr und HKW [map.geo.admin.ch, Zugriff 07.02.2019].	3
Abb. 1.2	Übersicht der Anlageteile HKW [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]	4
Abb. 2.3	Übersicht neue FAH beim HKW KW Aarau [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau].	6
Abb. 2.4	Übersicht neue FAH beim DKW KW Aarau [map.geo.admin.ch, Zugriff 29.09.2020]	7
Abb. 5.5	Adaptierte Reusenkehle nach dem System von FishConsulting [10].	11
Abb. 5.6	Übersicht FAH HKW. Provisorisch definierte Installationsstellen der 7 PIT-Tag Antennen (Rot markiert). [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]	13
Abb. 5.7	Einstieg 1 mit Leitwand: Provisorisch definierte Installationsstelle (Rot markiert) der PIT-Tag Antennen Nr. 1 und 2. Antenne Nr. 1 – Definition Installationsstelle 1.1 oder 1.2 nach Realisierung FAH (Sonderanfertigung). Antenne Nr. 2 – Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 2-3. [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]	13
Abb. 5.8	Links: Provisorisch definierte Installationsstelle (Rot markiert) der PIT-Tag Antenne bei Einstieg 2. Antenne Nr. 3 – Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken 2-3. Rechts: Provisorisch definierte Installationsstellen (Rot markiert) der PIT-Tag Antennen Nr. 4 bis 6 um das Verteilbecken (Becken Nr. 20). Antenne Nr. 4 – Strang Einstieg 1, Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 17-18. Antenne Nr. 5 – Strang Einstieg 2, Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 18-19. Antenne Nr. 6 – Strang Richtung FAH-Ausstieg, Installation PIT-Antenne in Schlitz zwischen Becken Nr. 21-22. [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]	14
Abb. 5.9	Provisorisch definierte Installationsstellen (Rot markiert) der PIT-Tag Antennen beim Zählbecken. Antenne Nr. 7 – Installation PIT-Antenne in Schlitz vor Zählbeckeneinstieg zwischen Becken Nr. 50-51. [Quelle: Situationsplan; Plan Nr. Eniwa P.33.980; Stand: 06.04.2021; Projektverfasser: IG KW Aarau]	14
Abb. 5.10	Übersicht FAH Restwasserstrecke (DKW). Drei provisorisch definierte Installationsstellen der PIT-Tag Antennen im Raugerinne Beckenpass und Umgehungsgerinne Schönenwerd (Rot markiert).	15
Abb. 5.11	Installierte Unterwasserkamera in der Zählreuse der Kraftwerk Eglisau-Glattfelden AG. Ermöglicht variable Beobachtungsmöglichkeiten von Fischen in einer FAH [Axpo].	16
Abb. 5.12	Ausschnitt einer Videoaufnahme mit Massenansammlung von Barben vor einem Schlitz in der FAH der Kraftwerk Eglisau-Glattfelden AG. Der blaue Pfeil zeigt die Fließrichtung. [Axpo]	16

Tabellenverzeichnis

Tab. 7.1	Terminlicher Ablauf für die Wirkungskontrolle der neu erbauten FAH beim HKW KW Aarau der Eniwa, inklusive Berücksichtigung der PIT-Untersuchung und Fischzählung FAH DKW.	19
----------	---	----