

Massnahmenumsetzung Sanierung Fischgängigkeit Handbuch Wirkungskontrollen



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Wasser, 3003 Bern.

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer

Aquarius GmbH, Föhrenweg 1, 4552 Derendingen, www.netaquarius.ch

AquaPlus AG, Gotthardstrasse 30, 6300 Zug, www.aquaplus.ch

Fischwerk, Neustadtstrasse 7, 6003 Luzern, www.fischwerk.ch

Aquatica GmbH, Hängertstrasse 13g, 3114 Wichtrach

Autoren

Claudia Zaugg, Aquarius GmbH, Tel. +41 32 351 36 46, info@netaquarius.ch

Lukas Boller, AquaPlus AG, Tel. +41 41 729 30 00, lukas.boller@aquaplus.ch

Dr. Werner Dönni, Fischwerk, Tel. +41 41 210 20 15, werner.doenni@fischwerk.ch

Dr. Joachim Guthruf, Aquatica GmbH, Tel. +41 31 781 49 40, info@aquatica-gmbh.ch

Projektleitung

Martin Huber Gysi, BAFU

Claudia Zaugg, Aquarius

Begleitgruppe

Thomas Ammann, WWF Schweiz

Lukas Bammatter, BAFU

David Bittner, Sektion Jagd und Fischerei Kanton Aargau

Carl Robert Kriewitz, BKW Energie AG, Bern

Lucie Lundsgaard-Hansen, BAFU

Ricardo Mendez, Axpo Power AG, Baden

Marcel Michel, Amt für Jagd und Fischerei Kanton Graubünden

Armin Peter, FishConsulting, Olten

Ueli Rippmann, Aqua Viva, Schaffhausen

Jean-Daniel Wicky, Fischereiverwaltung Kanton Freiburg

Hinweis

Dieses Handbuch wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Der Auftrag wurde durch die Autoren 2017 mit der Abgabe des Schlussberichtes abgeschlossen. Für den Inhalt sind allein die Auftragnehmer verantwortlich.

Titelbild

Fotos Aquarius

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	1
VORWORT / DANK	2
1. EINLEITUNG	3
2. RECHTLICHE GRUNDLAGEN	4
3. EINBETTUNG INS GESAMTMONITORING	5
4. SITUATION SANIERUNG FISCHGÄNGIGKEIT SCHWEIZ	5
5. GRUNDLAGEN FÜR DIE PLANUNG	7
5.1 Genereller Ablauf	7
5.2 Unterhalt	7
5.2.1 <i>Planerische Vorgaben</i>	7
5.2.2 <i>Unterhaltskonzept</i>	8
5.3 Technische Wirkungskontrolle	12
5.4 Konzept biologische Wirkungskontrolle	15
6. NOTWENDIGKEIT VON BIOLOGISCHEN WIRKUNGSKONTROLLEN	15
7. SANIERUNGSZIELE	16
7.1 Funktionalität	16
7.2 Triage der Sanierungsziele und Wahl der Erhebungsmethode	18
8. BIOLOGISCHE WIRKUNGSKONTROLLE FISCHAUFSTIEG	21
8.1 Untersuchungszeitraum	21
8.2 Untersuchungsdauer	21
8.2.1 <i>Kontrolle mittels Zählbecken, Reuse</i>	21
8.2.2 <i>Kontrolle mittels anderer Methoden</i>	21
9. BIOLOGISCHE WIRKUNGSKONTROLLE FISCHABSTIEG	24
9.1 Untersuchungszeitraum	24
9.1.1 <i>Biologische Grundlagen</i>	24
9.1.2 <i>Empfehlungen</i>	24
9.2 Untersuchungsdauer	26
9.2.1 <i>Manuelle Kontrollmethoden</i>	26
9.2.2 <i>Andere Methoden</i>	26
10. BEWERTUNG	27
10.1 Grundsätzliches	27
10.2 Bewertungsmethoden	28
10.2.1 <i>Fischaufstieg</i>	28
10.2.2 <i>Fischabstieg</i>	29
10.3 Erhebungen	30

11. BERICHT	30
12. NACHBESSERUNGSBEDARF	31
12.1 Fischaufstieg	31
12.2 Fischabstieg	31
13. OFFENE PUNKTE – AUSBLICK	32
14. LITERATUR	33
 ANHANG 1: Beschreibung von Methoden zur Untersuchung der Fischgängigkeit	 35
* Zählbecken	36
* Reusen	41
* Netzsysteme	46
* PIT-Tagging	54
* Infrarotzählsystem (VAKI-Riverwatcher)	60
* Video- & Kamerasysteme	64
* Fang (Markierung) – Wiederfang	69
* Rechengutuntersuchungen	71
* Telemetry	73
* Sonar	77
 ANHANG 2: Glossar	 81

ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund einer Gesetzesänderung werden in der Schweiz in den nächsten Jahren mehrere Hundert Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlagen gebaut oder saniert. Unterhalt und Wirkungskontrollen müssen bereits bei der Planung solcher Anlagen einbezogen werden. Entsprechende Konzepte müssen erarbeitet werden; sie sind Bestandteil des Bewilligungsverfahrens.

Schliesslich muss anhand von Wirkungskontrollen überprüft werden, ob die sanierten Anlagen ihren Zweck erfüllen und somit keine wesentlichen Beeinträchtigungen der Fischmigration mehr vorliegen. Das vorliegende Handbuch definiert Richtlinien, mit deren Hilfe Unterhalt und Wirkungskontrollen effektiv und gesetzeskonform ausgeführt werden können. Zudem erlauben sie einen besseren Vergleich zwischen Wirkungskontrollen verschiedener Anlagen.

Bei jeder sanierten/neu gebauten Anlage muss eine technische Wirkungskontrolle durchgeführt werden. Die biologische Wirkungskontrolle darf erst erfolgen, wenn die technische Wirkungskontrolle zeigt, dass keine Defizite mehr vorhanden sind resp. die technischen Zielvorgaben erfüllt werden.

Auf biologische Wirkungskontrollen darf nur im Ausnahmefall verzichtet werden; die Gründe für einen allfälligen Verzicht müssen plausibel dargestellt und zusammen mit dem Finanzierungsgesuch eingereicht werden. Die Vollzugsbehörde ist befugt, an jeder sanierten Fischauf- und Fischabstiegsanlage eine biologische Wirkungskontrolle zu verfügen.

Bei der Planung einer biologischen Wirkungskontrolle müssen als Erstes die Sanierungsziele definiert werden, die anhand biologischer Kriterien ermittelt werden. Da in der Regel nicht alle Aspekte untersucht werden können, wird anhand einer Triage ermittelt, welche prioritären Fragestellungen mit der biologischen Wirkungskontrolle zu beantworten sind, welche Parameter hierfür untersucht werden müssen und welche Methoden sich für diese Untersuchungen eignen.

In einem nächsten Schritt wird festgelegt, wann und wie lange diese Untersuchungen stattfinden. Sie müssen den Zeitpunkt grösster Wanderaktivität abdecken. Das Handbuch liefert verschiedene Grundlagen zur Festlegung von Zeitpunkt und Dauer.

Schliesslich werden Grundsätze für die Bewertung der erhaltenen Resultate formuliert und die Aspekte aufgezeigt, die in einem Bericht dargestellt werden müssen.

Zeigt die biologische Wirkungskontrolle Defizite auf, muss die Anlage entsprechend nachgebessert werden. Das Handbuch beschreibt, wie in solchen Fällen vorzugehen ist. Eine Anlage gilt erst als saniert, wenn nachgewiesen ist, dass die Sanierungsziele erreicht wurden.

Der Anhang des Handbuchs liefert einen Überblick über Untersuchungsmethoden zur biologischen Untersuchung der Fischgängigkeit mit Fallbeispielen.

VORWORT / DANK

Die neuen gesetzlichen Bestimmungen bezüglich der ökologischen Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen stellen eine grosse Chance für unsere Gewässer und unsere Fischfauna, aber auch eine grosse Herausforderung für alle Beteiligten dar: Bis 2030 müssen je ca. 700 Fischauf- und Fischabstiegsanlagen saniert, d.h. geplant, gebaut/umgebaut und anhand technischer und biologischer Wirkungskontrollen überprüft werden – eine schwierige, aber gleichzeitig auch äusserst spannende Aufgabe. Dies auch deshalb, weil in der Schweiz eine grosse Vielfalt an Gewässern vorhanden ist, und Fischwanderhilfen an bestehenden Wasserkraftanlagen gebaut resp. saniert werden müssen, was Standardlösungen verunmöglicht.

Wir stellen im vorliegenden Handbuch den Stand des Wissens bzgl. Wirkungskontrollen dar, zeigen aber auch auf, welche Defizite resp. Wissenslücken noch vorhanden sind – gerade auch bezüglich Fischschutz und Fischabstieg. Allfällige Wissensdefizite sind aber kein Hinderungsgrund, den eingeschlagenen Weg weiterzugehen, anhand der ersten Sanierungsprojekte Lehren zu ziehen und das gewonnene Wissen in die nächsten Sanierungsprojekte einfließen zu lassen.

Der Auftrag wurde durch die Autoren 2017 mit der Abgabe des Schlussberichtes abgeschlossen. Seither sind neue Wissensgrundlagen im Ausland erschienen, welche auch zur Planung der Wirkungskontrollen in der Schweiz genutzt werden können:

- «Mindestanforderungen bei der Überprüfung von Fischaufstiegshilfen und Bewertung der Funktionsfähigkeit» (Richtlinien des österreichischen Fischereiverbands, 2020)¹,
- «Guidance for assessing the efficiency and related metrics of fish passage solutions using telemetry» (CEN Standard, 2021)², und
- «Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstiegs» (DWA Themenband, 2021)³.

Durch die nationale Fachgruppe Wirkungskontrolle Fischgängigkeit wurden zudem Mustervorlagen für Konzepte und Schlussberichte⁴ der biologischen Wirkungskontrollen erarbeitet. Zudem wurden erste Berichte von bereits durchgeführten Wirkungskontrollen veröffentlicht⁵. Im vorliegenden Handbuch wurden aber lediglich wichtige Änderungen von Verordnungen, Bestimmungen o.ä. aktualisiert.

Eine Kurzzusammenfassung⁶ «Massnahmenumsetzung Sanierung Fischgängigkeit - Umfang und Methodenwahl von Wirkungskontrollen» wurde im Dezember 2016 publiziert.

Die Erarbeitung des vorliegenden Handbuchs wurde von einer interdisziplinären Begleitgruppe begleitet (Zusammensetzung s. Impressum). Es liegt in der Natur der Sache, dass zu den verschiedenen Themenkreisen unterschiedliche Meinungen bestehen. Die vorliegende Version des Handbuchs gibt somit die Interpretation der gesetzlichen Vorgaben aus Sicht der Verfasser wieder.

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten für die offenen und konstruktiven Diskussionen sowie für die vielen wertvollen Informationen, die uns zur Verfügung gestellt wurden.

Claudia Zaugg, Aquarius & Werner Dönni, Fischwerk

¹ [Fischerei-Verband: ÖFV Broschüren](#)

² [Guidance for assessing the efficiency and related metrics of fish passage solutions using telemetry](#)

³ [DWA - Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstiegs](#)

⁴ [Mustervorlagen Wirkungskontrolle | Plattform Renaturierung](#)

⁵ [Massnahmen Renaturierung | Plattform Renaturierung](#)

⁶ [Umfang und Methodenwahl Wirkungskontrollen Fischgängigkeit](#)

1. EINLEITUNG

Aufgrund der Revision der Gewässerschutz- und Fischereigesetzgebung von 2011 werden in den nächsten Jahren mehrere Hundert Fischaufstiegs- und Fischabstiegshindernisse saniert werden (Kap. 4). Hinsichtlich der Wirkungskontrolle von Fischaufstiegs- und Fischabstiegshilfen sind in der Schweiz bisher keine einheitlichen Standards für anzuwendende Methoden, Untersuchungsdauer, Bewertungen etc. vorhanden.

Das vorliegende Handbuch baut auf dem Kurzbericht „Umfang und Methodenwahl Wirkungskontrollen“ (Zaugg & al. 2016) auf. Dieser wird mit spezifischen Fragestellungen ergänzt, und bestimmte Problemkreise werden vertieft abgehandelt. Es handelt sich jedoch nicht um ein „hartes“ Tool, welches ein genaues Vorgehen vorschreibt. Vielmehr definiert das Handbuch Richtlinien, mit deren Hilfe die vorgesehenen Wirkungskontrollen effektiv und gesetzeskonform ausgeführt werden können. Dies wird gleichzeitig auch zu einer grösseren Vergleichbarkeit der erhaltenen Daten führen. Das Handbuch soll dem Nutzer zudem aufzeigen, mit welchen Problemen zu rechnen ist, welches die Grenzen solcher Untersuchungen sind, und welche Fragen gemäss heutigem Stand des Wissens noch nicht beantwortet werden können.

Das Ziel einer Wirkungskontrolle ist es zu ermitteln, ob eine sanierte Anlage ihren Zweck erfüllt und somit keine wesentlichen Beeinträchtigungen mehr vorliegen (Kap. 2, Kap. 7). Die Beantwortung weitergehender Fragen ist Aufgabe der Grundlagenforschung und kann im Rahmen der hier beschriebenen Wirkungskontrollen nur in Ausnahmefällen stattfinden (z. B. bei Pilotanlagen oder koordinierten Untersuchungen). Das Monitoring der Bestandes-Entwicklung stellt ebenfalls kein Ziel biologischer Wirkungskontrollen von Fischwanderanlagen dar.

Fragen bzgl. Planung von Fischwanderanlagen werden im vorliegenden Dokument nicht abgehandelt. Hierfür wird die Checkliste Best Practice (Hefti 2012) überarbeitet. Teile des Handbuchs werden in diese Überarbeitung integriert und später zusammen mit der Checkliste Best Practice periodisch aktualisiert und dem neusten Wissensstand angepasst.

Definitionen gemäss Monitoring Big Picture:

Die **Erfolgskontrolle** umfasst die Umsetzungskontrolle und die Wirkungskontrolle.

Bei der **Umsetzungskontrolle** wird der Stand der Umsetzung der Aufgaben aus der Massnahmenplanung erfasst.

Bei der **Wirkungskontrolle** wird untersucht, ob die ausgeführten Massnahmen die gewünschte Wirkung zeigen, und ob die geplanten Verbesserungen herbeigeführt werden konnten.

Bei der Wirkungskontrolle für Fischwanderhilfen wird zwischen einer technischen und einer biologischen Wirkungskontrolle unterschieden.

2. RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Das **Bundesgesetz** über die Fischerei (BGF) vom 21. Juni 1991 verlangt die Sicherstellung der freien Fischwanderung (Neuanlagen: Art. 9 Abs. 1 Bst. b; bestehende Anlagen: Art. 10). Das Gesetz macht keine spezifischen Einschränkungen. Folglich ist unter dem Begriff „freie Fischwanderung“:

- sowohl der Fischeinfuhr- als auch der Fischeinfuhr (inkl. Fischeinfuhr) sowie
- die Durchgängigkeit für alle vorkommenden Arten und Altersstadien zu verstehen.

Im Rahmen der kantonalen strategischen Planungen zur Wiederherstellung der Fischwanderung wurde für sämtliche Kraftwerksanlagen der Sanierungsbedarf bestimmt. Ein Sanierungsbedarf wurde bei einer *wesentlichen* Beeinträchtigung des Auf- oder Abstiegs der Fische ausgewiesen (Anhang 4 Art. 1 Bst. b VBGF). Damit präzisiert die Vollzugshilfe das Ziel der „freien Fischwanderung“ in dem Sinne, dass eine gewisse, aber keine wesentliche Beeinträchtigung vorliegen darf.

Gemäss Artikel 9c der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei prüfen die Inhaber von Wasserkraftwerken nach Anordnung der Behörde die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen. Diese Wirkungskontrolle ist integraler Bestandteil der Massnahmenplanung und ist bei der Projektierung und der Kostenschätzung einzubeziehen. Die Kosten für die Planung und Durchführung der Erfolgskontrolle werden gemäss Ziff. 3.1d Anhang 3 der Energieverordnung (EnV) vom 1. November 2017 entschädigt.

Wie die Wahl und die Umsetzung der Sanierungsmassnahmen ist auch die Wirkungskontrolle in ihrem Umfang auf das für die Beurteilung der Wirkung notwendige Ausmass auszurichten (BAFU 2016). Dabei sind die Gebote der Wirtschaftlichkeit und der Verhältnismässigkeit sowie des Vorsorgeprinzips (Art. 1 Abs. 2 USG vom 7. Oktober 1983, Art. 3 GSchG) zu beachten.

Sollten Wirkungskontrollen zeigen, dass mit der Fischwanderhilfe die festgelegten Ziele (Kap. 7) nicht erreicht werden, können vom Kanton zusätzliche Massnahmen verfügt werden. In diesem Fall kann der Kraftwerksinhaber wiederum ein Gesuch um Kostenentschädigung nach EnV stellen.

Für die Überprüfung der Durchgängigkeit für Fische und Krebse (Vollzugsmassnahmen) sind keine Tierversuchsbewilligungen für folgende Standardmethoden erforderlich⁷: Elektrofischfang, Betäubung, Markierung mittels PIT-tags, Zurücksetzen und spätere Kontrolle durch Empfang des PIT-tag-Signals. Falls eine andere Methode angewendet werden soll empfehlen wir, den Kontakt mit der kantonalen Fischereifachstelle aufzunehmen und die aktuell geltenden Vorgaben abzuklären.

Die Kantone erstatten dem Bund alle vier Jahre Bericht über durchgeführte Massnahmen (erstmalig 2018; BAFU Publikation (2020) «Stand ökologische Sanierung Wasserkraft 2018»)⁸.

⁷ [Fachinformation: Tierversuchsbewilligung bei Untersuchungen, Bestandenserhebungen und Forschungsprojekten an Wildtierpopulationen 4.03](#)

⁸ [Stand ökologische Sanierung Wasserkraft 2018 - BAFU](#)

3. EINBETTUNG INS GESAMTMONITORING

Da in allen Bereichen der Revitalisierung der Gewässer die Wirksamkeit der Massnahmen überprüft werden muss, ist eine Abstimmung dieser Untersuchungen durch die Kantone erforderlich, damit allfällige Synergien genutzt werden können.

Es wird zurzeit geprüft, ob durch entsprechende methodische Vorgaben und Standardisierung ermöglicht werden kann, dass die im Rahmen aller Wirkungskontrollen erhobenen Daten für ein Gesamtmonitoring „Big picture“ zusammengefasst werden können. Dazu sollen Standards für ein mindestens zu erhebendes Datenset definiert werden. Da diese Koordinationsarbeiten noch nicht abgeschlossen sind, können jedoch in dieser Publikation noch keine entsprechenden konkreten Angaben präsentiert werden. Es ist vorgesehen, die entsprechenden Vorgaben im geplanten Vollzugshilfemodul „Umsetzung der Massnahmen Sanierung Fischwanderung“ welches eine Zusammenfassung dieses Handbuchs enthalten wird, zu integrieren. Allfällige spätere Änderungen werden nach Möglichkeit nachgeführt.

4. SITUATION SANIERUNG FISCHGÄNGIGKEIT SCHWEIZ

Die kantonalen Planungen zur Sanierung der Fischwanderung zeigen, dass viele kraftwerksbedingte Wanderhindernisse über keine oder nur ungenügende Fischwanderhilfen verfügen, oder der Schutz für abwärts wandernde Fische nicht gewährleistet ist. Von den gesamtschweizerisch etwa 2'000 kraftwerksbedingten Hindernissen müssen bei je ca. 35 % der Fischaufstieg und/oder der Fischabstieg wiederhergestellt werden (Abb. 1).

Im Rahmen der Sanierungsplanung wurde die Fischartenzusammensetzung im betroffenen Gewässer nicht ausgewiesen. Das Vorkommen ausgewählter Fischarten (Aal, Äsche, Bach-/Seeforelle, Barbe, Lachs, Nase) wurde hingegen erfasst. Aufgrund dieser Angaben konnte für jedes Wanderhindernis bestimmt werden, ob es an einem Gewässer mit Forellen, an einem Gewässer mit Forellen und Gropfen oder an einem Gewässer mit gemischtem Fischbestand liegt (Tab. 1). Demnach liegt mehr als die Hälfte der sanierungsbedürftigen Anlagen an einem Gewässer mit gemischtem Fischbestand. Die übrigen liegen vermutlich primär in Forellengewässern, wobei das Vorkommen nicht ausgewiesener Arten (z. B. Alet) nicht auszuschliessen ist.

Tab. 1: Sanierungsbedürftige kraftwerksbedingte Wanderhindernisse, aufgeschlüsselt nach dem im Rahmen der Sanierungsplanung ausgewiesenen Fischartenvorkommen (Daten BAFU, Stand Juni 2016, ohne Daten Kanton Genf)

Vorkommende Fischarten	Sanierungsbedürftige Hindernisse [%]	
	Aufstieg (N=665)	Abstieg (N=697)
nur Forelle (Bach-/Seeforelle)	16	18
nur Forelle + Groppe	31	26
Aal, Äsche, Barbe oder Nase	53	56

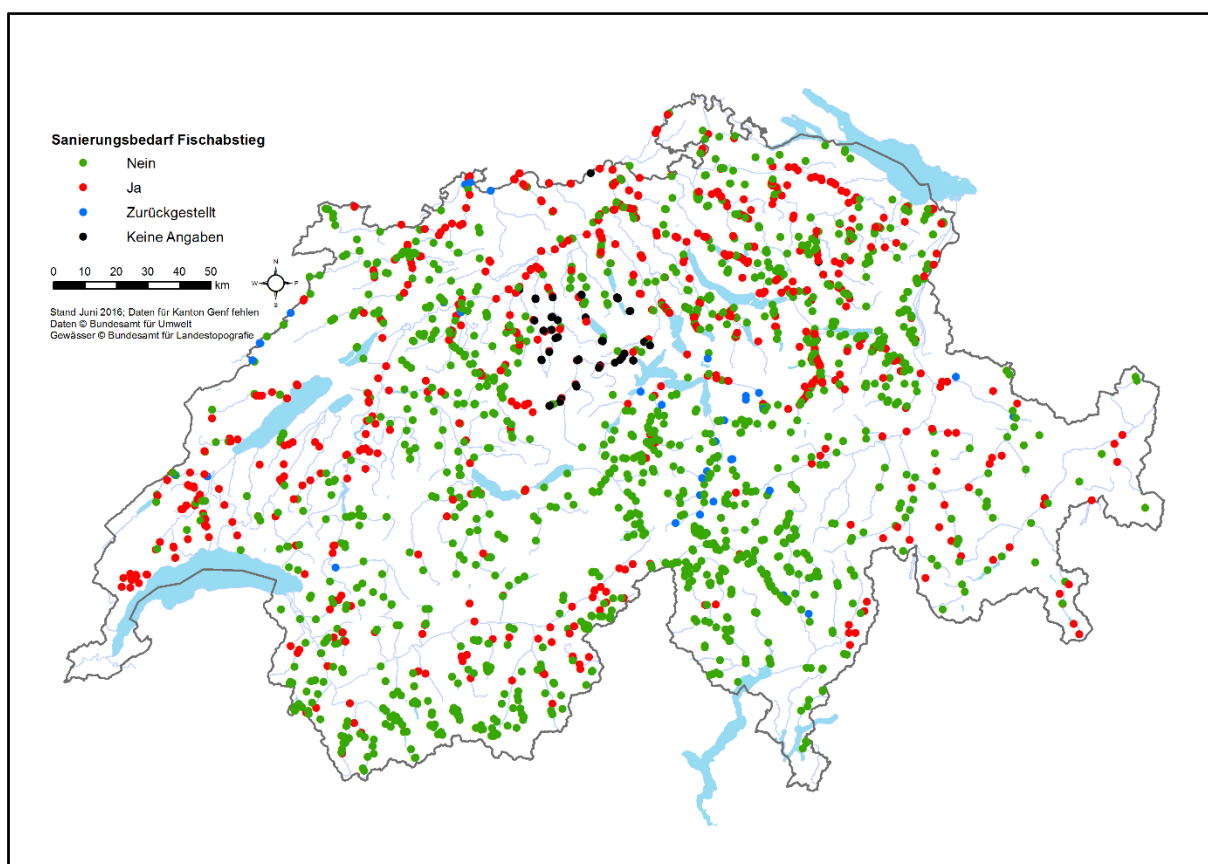
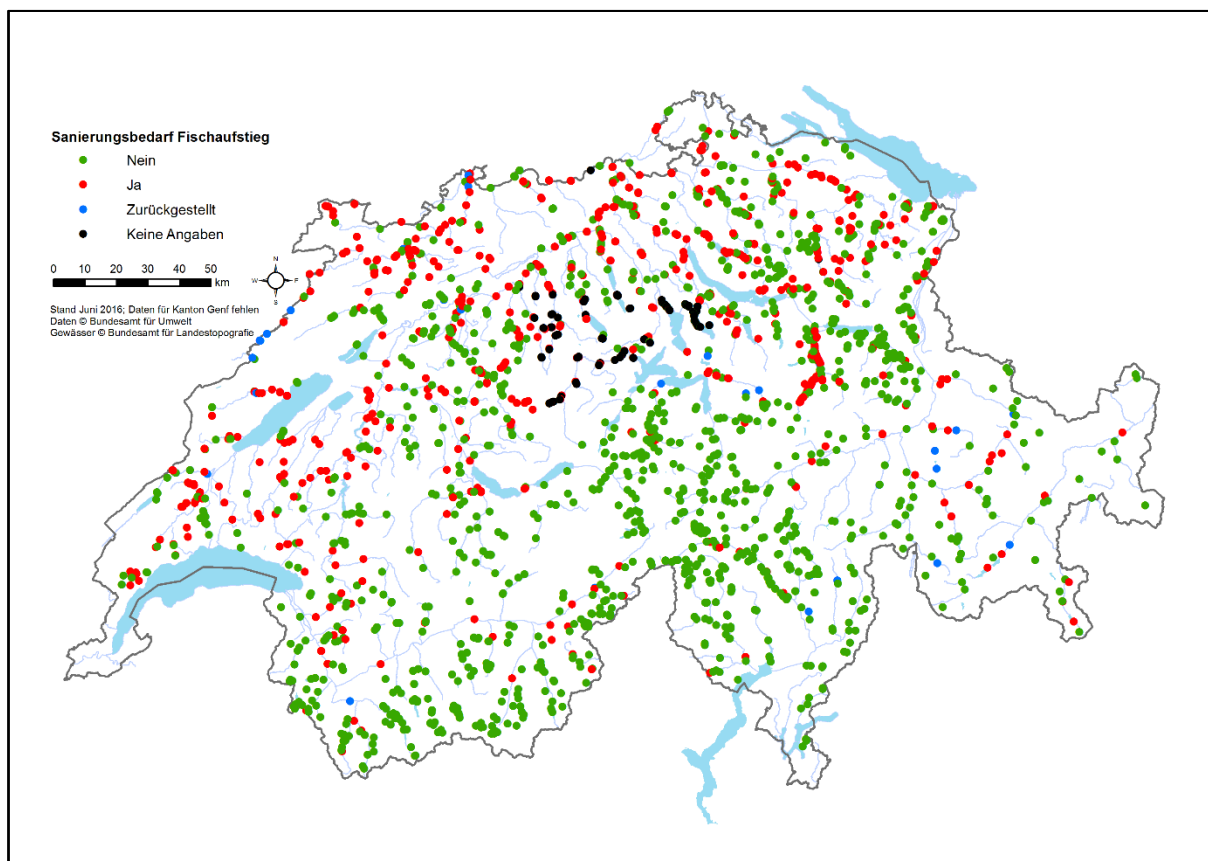


Abb. 1: Sanierungsbedarf der kraftwerksbedingten Wanderhindernisse bzgl. Fischauf- und -abstieg (Daten BAFU, Stand Juni 2016)

5. GRUNDLAGEN FÜR DIE PLANUNG

5.1 Genereller Ablauf

Die Wirkungskontrolle an einer Fischwanderhilfe läuft in mehreren Schritten ab (Abb. 2). Die ersten Schritte umfassen die Erstellung eines Unterhaltskonzepts (Kap. 5.2) sowie je eines Konzepts für die technische⁹ (Kap. 5.3) und die biologische Wirkungskontrolle (Kap. 5.4) im Rahmen der Massnahmenplanung. Dadurch ist gewährleistet, dass allfällige bauliche oder betriebliche Vorrichtungen, die für den Unterhalt bzw. die Wirkungskontrolle benötigt werden, von Anfang an miteinbezogen werden. Die Konzepte werden zusammen mit dem Finanzierungsgesuch eingereicht.

Die biologische Wirkungskontrolle erfolgt erst, wenn die technische Wirkungskontrolle aufzeigt, dass die geometrischen, morphologischen und hydraulischen Zielvorgaben erfüllt werden. Allfällige Defizite sollen möglichst auf der jeweiligen Stufe behoben werden. Während des gesamten Betriebs der Anlage muss ein Unterhalt gemäss Unterhaltskonzept ausgeführt werden.

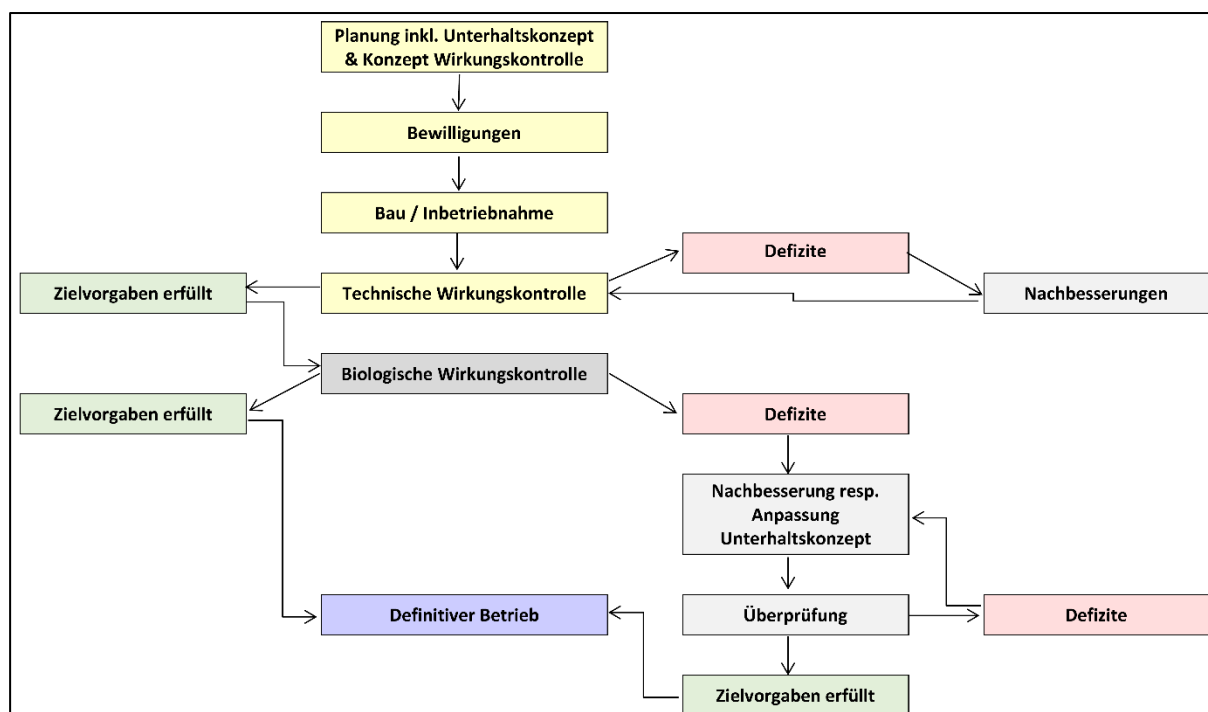


Abb. 2: Ablauf der Wirkungskontrolle von der Inbetriebnahme bis zum definitiven Betrieb einer Fischwanderhilfe

5.2 Unterhalt

Die Kosten für den Unterhalt und die Instandsetzung von Fischwanderanlagen werden gemäss Energieverordnung nicht vergütet und obliegen dem Kraftwerksbetreiber.

5.2.1 Planerische Vorgaben

Aus den kantonalen Schlussberichten bzgl. strategischer Planung Fischgängigkeit ging hervor, dass viele Fischwanderhilfen zwar grundsätzlich gut geplant und gebaut wurden, jedoch aufgrund ungenügenden Unterhalts schlecht funktionieren¹⁰.

⁹ oft als technische Funktionskontrolle bezeichnet

¹⁰ Diese Problematik ist auch aus anderen Ländern bekannt: Im Einzugsgebiet der Loire beispielsweise zeigte eine systematische Erhebung auf, dass von 10 Fischpässen lediglich 4 als funktionell eingestuft werden konnten, 5 wegen schlechten Unterhalts oder Betriebs mangelhaft funktionierten und eine Anlage schlecht konzipiert war (Hilaire & al. 2014).

Die Thematik Unterhalt ist deshalb bereits bei der Planung systematisch einzubeziehen und wird idealerweise in der fischereirechtlichen Bewilligung geregelt. Grundsätzlich sind alle Anlagen so zu planen, dass sie möglichst geringen Unterhalt benötigen und Wartungen problemlos durchgeführt werden können:

- Bauwerke sind generell so zu konzipieren, dass der Unterhalt möglichst klein ist.
- Das Verstopfungsrisiko an Engstellen muss minimiert werden.
- Alle Anlageteile sollen leicht zugänglich sein und gut unterhalten werden können (manuell oder u.U. auch maschinell, bei Bedarf Anbringen von Wartungsstegen, Treppen, Geländern etc.).
- Die Wanderhilfe muss so angelegt werden, dass möglichst wenig Geschwemmsel und Geschiebe eingeschwemmt wird (z. B. keine direkte Anbindung von Fischliften ans Oberwasser).
- Die Anlage muss trockengelegt werden können (Ausnahme: Umgehungsgewässer).
- Die Dotation der Bauwerke muss problemlos eingehalten und überprüft werden können (z. B. automatisierte Durchflussmessungen, Anbringen von Markierungen oder Messlatten, Abb. 5).



Abb. 3: Anlagen, die von hohen Mauern/Steilwänden umgeben sind, können nur mit grossem Aufwand und entsprechendem Risiko kontrolliert und gewartet werden (Aquarius)

5.2.2 Unterhaltskonzept

Es kann kein standardisiertes Unterhaltskonzept definiert werden; dieses muss die jeweilige Situation (Art der Migrationshilfe, Geschwemmselanfall etc.) berücksichtigen.

Frequenz der Kontrollen

Es wird empfohlen, bei jeder Fischwanderhilfe folgende Kontrollen durchzuführen:

- **Standardkontrollen** (z. B. 1 x pro Woche): Regelmässig ist eine visuelle Kontrolle der Gesamtanlage vorzunehmen; bei Bedarf sind Massnahmen einzuleiten. Je früher allfällige Schäden repariert resp. je regelmässiger eine Anlage gewartet wird, desto geringer ist der Aufwand, da langfristigen Schäden vorgebeugt werden kann.
- **Zusätzliche, situationsbezogene Kontrollen:** Bei speziellen Verhältnissen (z. B. nach Hochwasser, bei grossem Laubanfall) muss die gesamte Anlage kontrolliert und entsprechend gewartet werden.
- **Detaillierte Kontrolle** (z. B. 1 x pro Jahr): Für eine detaillierte Überprüfung muss die Anlage allenfalls geleert resp. soweit gedrosselt werden, dass relevante Anlageteile sichtbar werden. Damit können alle Bereiche entsprechend überprüft werden, u.a. auch in Bezug auf Abnutzungserscheinungen.

Art der Kontrollen – Fischaufstiegshilfen

Alle relevanten Bereiche von Fischaufstiegshilfen sind zu überprüfen (Tab. 2):

- **Genereller Zustand** des Objekts sowie der **Abflüsse** in den einzelnen Becken
- **Fassung:** Keine Verstopfung, korrekte Dotierung, keine Auflandungen
- **Fischaufstiegsanlage:** Wasserstände (Beurteilung anhand angebrachter Markierungen, Abb. 5), Kies- oder Feinsedimentablagerungen, Verstopfung von Durchlässen, Funktionalität Sohlsubstrat
- **Verbindung zu UW:** Korrekte Leitströmung, Zugänglichkeit Einstieg (keine Einkiesung)
- **Allfällige Zusatzdotierung:** Schützen, Pumpen etc. korrekt eingestellt, keine Verklausungen

Die Resultate der Überprüfung sind in einem Protokollblatt zu notieren. Kann ein allfälliges Problem nicht während eines Kontrollgangs gelöst werden (z. B. Entfernung von Verstopfungen mit einer Harke), müssen zusätzliche Arbeiten zur Problemlösung ausgeführt werden.

Tab. 2: Protokollblatt für die Kontrolle von Schlitz- oder Beckenpässen. Die zu untersuchenden Parameter sind der jeweiligen Anlage anzupassen¹¹

Allgemeine Angaben:				
Datum:				
Name des Bearbeiters:				
Abfluss Fischpass:				
Abfluss Fließgewässer:				

	Methode	Resultat	Problem gelöst	weitere Arbeitsschritte (Wartung, Reparatur) - welche?
Genereller Zustand der Anlage:				
Schäden an der Anlage	visuell	ja/nein	ja/nein	
Leckagen	visuell	ja/nein	ja/nein	
Unerwünschte Vegetation	visuell	ja/nein	ja/nein	
Fassungsbauwerk:				
Verklausungen	visuell/Harke	ja/nein	ja/nein	
Kies-/Sedimentablagerungen	visuell/Messlatte	ja/nein	ja/nein	
Dotierung Anlage	visuell/Messung	ja/nein	ja/nein	
Schlitzpass/Beckenpass:				
zu hohe Wasserspiegeldifferenzen zwischen Becken	visuell/Messung	ja/nein	ja/nein	
Kies-/Sedimentablagerungen	visuell/Messlatte	ja/nein	ja/nein	
Funktionalität Sohlsubstrat	visuell	ja/nein	ja/nein	
Verstopfungen von Schlitz-/Kronenausschnitten/Schlupflöchern	visuell/Harke	ja/nein	ja/nein	
Verbindung zu Unterwasser:				
Leitströmung korrekt	visuell	ja/nein	ja/nein	
Zugang Einstieg gewährleistet	visuell/Messlatte	ja/nein	ja/nein	
Im Falle einer Zusatzdotierung:				
Schütze/Schieber richtig eingestellt	visuell	ja/nein	ja/nein	
Pumpe in Betrieb	visuell	ja/nein	ja/nein	
Verstopfung Wasserentnahme	visuell/Harke	ja/nein	ja/nein	
Verstopfung Rechen Wasserzugabe	visuell	ja/nein	ja/nein	

¹¹ Gemäss Auskunft M. Meyer, KWO, ist der Unterhalt bei Fischliften, die nicht ans Oberwasser angebunden sind, gering, während bei Fischliften, bei denen eine solche Verbindung besteht, mit Materialeintrag und entsprechend grosser Verstopfungsgefahr zu rechnen ist.

Gemäss Auskunft M. Mende, IUB, müssen Fischschleusen regelmässig trockengelegt, auf Materialeintrag überprüft und entsprechend gewartet werden. Es sind Mannlöcher vorzusehen, durch welche die entleerte Schleuse betreten werden kann. Zustand von Zu- und Auslauf sind regelmässig zu überprüfen; deren Reinigung bedarf keiner Entleerung der Schleuse. Lichtquellen in unterirdischen Bereichen müssen zuverlässig funktionieren.



Abb. 4: Verstopfungen mit Geschwemmsel führen zu einer Beeinträchtigung der Hydraulik von Fischpässen. Wird dieses Material nicht regelmässig entfernt, kann dies neben einer Verhinderung des Fischeufstiegs zu einer Beschädigung empfindlicher Anlageteile (z. B. Holzelemente, Borsten) und allenfalls zu Fischverletzungen führen (Aquarius)

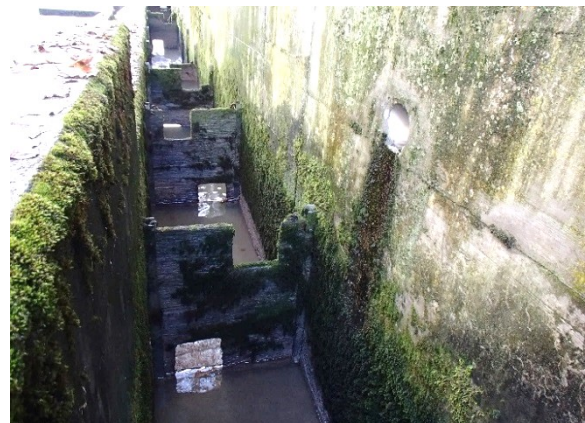


Abb. 5: Anhand in der Anlage angebrachter Markierungen oder Messlatten können verschiedene Parameter leichter überprüft werden. Durch periodisches Leeren der Anlage kann der Zustand der Gesamtanlage überprüft werden (Aquarius)



Abb. 6: Ablagerungen im Einstiegsbereich erschweren/verunmöglichen den Einstieg in die Anlage. In naturnahen Anlagen sowie in Ruhebecken kann es zu Feinsedimentablagerungen kommen, die entfernt werden müssen, sofern dadurch der Aufstieg beeinträchtigt wird (Fischwerk/Aquarius)

Art der Kontrollen – Fischabstiegshilfen

Auch Abstiegshilfen sind regelmässig auf Beeinträchtigungen des baulichen Zustands, einen korrekten Betrieb, Verstopfungen mit Geschwemmsel sowie Sediment-/Kiesablagerungen zu untersuchen. Dabei kommt der Verletzungsgefahr für Fische – im Gegensatz zu Aufstiegshilfen – eine besondere Bedeutung zu (Tab. 3):

- Bereiche, die von absteigenden Fischen mit grosser Geschwindigkeit passiert werden, dürfen keine Stellen aufweisen, an denen sich Fische verletzen können (Verstopfungen mit Geschwemmsel, hervorstehende Schrauben, Bleche etc.).
- Der Bereich des Bypassaustritts muss Geschwemmsel-frei und genügend tief (Auflandungen) sein, damit sich Fische beim Eintreffen ins Unterwasser nicht verletzen.

Bypässe können allenfalls mit Deckeln versehen werden, um eine visuelle Kontrolle zu ermöglichen und allfällige Verkläusungen besser entfernen zu können.



Abb. 7: Abstehende Metallteile u. ä. können in schnell fliessenden Bypässen zu Verletzungen absteigender Fische führen, ebenso wie Geschwemmselansammlungen innerhalb oder unterhalb von Bypässen (Aqua-rius/Økland et al. 2016)



Abb. 8: Geschwemmselansammlungen im Bereich des Rechens sowie beim Bypasseinstieg erschweren oder verunmöglichen einen Fischabstieg (Hilaire & al. 2014)

Tab. 3: Protokollblatt für die Kontrolle einer Fischabstiegsanlage (Leitrechen-Bypasssystem). Die zu untersuchenden Parameter sind der jeweiligen Anlage anzupassen

Allgemeine Angaben:				
Datum:				
Name des Bearbeiters:				
Abfluss Bypass:				
Abfluss Fließgewässer:				

	Methode	Resultat	Problem gelöst	weitere Arbeitsschritte (Wartung, Reparatur) - welche?
Genereller Zustand der Anlage:				
Schäden an der Anlage	visuell	ja/nein	ja/nein	
Leitrechen/Sohlleitrinne/Bypasseinstieg:				
Verstopfung/Auflandung Sohlleitrinne	Harken/Kamera	ja/nein	ja/nein	
Verstopfung Bypasseintritt	visuell	ja/nein	ja/nein	
Dotation Anlage	visuell/Messung	ja/nein	ja/nein	
Bypass:				
Verstopfung mit Geschwemmsel	visuell/Messung	ja/nein	ja/nein	
Abstehende Teile	Trockenlegung	ja/nein	ja/nein	
Ausstieg Bypass-Unterwasser:				
Ausreichende Wassertiefe	Messlatte	ja/nein	ja/nein	
Geschwemmselansammlung	visuell	ja/nein	ja/nein	

5.3 Technische Wirkungskontrolle

Viele Parameter der technischen Wirkungskontrolle müssen von der Bauleitung resp. der ökologischen Baubegleitung bereits während der Realisierung laufend kontrolliert werden (z. B. Schlitzbreiten, Zusammensetzung Sohlsubstrat, Kanalbreite, Höhe Einbauelemente).

Trotz Planung von Fischwanderhilfen gemäss neuem technischem Kenntnisstand und ökologischer Baubegleitung können vor der Inbetriebnahme nicht alle offenen Fragen geklärt werden, was ein Risiko für die Funktionalität des Bauwerks darstellt. Deshalb muss nach Fertigstellung einer Anlage in jedem Fall eine hydraulisch-technische Wirkungskontrolle durchgeführt werden.

Das Konzept der technischen Wirkungskontrolle muss alle wichtigen Angaben enthalten, damit die Behörden Art, Umfang und Notwendigkeit der vorgesehenen Untersuchungen nachvollziehen können. Die Kontrolle selber ist Bestandteil des Bauvorhabens.

Inhalte technischer Wirkungskontrollen:

- Überprüfung der Dimensionierung aller relevanten Anlagenteile (alle Becken, Schlitzbreiten, Leitrechen, Tosbeckentiefe etc.) gemäss Plänen. Die Resultate dieser Kontrolle dienen als Grundlage für die Bauabnahme gemäss SIA-Norm 118.
- Überprüfung der hydraulischen Parameter nach Fluten der Anlage (Fließgeschwindigkeiten, minimale Wassertiefen, Leitströmung etc.). Grundsätzlich müssen Fischwanderhilfen im Abflussspektrum zwischen Q_{30} und Q_{330} funktionsfähig sein. Dies bedeutet, dass die technische Wirkungskontrolle alle bei diesen Bedingungen auftretenden Situationen berücksichtigen muss. Da entsprechende Abflüsse in der kurzen Zeit bis zur Bauabnahme meist nicht auftreten, müssen diese Parameter während der ersten Betriebsphase überprüft werden.

Die Resultate der technischen Wirkungskontrolle sind in einem Bericht darzustellen und bei den kantonalen Behörden einzureichen.

Die technische Wirkungskontrolle findet somit nach Fertigstellen der Anlage und vor der biologischen Wirkungskontrolle statt. Eine biologische Wirkungskontrolle wird erst durchgeführt, wenn die technische Wirkungskontrolle aufzeigt, dass alle hydraulisch-technischen Parameter eingehalten werden.

Bei Bauweisen, bei denen während des Betriebs mit Veränderungen gerechnet werden muss (z. B. naturnahe Raugerinne-Beckenpässe oder Blockrampen) sowie nach baulichen oder betrieblichen Veränderungen obliegt es dem Kraftwerksbetreiber, die Funktionalität von Fischwanderanlagen weiterhin zu gewährleisten. Die Aufsichtspflicht liegt beim Kanton.



Abb. 9: Durch Hochwässer kann es bei Rampen zum Verschieben/Abschwemmen von Blöcken kommen, was die Fischgängigkeit beeinträchtigen kann. Auch Blöcke naturnaher Aufstiegsanlagen können sich mit der Zeit verschieben (Aquarius)

- ⇒ Ein Unterhaltskonzept sowie Konzepte für die technische und biologische Wirkungskontrolle müssen bereits bei der Planung der Anlage erarbeitet werden. Diese Konzepte werden über den Netzzuschlagsfonds finanziert.
- ⇒ Es muss in jedem Fall eine technische Wirkungskontrolle durchgeführt werden.
- ⇒ Allfällige Defizite müssen vor der biologischen Wirkungskontrolle behoben werden. Allenfalls ist aufgrund der Erfahrungen mit der technischen Wirkungskontrolle das Unterhaltskonzept anzupassen.
- ⇒ Kommt es während des Betriebs einer Anlage zu Veränderungen, muss der Betreiber gewährleisten, dass die Funktionalität der Fischwanderhilfen erhalten bleibt. Die diesbezügliche Aufsichtspflicht liegt beim Kanton.

Tab. 4: Parameter für die technische Wirkungskontrolle eines Schlitzpasses (zu untersuchende Parameter sind der jeweiligen Anlage anzupassen)

Geometrische/morphologische Aspekte	Hydraulische Aspekte
Wasserfassung im Oberwasser	Wasserfassung im Oberwasser
Art der Sohlanbindung	Fliessgeschwindigkeit beim Ausstieg
	Einströmbedingungen
Fischpass (pro Becken/Schlitz)	Fischpass (pro Becken/Schlitz)
Beckenlänge	Wassertiefe unterhalb Trennwand
Beckenbreite	mittlere Wassertiefe Becken
Schlitzweite	Wasserspiegeldifferenz zwischen Becken
durchgehend rauhes Sohlsubstrat	maximale sohlnahe Fliessgeschwindigkeit
Mächtigkeit Sohlsubstrat	Geschwindigkeitsverteilung über die Höhe im/direkt unterhalb Schlitz
Ausgestaltung Einbauten (Trennwand, Leitwand, Umlenkblock)	maximale Leistungsdichte
Längsgefälle	
Fischeinstieg im Unterwasser	Fischeinstieg im Unterwasser
Art der Sohlanbindung	Fliessgeschwindigkeit der Leitströmung (Abfluss Q30 bis Q330)
Winkel der Leitströmung zur Hauptströmung (Mündungswinkel)	Fliessgeschwindigkeit der Leitströmung bei unterschiedlichen Unterwasser-Koten
	Dotation (inkl. allfälliger Zusatzdotation)
	Dotation zwischen Q30 und Q330
	Dotation bei unterschiedlichen Oberwasserkoten
	Hydraulik im Bereich Zugabe Zusatzdotation

Tab. 5: Parameter für die technische Wirkungskontrolle einer Abstiegsanlage (Leitrechen-Bypass-System) (zu untersuchende Parameter sind der jeweiligen Anlage anzupassen)

Geometrische/morphologische Aspekte	Hydraulische Aspekte
Schutz- und Leitreechen/Sohlleitrinne	Schutz- und Leitreechen/Sohlleitrinne
lichter Stababstand	mittlere, minimale und maximale Anströmgeschwindigkeit am Rechen
Neigungswinkel Rechen	
Breite/Höhe Sohlleitrinne	
Einstieg Bypass	Einstieg Bypass
Lage und Dimensionen Einstiegsöffnungen	Fliessgeschwindigkeiten/Beschleunigung
Art der Sohlanbindung an Bypass	minimale und maximale Dotation
Bypass	Bypass
Dimensionen	maximale Fliessgeschwindigkeit Bypass
Radien allfälliger Krümmungen	minimale Wassertiefe Bypass
Ausgestaltung allfälliger Kontrollbauwerke	Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen bei allfälligen Kontrollbauwerken
Überprüfung Verletzungsgefahr (glatte Oberflächen, strömungsgünstige Ausrundungen)	
Mündung Bypass im Unterwasser	Mündung Bypass im Unterwasser
Fallhöhe bei verschiedenen Unterwasserständen	allfällige Beeinträchtigung Leitströmung Aufstiegshilfe
minimale Wassertiefe bei Auslass	

5.4 Konzept biologische Wirkungskontrolle

Das Konzept muss alle wichtigen Angaben enthalten, damit die Behörden Art, Umfang und Notwendigkeit der vorgesehenen Untersuchungen nachvollziehen können. Folgende Themenbereiche müssen dargestellt werden:

- Situation des zu untersuchenden Standorts bzgl. Fischmigration
- Aktuelles/potenzielles Fischartenvorkommen
- Kurzbeschreibung der vorgesehenen Fischwanderhilfe(n)
- Festlegung der Sanierungsziele (Kap. 7)
- Wahl der Erhebungsmethoden (Kap. 7.2)
- Kurzbeschreibung der gewählten Methoden (Anhang, allenfalls Variantenanalyse)
- Notwendige technische Einrichtungen
- Periode / Dauer der Untersuchungen (Kap. 8 und 9)
- Detaillierte Kostenschätzung

6. NOTWENDIGKEIT VON BIOLOGISCHEN WIRKUNGSKONTROLLEN

Grundsätzlich ist für jede sanierte Anlage eine technische und eine biologische Wirkungskontrolle durchzuführen. Eine technische Wirkungskontrolle ist **immer** vorzunehmen. In begründeten Fällen kann auf biologische Wirkungskontrollen verzichtet werden. Die Gründe für einen Verzicht müssen nachvollziehbar dargestellt und zusammen mit dem Finanzierungsgesuch eingereicht werden. Den Behörden bleibt es vorbehalten, eine biologische Wirkungskontrolle zu verlangen.

In folgenden Fällen kann allenfalls auf eine biologische Wirkungskontrolle verzichtet werden:

- Bei einem Schlitzpass in einem reinen Forellengewässer oder in einem Gewässer mit eingeschränktem Artenspektrum, der gemäss heutigem Stand der Technik (Hefti 2012, DWA 2014) gebaut worden ist, bei dem alle Parameter eingehalten werden und bei dem die gesamte Restwassermenge über den Fischpass abgeleitet wird oder von einer guten Auffindbarkeit ausgegangen wird.
- In kleinen, hoch gelegenen Gewässern ohne grosses ökologisches Potenzial (z. B. Fischbestand ausschliesslich auf Besatz beruhend, kleine Bestände) und mit reinem Bachforellenbestand, sofern überhaupt eine verhältnismässige Sanierungsmassnahme gefunden werden konnte¹².
- Bei Blockrampen müssen keine biologischen Wirkungskontrollen betreffend Fischabstieg durchgeführt werden.
- Wenn das Fischwanderhindernis zurückgebaut und der natürliche Gewässerzustand wiederhergestellt wurde.
- Bei rein mechanischen Fischschutzmassnahmen (z. B. Ersatz eines Rechens mit einem Rechen geringerer Stabweite gemäss Vorgabe BAFU¹³, Optimierung der Fischabwanderung über das Wehr).
- Beim Bau bzw. der Nachbesserung von Tosbecken.

Im Rahmen des „Monitorings Big Picture“ des Bundes sollen die Resultate ausgeführter Wirkungskontrollen zentral gesammelt und ausgewertet werden (Kap. 3). Dies wird wichtige Informationen für den Bau von Auf- und Abstiegsanlagen, aber auch für künftige Wirkungskontrollen liefern.

Bei Pilotanlagen und Sonderfällen müssen in jedem Fall biologische Wirkungskontrollen durchgeführt werden. Dabei bedeuten:

¹² Eine Sanierung ist nur verhältnismässig, wenn Massnahmen ein ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. Dies wurde im Grundsatz bereits in der strategischen Planung geprüft (Hindernisse, für die eine Sanierung aufgrund zu hoher Kosten als unverhältnismässig beurteilt wurde, sollen keine Sanierungsverfügung erhalten). Ist die wesentliche Beeinträchtigung gegeben, besteht grundsätzlich Sanierungspflicht und eine Interessenabwägung findet nur hinsichtlich des Ausmasses der Massnahme statt. Auf eine Sanierung kann nur verzichtet werden, wenn keine verhältnismässige Massnahme gefunden werden kann.

¹³ Aktualisierte Checkliste Best Practice (in prep.)

- **Pilotanlage:** Eine Fischaufstiegs- oder Fischabstiegshilfe gilt als Pilotanlage, falls die erhaltenen Resultate von grossem Interesse für andere Anlagen sind (z. B. neuartige Anlage ohne Erfahrungswerte). Kanton und BAFU definieren, ob eine Anlage als Pilotanlage einzustufen ist.
- **Sonderfall:** Aufgrund örtlicher Gegebenheiten wird es nicht immer möglich sein, dass alle Kennwerte einer Wanderhilfe dem neusten technischen Stand entsprechen. Wenn Zweifel bzgl. der Funktionalität eines solchen Bauwerkes vorhanden sind, ist die Anlage als Sonderfall einzustufen.

- ⇒ Grundsätzlich ist für jede sanierte Anlage eine technische und eine biologische Wirkungskontrolle durchzuführen. Entsprechende Konzepte müssen zusammen mit dem Finanzierungsgesuch beim Kanton eingereicht werden.
- ⇒ In begründeten Fällen kann auf eine biologische Wirkungskontrolle verzichtet werden. Die Gründe dieses Verzichts müssen im Finanzierungsgesuch nachvollziehbar dargestellt werden.
- ⇒ Die Vollzugsbehörden sind befugt, an jeder (sanierten) Fischauf- und Fischabstiegshilfe biologische Wirkungskontrollen zu verfügen.

7. SANIERUNGSZIELE

Im Rahmen der Planung biologischer Wirkungskontrollen müssen als Erstes die Sanierungsziele definiert werden. Gemeint sind hiermit nicht die strategischen Ziele (z. B. Umsetzung der Massnahmen bei Wasserkraftwerken bis 2030 gemäss Art. 9 VBGF) oder der im Rahmen der kantonalen strategischen Planungen auf der Basis technischer Kriterien ermittelte Sanierungsbedarf. Es sind funktionale Ziele, die anhand biologischer Kriterien ermittelt werden. Sie geben vor, was wie untersucht werden soll.

7.1 Funktionalität

Eine Fischwanderhilfe muss einerseits eine effiziente Passage der Fische vor Ort (standortbezogene Ziele), andererseits einen nachhaltigen Populationsschutz (gewässersystembezogene Ziele) gewährleisten. Selbsterhaltende Fischpopulationen sind auf die Erreichbarkeit der für alle Entwicklungsstadien notwendigen Habitate angewiesen. Ein **gewässersystembezogener** Ansatz muss daher artspezifische Erreichbarkeits- und Überlebensraten auf der Ebene der Flussgebiete definieren¹⁴. Demnach konzentriert sich die Betrachtung auf die **standortbezogene** Funktionalität. Gewässersystembezogene Aspekte sollen aber qualitativ in die Beurteilung miteinbezogen werden (Kap. 10).

Die Funktionalität einer Fischwanderhilfe basiert auf dem Zusammenspiel verschiedener Parameter. Die Wissenschaft unterscheidet die drei Summenparameter Wirksamkeit (Effektivität), Leistungsfähigkeit (Effizienz) und Selektivität (Bunt et al. 2012, Gough et al. 2012), die sich in mehrere Einzelparameter aufschlüsseln lassen. Die Beurteilung der **Wirksamkeit** basiert auf der Häufigkeit der wandernden Fische über die verschiedenen Wanderkorridore (standortgerechte Auf- bzw. Abstiegszahl) und der Funktionalität der Wanderhilfe über ein breites Abflussspektrum. Für die Beurteilung der **Leistungsfähigkeit** werden die einzelnen Phasen der Fischpassage betrachtet: Auffindbarkeit der Wanderhilfe (Attraktionseffizienz), Eintrittseffizienz am Einstieg in die Wanderhilfe, Passierbarkeit der Wanderhilfe (Passageeffizienz). Zusätzlich werden der Zeitbedarf für die gesamte Passage und beim Fischabstieg zudem die Verletzungsrate und die Mortalität berücksichtigt. Die **Selektivität** wird hinsichtlich der wandernden Arten, ökologischen Gilden und Längsklassen bewertet.

¹⁴ Die Quantifizierung solcher auf den Populationserhalt ausgerichteter Sanierungsziele wird aber in absehbarer Zeit nicht möglich sein. Es gibt derzeit zu viele Wissensdefizite hinsichtlich der quantitativen Entwicklung von Fischpopulationen, weil diese aufgrund der dynamischen Wechselwirkungen mit der Umwelt grossen Schwankungen unterworfen sind (Forum „Fischschutz und Fischabstieg“ 2014).

Die erwähnten Einzelparameter verkörpern verschiedene Aspekte der Funktionalität. Sie werden im Folgenden als Sanierungsziele (Wirkungsziele) betrachtet (Tab. 6 und 7)¹⁵. Eine Fischwanderhilfe „funktioniert“ demnach dann, wenn alle relevanten Sanierungsziele erfüllt sind¹⁶.

Tab. 6: *Fischaufstieg. Definition der Sanierungsziele und Angabe der Methoden, die für die Untersuchung der Zielerfüllung aktuell verfügbar sind (Vor- und Nachteile der Methoden vgl. Anhang 1)*

Nr.	Sanierungsziel	Untersuchungsparameter	Erläuterung	Zählbecken	Reuse	Video	Infrarot	Sonar	PIT-Tagging	Telemetrie	Markierung-Wiederfang
AU1	Standortgerechte Aufstiegszahlen	Häufigkeit der aufsteigenden Fische	Absolute Aufstiegszahlen	●	●	●	●				
AU2	Funktionalität der Aufstieghilfe zwischen Q ₃₀ und Q ₃₃₀ ¹⁷	Abflussmenge im Unterwasser an Tagen mit Fischwanderung	Die Funktionalität muss in Zeiten mit sehr grosser bzw. sehr kleiner Wasserführung nicht gewährleistet sein.	●	●	●	●		●		
AU3	Gute Auffindbarkeit der Aufstieghilfe	Attraktionseffizienz	Relative Aufstiegszahlen (Anteil der Fische, die den Einstieg finden, in die Wanderhilfe einschwimmen und diese passieren)					●	●	●	●
AU4	Häufiges Einschwimmen in die Aufstieghilfe	Eintrittseffizienz						●	●	●	●
AU5	Gute Passierbarkeit	Passageeffizienz							●	●	●
AU6	Geringe Aufenthaltsdauer	Zeitbedarf	Für die gesamte Durchwanderung des Hindernisses						●	●	●
AU7	Keine Artenselektivität	Artenzusammensetzung	Durchgängigkeit für alle vorkommenden Arten	●	●	●			●		●
AU8	Keine Selektivität auf spezifische ökologische Gilden		Durchgängigkeit für sohlenorientierte und schwimmschwache Arten	●	●	●			●		●
AU9	Keine Längenselektivität für grosse Fische	Längenverteilung	Durchgängigkeit für grosse Fische	●	●	●	●		●		●
AU10	Keine Längenselektivität für kleine Fische		Durchgängigkeit für kleine Fische	●	● ¹	●					

¹⁵ Im Rahmen des Erkenntnis- und Erfahrungszuwachses kann sich die Definition der Sanierungsziele ändern.

¹⁶ Für die Beurteilung der Funktionalität können neben der Erfüllung der standortbezogenen Sanierungsziele zusätzlich auch spezifische Standortfaktoren (z. B. Vorkommen wichtiger Quellpopulationen) miteinbezogen werden. Sie werden im Rahmen der Bewertung berücksichtigt (Kap. 10).

¹⁷ Von dieser Regel (Schwevers et al. 2005) kann in fachlich begründeten Fällen abgewichen werden (Seifert 2016):

- kürzere Zeitfenster (z. B. Q₅₀ bis Q₃₀₀) in Gewässern mit natürlicherweise starken Abflussschwankungen (z. B. viele alpine Gewässer)
- längere Zeitfenster (z. B. Q₂₀ bis Q₃₄₀) in Gewässern mit natürlicherweise sehr ausgeglichenem Abflussregime (z. B. Seeausflüsse, Grundwasser gespeisene Bäche)

¹ Sofern feinmaschige Netzreusen eingesetzt werden.

Tab. 7: Fischabstieg. Definition der Sanierungsziele und Angabe der Methoden, die für die Untersuchung der Zielerfüllung aktuell verfügbar sind (Vor- und Nachteile der Methoden vgl. Anhang 1)

Nr.	Sanierungsziel	Untersuchungsparameter	Erläuterung	Zählbecken	Reuse	Netzsysteme	Rechengut	Video	Infrarot	Sonar	PIT-Tagging	Telemetrie	Markierung-Wiederaufnahme
AB1	Keine Abwanderung via Rechen/Turbinen	Häufigkeit der absteigenden Fische	Absolute Abstiegsszahlen			•		•		•			
AB2	Abwanderung via Abstiegshilfen			•	•	•		•	•				
AB3	Abwanderung via Wehr			Untersuchungen nur in seltenen Fällen durchführbar									
AB4	Gute Auffindbarkeit der Abstiegshilfe	Attraktionseffizienz	Relative Abstiegsszahlen (Anteil der Fische, die den Einstieg finden, in die Wanderhilfe einschwimmen und diese passieren)							•	•	•	•
AB5	Häufiges Einschwimmen in die Abstiegshilfe	Eintrittseffizienz								•	•	•	•
AB6	Gute Passierbarkeit	Passageeffizienz								•	•	•	•
AB7	Geringe Aufenthaltsdauer	Zeitbedarf	Für die gesamte Durchwanderung des Hindernisses								•	•	•
AB8	Gefahrlose Passierbarkeit der Abstiegskorridore	Alle Wanderkorridore: • Verletzungsrate • (verzögerte) Mortalität	Wanderkorridore: Turbine, Abstiegsvorrichtung, Wehr	•		•	•						
AB9	Keine Artenselektivität	Artenzusammensetzung	Durchgängigkeit für alle vorkommenden Arten	•		•		•			•		•
AB10	Keine Selektivität auf spezifische ökologische Gilden		Durchgängigkeit für sohlenorientierte Arten	•		•		•			•		•
AB11	Keine Längenselektivität für grosse Fische	Längenverteilung	Durchgängigkeit für grosse Fische	•		•		•	•		•	•	•
AB12	Keine Längenselektivität für kleine Fische		Durchgängigkeit für kleine Fische	•		•		•					

7.2 Triage der Sanierungsziele und Wahl der Erhebungsmethode

Grundsätzlich sind alle Sanierungsziele als zu erfüllende Kriterien zu betrachten. Untersuchungen zu sämtlichen Sanierungszielen sind im Allgemeinen aber nicht verhältnismässig. Je nach Standortsituation stehen andere Ziele im Fokus. Im Rahmen des Konzeptes zur Wirkungskontrolle werden deshalb die zu bearbeitenden Sanierungsziele aufgrund ihrer Relevanz, der Verfügbarkeit einer geeigneten Methode und der Verhältnismässigkeit ausgewählt (Abb. 10).

Bei dieser Triage wird als erstes für jedes Sanierungsziel plausibel begründet, weshalb es für die Funktionalität relevant ist bzw. weshalb nicht. In einem zweiten Schritt wird für die relevanten Sanierungsziele geprüft, mit welcher Methodik sie untersucht werden können (Tab. 6 und 7). Im Idealfall bestimmt dabei das Sanierungsziel die anzuwendende Methodik¹⁸. In der Praxis spielt aber auch die Verfügbarkeit einer adäquaten Erhebungsmethodik eine Rolle. Das bedeutet, dass auch die technischen Möglichkeiten vor Ort die Wahl der Methodik mitbestimmen. Folglich muss die Anzahl relevanter Sanierungsziele aus methodischen Gründen allenfalls auf eine kleinere Anzahl bearbeitbarer Sanierungsziele reduziert werden. In einem letzten Schritt muss die Verhältnismässigkeit geklärt werden. Welche Methodik verhältnismässig ist und welche nicht, muss im Einzelfall geprüft werden. Generelle Aussagen sind nicht möglich. Schliesslich verbleiben die zu bearbeitenden Sanierungsziele.

Diese Triage ist ein komplexer Prozess, der meist mehrmals durchlaufen werden muss, bis die zu bearbeitenden Sanierungsziele bestimmt sind. Die Beantwortung des Fragenkatalogs in Tab. 8 kann als Hilfestellung dienen. In Ausnahmefällen werden keine Sanierungsziele geprüft, d. h. eine biologische Wirkungskontrolle entfällt komplett (Kap. 6).

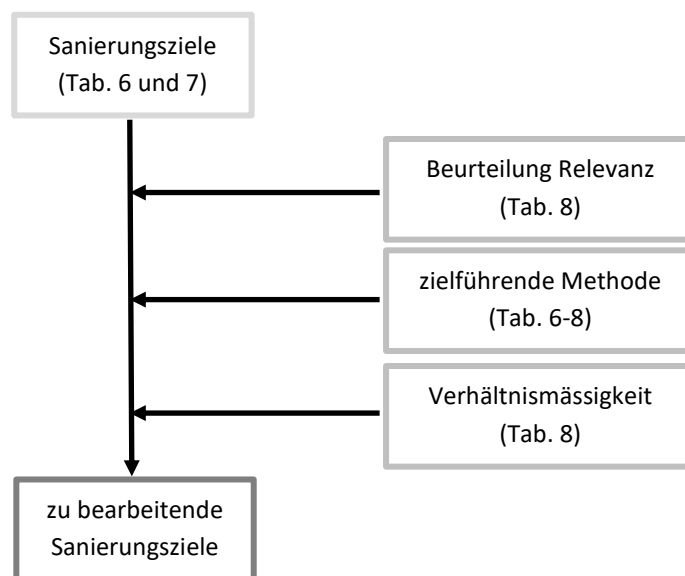


Abb. 10: Triage der Sanierungsziele

¹⁸Vorhandene Zähleinrichtungen dürfen nur im Rahmen der Abwägungen zur Verhältnismässigkeit einen Einfluss auf die anzuwendende Methodik haben.

Tab. 8: Hilfestellungen hinsichtlich der Triage der Sanierungsziele

Aspekt	Fragen	Beispiele
Relevanz	Welche Sanierungsziele sind für welchen Gewässertyp von Bedeutung?	In einem Forellengewässer ist die Selektivität auf spezifische Gilden nicht relevant.
	Welche Sanierungsziele sind bei einer optimalen technischen Ausgestaltung von Bedeutung?	Die abwandernden Fische werden mittels eines Feinrechs über ein Wehr mit ausreichend tiefem Tosbecken geführt. Das Sanierungsziel „Hohe Passierbarkeit“ ist folglich nicht relevant.
	Weist der Wanderkorridor im Hinblick auf den Stand der Technik Einschränkungen auf?	- Die Auffindbarkeit könnte aufgrund der Lage des Einstiegs eingeschränkt sein. - Bei der Passage der Abstieghilfe könnte die Verletzungsrate aufgrund der Krümmung des Bypasses erhöht sein.
	Stehen koordinierte Untersuchungen über mehrere Anlagen zur Diskussion?	Das Arbeiten mit markierten Fischen (insbesondere PIT-Tagging) soll geprüft werden.
Verfügbarkeit Methodik	Sind die adäquaten Methoden zur Untersuchung des Sanierungsziels anwendbar?	- Der Einsatz einer Kastenreuse ist wegen hohem Laubanfall im Herbst, einer geringen Fängigkeit von Kleinfischen oder einem hohen Verletzungsrisiko nicht geeignet. - Der Bau einer Zählkammer ist aus Platzgründen nicht möglich. - Der Einsatz einer Reuse oder Zählkammer ist mangels lokalem Personal mit Artenkenntnis nicht möglich. - Aus der Zählkammer können Fische problemlos entweichen. - Das Setzen einer Reuse oder der Bau eines Videokanals sind in einem hydraulisch komplexen Fischpass nicht möglich. - Videosysteme sind in Gewässern mit häufigen bzw. langanhaltenden Trübungen nicht sinnvoll. - Das grosse Aufkommen von Klein- und Jungfischen limitiert den Einsatz einer Infrarotanlage. - Es können nicht genügend Fische verschiedener Arten und Grössenklassen mit verhältnismässigem Aufwand gefangen werden. Auf Markierungsmethoden muss daher verzichtet werden. - Gerätschaften, die Strom benötigen, sind bei nicht elektrifizierten, abgelegenen Anlagen evtl. nicht einsetzbar. - Das Anbringen eines Hamens bzw. Fangkorbes am Ende des Abstiegskorridors ist aus technischen Gründen nicht möglich.
Verhältnismässigkeit	Sind die notwendigen Erhebungen zur Untersuchung des Sanierungsziels verhältnismässig?	- Wenn die gesamte Restwasserdotierung über die Aufstiegshilfe erfolgt, sind Untersuchungen zur Auffindbarkeit unverhältnismässig – sofern ein Wehrüberlauf nur selten auftritt. - In Forellengewässern sind bei technischen Wanderhilfen Untersuchungen zur Passierbarkeit unverhältnismässig, sofern ausreichend hohe Aufstiegszahlen und das Fehlen einer Selektivität ausreichend belegt sind. - In Forellengewässern sind Untersuchungen zu den Aufstiegszahlen unverhältnismässig, sofern die Auffindbarkeit und Passierbarkeit ausreichend belegt sind.

8. BIOLOGISCHE WIRKUNGSKONTROLLE FISCHAUFSTIEG

8.1 Untersuchungszeitraum

Werden an benachbarten Anlagen biologische Wirkungskontrollen durchgeführt, sollen diese möglichst koordiniert und mit analogen Methoden erfolgen (Interpretier- und Vergleichbarkeit Resultate). Die Koordination ist Aufgabe der Kantone.

Aufstiegskontrollen müssen die Zeit der höchsten Wanderaktivität abdecken. Diese ist einerseits vom vorkommenden Artenspektrum abgängig, andererseits auch von verschiedenen anderen Parametern wie Abfluss, Temperatur, Höhenlage, Besonderheiten des Standorts etc. Zudem können die Aktivitätszeiten von Jahr zu Jahr ändern. Sie stehen einerseits im Zusammenhang mit Laichwanderungen, andererseits sind aber auch jahreszeitlich differenzierte Aufstiegsaktivitäten bekannt, die unabhängig von der Reproduktionsphase sind. Es ist somit nicht möglich, allgemein gültige Standards aufzuführen. Der genaue Beginn der Untersuchungen muss zusammen mit Ortskennern (z. B. Fischereiaufsehern) festgelegt werden; eine Hilfestellung geben Abb. 11 und Tab. 9.

8.2 Untersuchungsdauer

Es müssen genügend Daten vorhanden sein, damit die Frage der Funktionsfähigkeit einer Fischaufstiegshilfe beantwortet werden kann. Länger dauernde Untersuchungen sind kurzfristigen Ereignissen (wie Hochwasser, Hitzeperioden) oder von Jahr zu Jahr wechselnden Aufstiegszeiten deutlich weniger ausgeliefert und ermöglichen robustere Aussagen zur Funktionsfähigkeit einer Anlage. Viele bisherige Untersuchungen zeigen, dass sich Fischwanderbewegungen in Abhängigkeit von externen Bedingungen innerhalb von kurzer Zeit, bzw. von Tag zu Tag, um mehrere Grössenordnungen verändern können.

8.2.1 Kontrolle mittels Zählbecken, Reuse

Zählungen mittels Zählbecken oder Reusen sind im Allgemeinen zeit- und personalintensiv; es ist somit ein möglichst effektives Aufwand/Nutzen - Verhältnis anzustreben. Biologische Wirkungskontrollen werden vor den erwarteten maximalen Aufstiegsaktivitäten gestartet und mindestens während der in Abb. 11 definierten Dauer durchgeführt. Kontrollen mittels Reusen oder Zählbecken sind während der gesamten Kontrolldauer nach Möglichkeit täglich vorzunehmen.

8.2.2 Kontrolle mittels anderer Methoden

Wird mit anderen Methoden gearbeitet, ist eine deutlich längere Untersuchungsperiode möglich, da die Dauer der Untersuchung nicht den kostentreibenden Faktor darstellt. Die Dauer hängt von der zu beantwortenden Fragestellung ab. Fang-/Wiederfang-Versuche finden an definierten Zeitpunkten statt (meist 2-3 Abfischungskampagnen).

Bei Pilotanlagen können in Absprache mit den Vollzugsbehörden weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden, sofern sie zu einem Erkenntnisgewinn für andere Anlagen führen.

Biologische Wirkungskontrollen Fischaufstieg:

- ⇒ In einem ersten Schritt muss abgeklärt werden, welche Fragestellungen aufgrund der Sanierungsziele mit der biologischen Wirkungskontrolle beantwortet werden müssen.
- ⇒ Anhand der Tab. 6 und 7 wird entschieden, welche Methoden sich für die Untersuchung am besten eignen.
- ⇒ Der Untersuchungszeitraum hängt von der zu untersuchenden Fragestellung, insbesondere aber vom Fischartenspektrum ab; die Untersuchungen müssen die Zeiten der grössten Aktivität der Aufwanderung abdecken.

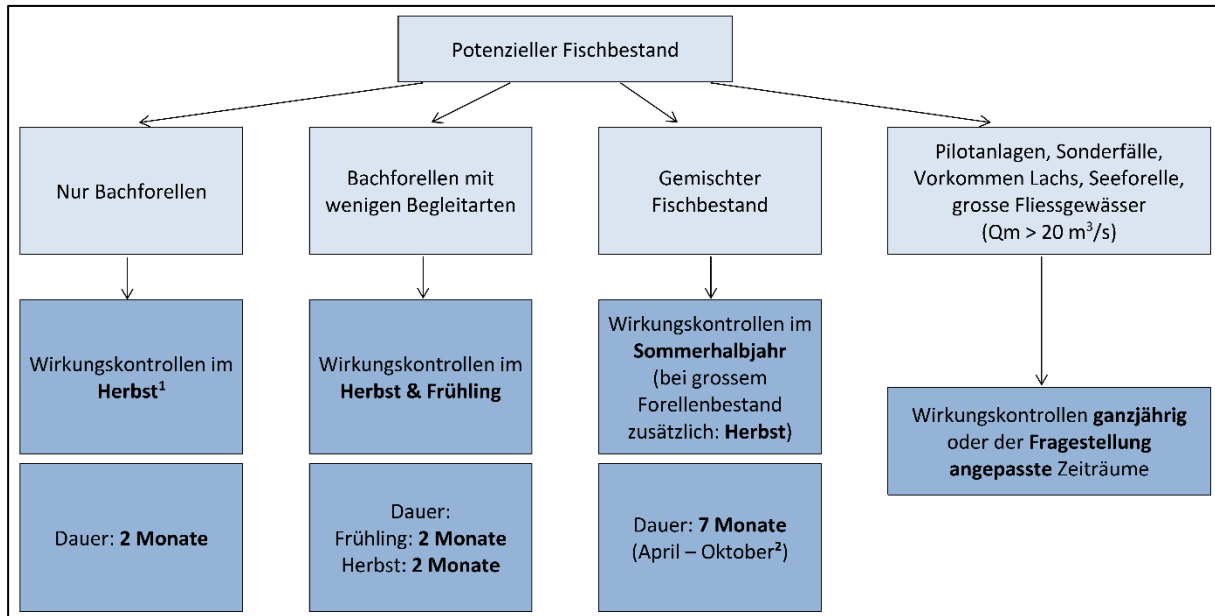


Abb. 11: Entscheidungshilfe für das Festlegen von Untersuchungszeitraum und -dauer für Fischaufstiegskontrollen (Minimaluntersuchungen)

¹ In Bachforellengewässern kann es Sinn machen, die Aufstiegskontrollen im Herbst durch Aufstiegsuntersuchungen nach Hochwasserereignissen zu ergänzen (Kompensationswanderungen) und während der Wirkungskontrollen ein Befischungs- und Besatzstopp anzuordnen

² Bei grossem Forellenbestand sollten solche Untersuchungen bis Ende Januar durchgeführt werden

Tab. 9: Orientierende Angaben über Hauptaufstiegszeiten einiger Fischarten (DWA 2010, nach verschiedenen Autoren [nicht mit aktuellen Daten überprüft; die Angaben stellen grobe Richtwerte dar], Angaben zu Forellen: Dönni & al. 2016)

[illegible]

9. BIOLOGISCHE WIRKUNGSKONTROLLE FISCHABSTIEG

Im Vergleich zum Fischeaufstieg wurden bisher verhältnismässig wenige Untersuchungen zum Fischschutz und Fischabstieg durchgeführt; entsprechend gross sind die diesbezüglichen Wissenslücken. Nachfolgend werden Empfehlungen gemäss heutigem Wissensstand aufgeführt. Sie werden in späteren Publikationen (u.a. Aktualisierung Checkliste Best Practice) laufend verfeinert und aktualisiert werden.

9.1 Untersuchungszeitraum

9.1.1 Biologische Grundlagen

Grundsätzlich müssen auch die biologischen Wirkungskontrollen bzgl. des Fischabstiegs zu Zeiten grösster Abwanderaktivität stattfinden. Diese stehen einerseits im Zusammenhang mit Laichwanderungen, andererseits sind aber auch jahreszeitlich differenzierte Abwanderungsaktivitäten bekannt, die unabhängig von der Reproduktionsphase sind; Abwanderung kann auch in den Wintermonaten stattfinden. Während insbesondere für katadrome und anadrome Arten verschiedene Erkenntnisse vorliegen, bestehen über die jahreszeitliche Rhythmik der Abwanderung unserer einheimischen potamodromen Fischarten grosse Wissenslücken.

Neben vom Lebenszyklus beeinflussten Verhaltensweisen ist der Fischabstieg von verschiedenen anderen Faktoren abhängig (Ebel 2016):

- **Jahreszeitliche Rhythmik:** Jahreszeitliche Änderungen von Tageslänge und Wassertemperatur sind - unabhängig von der Reproduktionsphase - bedeutsame Zeitgeber für die Steuerung der Aktivität von Fischen.
- **Tageszeitliche Rhythmik:** Bei den meisten Abstiegsuntersuchungen wurde eine verstärkte Abstiegsaktivität bei Dunkelheit und in den Dämmerungsstunden beobachtet.
- **Lunare Rhythmik:** Die Abwanderung einzelner Arten wird u.a. durch die Mondphasen gesteuert (Beispiel: Aal). Allgemein wurde bei Neumond eine gesteigerte Abstiegsaktivität verzeichnet, da bei solchen Verhältnissen die Prädationsgefahr geringer ist.
- **Abfluss:** Bei zunehmenden Abflüssen kann eine verstärkte Abstiegsaktivität auftreten.
- **Wassertemperatur:** Bedeutsamer Zeitgeber für die Synchronisation der Abwanderung.
- **Trübung:** Zunehmende Wassertrübung ist oft mit erhöhter Abwanderung sowie einer vermehrten Abwanderung tagsüber verbunden (geringere Gefahr der Prädation).

Gemäss Ebel 2016 ist für potamodrome Arten, die im Frühjahr und Sommer laichen, in den Monaten März bis Dezember mit einer erhöhten Abwanderung resp. Drift zu rechnen, während Salmoniden vermehrt auch im Winter abwandern (Tab. 10).

9.1.2 Empfehlungen

Anhaltspunkte für den Zeitraum von Abstiegsuntersuchungen gibt Abb. 12, wobei die genauen Zeitfenster in Absprache mit den lokalen Fachbehörden zu definieren sind (lokale Unterschiede bzgl. Laichzeit, Berücksichtigung Kenntnisse bzgl. Abwanderungstendenzen). Geeignete Untersuchungsperioden können auch anhand von stichprobenartigen Erhebungen bestimmt werden (z. B. Hamenuntersuchungen während 2-3 Stunden, die abgebrochen werden, wenn keine oder nur wenige Fische abgestiegen sind resp. fortgeführt werden, wenn viele absteigende Fische ermittelt werden). Da der Fischabstieg in den Dämmerungs- und ersten Nachstunden oft besonders hoch ist, kann es auch Sinn machen, Abstiegsversuche auf diese Tageszeit zu beschränken (Schmalz 2002; Zaugg & Mendez in prep.).

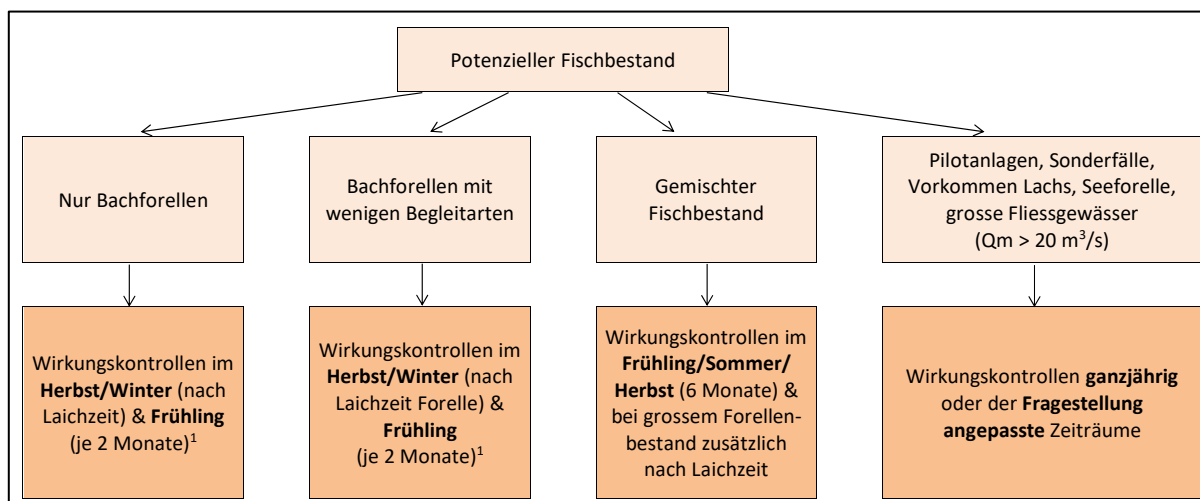


Abb. 12: Entscheidungshilfe zum Festlegen des Untersuchungszeitraums für Fischabstiegskontrollen

¹ nach Möglichkeit Kontrollen zuerst nach der Laichzeit der Forelle und dann im Folgejahr im Frühling durchführen, da damit ein ganzer Lebenszyklus der Forelle erfasst werden kann

Tab. 10: Orientierende Angaben über Hauptabstiegszeiten einiger Fischarten (DWA 2010, nach verschiedenen Autoren [nicht mit aktuellen Daten überprüft; die Angaben stellen grobe Richtwerte dar], Angaben zu Forellen: Dönni & al. 2016)

[illegible]

9.2 Untersuchungsdauer

9.2.1 Manuelle Kontrollmethoden

Im Gegensatz zu Fischaufstiegskontrollen ist es bei der Anwendung manueller Kontrollmethoden nicht möglich, während längerer Zeit Abstiegskontrollen durchzuführen, da diese sehr zeitintensiv sein können (Beispiel Kraftwerk Stropfel der Axpo Kleinwasserkraft AG: Hamen musste alle 30 Minuten geleert werden, um methodenbedingte Fischschäden zu vermeiden).

Es wird deshalb an dieser Stelle keine Entscheidungshilfe zur Auswahl der Untersuchungsdauer aufgeführt, da dies stark von der gewählten Untersuchungsmethode sowie von den Bedingungen bei der zu untersuchenden Anlage abhängig ist.

Grundsätzlich sind innerhalb der in Abb. 12 aufgeführten Untersuchungsspanne mehrere Untersuchungen durchzuführen. Entweder erfolgen diese Abklärungen an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen, oder aber an einzelnen Tagen, jeweils verteilt auf die gesamte Untersuchungsperiode. Es kann auch sinnvoll sein, diese Untersuchungen durch Stichproben an Tagen mit spezifischen äusseren Bedingungen zu ergänzen. Da Abstiegsuntersuchungen sehr aufwendig sein können, ist die Verhältnismässigkeit zu berücksichtigen.

Aktuell sind keine Auswertungstools für Fischabstiegskontrollen vorhanden; die Interpretation von Abstiegsdaten ist schwierig und hängt entscheidend von der Beurteilung des Fachexperten ab. Es kann deshalb auch nicht definiert werden, wie viele Daten vorhanden sein müssen, um eine ausreichende Funktionsfähigkeit nachzuweisen. Folgendes Vorgehen wird empfohlen:

- **Verletzte/tote Fische:** Die Untersuchungen werden vom Projektleiter sofort abgebrochen, wenn viele verletzte/tote Fische festgestellt werden. In einem nächsten Schritt muss überprüft werden, ob dies aufgrund der Versuchsanordnung oder durch die Anlage (z. B. durch Anpressen der Fische an Feinrechen oder Verletzungen im Bypass) zustande kommt. Weitere Abstiegsuntersuchungen dürfen erst vorgenommen werden, wenn das Problem gelöst ist (Änderung Kontrollvorrichtung resp. Umbau Schutz- oder Abstiegsanlage).
- **Funktionalität nach aktuellem Stand des Wissens nachgewiesen:** Es sind keine zusätzlichen Untersuchungen notwendig, sobald die Funktionalität des untersuchten Bauwerks nachgewiesen ist. Kriterien:
 - Abstieg von Fischen nachgewiesen, ohne dass im Oberwasser Fischansammlungen (suchende Fische) zu beobachten sind
 - Keine/wenig verletzte Fische
 - Abstieg eines Grossteils der im Gewässer vorkommenden Arten
 - Abstieg aller im Gewässer regelmässig vorkommenden ökologischen Gilden
 - Abstieg aller im Gewässer regelmässig vorkommenden Grössenklassen
 - Genügende Schutzfunktion gegeben resp. geringe Mortalitätswahrscheinlichkeit beim Turbindurchgang (auch indirekter Nachweis über verletzungsfreien Abstieg möglich), sofern Veränderungen der Turbine Bestandteil der ausgeführten Massnahmen waren.
- **Funktionalität Anlage nicht gegeben:** Die Untersuchungen werden abgebrochen, sobald sich zeigt, dass die gesamte Anlage/gewisse Bereiche nicht funktionell sind (z. B. kaum abgestiegene Fische ermittelt bei gleichzeitigem, regelmässigem Vorhandensein von Fischansammlungen vor dem Leit-/Feinrechen).
- **Pilotanlage:** Bei Pilotanlagen können in Absprache mit den Vollzugsbehörden weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden, sofern sie zu einem Erkenntnisgewinn für andere Anlagen führen.

9.2.2 Andere Methoden

Untersuchungen mittels Video, PIT-Tagging, Didson etc. werden so lange ausgeführt, bis die notwendigen Nachweise erbracht sind, was von der jeweiligen Fragestellung abhängt.

Biologische Wirkungskontrollen Fischschutz/Fischabstieg:

- ⇒ In einem ersten Schritt muss abgeklärt werden, welche Fragestellungen aufgrund der Sanierungsziele mit der biologischen Wirkungskontrolle beantwortet werden müssen. Anhand der Tab. 6 und 7 wird entschieden, welche Methoden sich für die Untersuchung am besten eignen.
- Der Untersuchungszeitraum hängt von der zu untersuchenden Fragestellung, insbesondere
- ⇒ aber vom potenziellen Fischartenspektrum ab; die Untersuchungen müssen die Zeiten grösster Abwanderaktivität abdecken.
- Die genaue Dauer der Untersuchungen ist von den Methoden und von der Fragestellung ab-
- ⇒ hängig; Hilfestellung bietet Kap. 9.2.

10. BEWERTUNG**10.1 Grundsätzliches**

Jede biologische Wirkungskontrolle schliesst eine Bewertung der Ergebnisse anhand von Bewertungskriterien ein, die sich aus den Sanierungszielen (Kap. 7) ableiten. Die Bewertung wird den bearbeitenden Fachpersonen überlassen, da ein Bewertungssystem erst zu einem späteren Zeitpunkt auf der Basis standardisierter Wirkungskontrollen erarbeitet wird. Folgende Grundsätze sind dabei zu beachten:

- Die Sanierungsziele müssen über die gesamte Anlage gesehen erfüllt werden, nicht für jeden einzelnen Wanderkorridor.
 - Eine 100 %ige Zielerfüllung ist im Allgemeinen nicht für alle Sanierungsziele möglich. Sie darf aber nicht *wesentlich* davon abweichen (Kap. 2).
 - Werden Defizite festgestellt und diese nicht als „wesentlich“ eingestuft, muss dies begründet werden.
 - Innerhalb eines Sanierungsziels können unterschiedliche Zielerfüllungen gefordert werden. Beispiel: Passageeffizienz für 90 % der vorkommenden Arten, aber für 100 % der häufigen Arten.
 - Für die Priorisierung der zu sanierenden Anlagen gab das BAFU eine Reihe biologischer Merkmale vor, die als biologisch bedeutende Standortfaktoren angesehen werden können:
 - Grosses ökologische Potenzial des Gewässers (Art. 33a GSchV)
 - Erschliessung bedeutender Lebensräume (Laichhabitate, Mündungsgebiete)
 - Grosse Anzahl vorkommender Fischarten
 - Vorkommen gefährdeter Arten
 - Vorkommen von Mittel- und Langdistanzwanderarten
 - Vorkommen wichtiger Quellpopulationen
- Für solche Anlagen gelten erhöhte Anforderungen an die Zielerfüllung.

- Die Ergebnisse einer biologischen Wirkungskontrolle sind multifaktoriell zu interpretieren. Das bedeutet, dass immer auch andere Faktoren als die Funktionalität der Fischwanderhilfe zu beachten sind (Abflussbedingungen, Wehrbetrieb, Jahresgang/Dynamik der Wassertemperatur, Besatz-tätigkeit etc.).

Die biologische Wirkungskontrolle und die Bewertung der Ergebnisse beziehen sich auf standortbezogene Sanierungsziele (Kap. 7). Gewässersystembezogene Aspekte werden nicht berücksichtigt, sollen aber qualitativ in die Beurteilung miteinbezogen und im Sinne des Vorsorgeprinzips bei der Bewertung berücksichtigt werden. Hierfür können die folgenden Überlegungen hilfreich sein:

- Bestandesgrösse: Bei kleinen Restpopulationen kann die Vernetzung von grosser Bedeutung sein. Hinsichtlich der Aufwärtswanderung ist der Fischbestand im Unterwasser, hinsichtlich der Abwärtswanderung derjenige im Oberwasser relevant.

- Zielhabitate: Die Trennwirkung eines Hindernisses ist besonders gross, wenn die Erreichbarkeit von Habitaten eingeschränkt ist, die für die Population wichtig sind.
- Limitierende Habitate: Habitate, deren Vorkommen limitiert ist, haben eine grössere Bedeutung für die Bestandesgrösse. Deren Erreichbarkeit ist entsprechend wichtig.
- Additiver Effekt: Für den Populationserhalt ist die kumulative Wirkung aller sich innerhalb des Migrationsgewässers befindlichen Hindernisse entscheidend. Bei Lang- und Mitteldistanzwanderarten ist ein entsprechend grosses Flussgebiet zu beachten.

10.2 Bewertungsmethoden

10.2.1 Fischaufstieg

Als erste Hilfestellung zur Bewertung der Funktionalität der Fischwanderhilfe anhand einer biologischen Wirkungskontrolle werden im Folgenden in der Praxis angewandte Methoden aus dem deutschsprachigen Raum¹⁹ vorgestellt. Die dort verwendeten Bewertungskriterien bauen alle auf den in Tab. 6 definierten Funktionskriterien auf. Die vier Methoden bewerten die Ergebnisse von Untersuchungen mit Reusen, teilweise auch mit Zählkammern.

Die Methoden nach Woschitz et al. 2003²⁰ und Ebel et al. 2006 verlangen eine quantitative oder zumindest repräsentative Befischung im Unterwasser und sind daher nur für watbare Gewässer anwendbar. Die Methode nach Guthruf & Dönni 2014 basiert auf einem Quervergleich bei koordinierten Zählungen an grossen Fließgewässern mit mehreren Kraftwerksanlagen. Schwevers et al. 2005 liefern kein eigentliches methodisches Vorgehen. Vielmehr listen sie verschiedene Randbedingungen hinsichtlich der Bewertung sowie Bewertungsklassen für einen Teil der Kriterien auf.

Bei den verwendeten Bewertungskriterien beschränken sich Woschitz et al. 2003 auf häufige Arten. Ebel et al. 2006 beschränken sich zusätzlich auf adulte Fische während der Laichzeit, weil nur diese mit einer gewissen Sicherheit als „wanderwillig“ bezeichnet werden könnten. Schwevers et al. 2005 und Guthruf & Dönni 2014 berücksichtigen hingegen alle Arten bei der Bewertung.

Alle Autoren messen die Zielerfüllung der Bewertungskriterien mit einer 5-stufigen Skala entsprechend den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie der EU. Die Aggregation der Bewertungskriterien zu einer Gesamtbewertung wird unterschiedlich gehandhabt. Woschitz et al. 2003 und Ebel et al. 2006 berechnen den arithmetischen Mittelwert, wobei die resultierende Gesamtbewertung maximal 1 Klasse höher sein darf, als die schlechteste Einzelbewertung. Schwevers et al. 2005 orientieren sich am pessimistischen Bewertungskriterium. Guthruf & Dönni 2014 summieren die Einzelbewertungen auf und vergleichen diesen Summenwert zwischen den einzelnen Aufstiegsanlagen bzw. zwischen den Staustufen. Auf eine Gesamtbewertung der Anlagen oder Staustufen im Sinne von 5 Klassen oder Farbgebung wird verzichtet. Eine Gewichtung der Bewertungskriterien ist bei keiner Methodik vorgesehen, bzw. wird dem Ermessen der die Wirkungskontrolle bearbeitenden Fachperson überlassen.

Bewertungssysteme für andere Datenerhebungen als mit Reusen sind uns nicht bekannt. Hinsichtlich des Einsatzes von Zählkammern sind die erwähnten Methoden adaptierbar²¹. Für den Einsatz anderer Methoden muss man sich auf Quervergleiche in der Literatur abstützen. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen zumindest Leitplanken für deren Bewertung formuliert werden.

¹⁹ Eigentliche Bewertungsmethoden aus dem englisch- oder französischsprachigen Raum sind uns nicht bekannt.

²⁰ Das Vorgehen wird derzeit überarbeitet.

²¹ Z. B. Berücksichtigung der fehlenden Selektivität der Maschenweite der Reuse.

Tab. 11: Bewertungsansätze für den Fischaufstieg und die dabei verwendeten Bewertungskriterien. Kriterien, die Sanierungszielen gemäss Tab. 6 entsprechen, wurden mit der zugehörigen Nummer bezeichnet

Autor	Bewertungskriterium	Nr.
Woschitz et al. 2003	Anteil der aufsteigenden Mitteldistanzwanderer am Bestand aufstiegswilliger Mitteldistanzwanderer im Unterwasser	–
	Anteil der aufsteigenden Kurzdistanzwanderer am Bestand aufstiegswilliger Kurzdistanzwanderer im Unterwasser	–
	Artenselektivität	AU7
	Längenselektivität auf Entwicklungsstadien	AU9/AU10
Schwevers et al. 2005	Anzahl aufsteigende Fische	AU1
	Artenselektivität	AU7
	Längenselektivität für grosse Fische	AU9
	Längenselektivität für kleine Fische	AU10
Ebel et al. 2006	Anzahl aufsteigende Fische	AU1
	Anteil der aufsteigenden Langdistanzwanderer am Bestand aufstiegswilliger Langdistanzwanderer im Unterwasser	–
	Ansammlung aufstiegswilliger Fische im Unterwasser	–
	Artenselektivität	AU7
	Längenselektivität auf grosse Fische	AU9
	Längenselektivität auf kleine Fische	AU10
Guthruf & Dönni 2014	Anzahl aufsteigende Fische	AU1
	Anzahl Tage mit Fischaufstieg	±AU2
	Artenselektivität	AU7
	Längenselektivität auf grosse Fische	AU9
	Längenselektivität auf kleine Fische	AU10

10.2.2 Fischabstieg

Etablierte Bewertungsmethoden zum Fischabstieg gibt es derzeit nicht. Das Forum „Fischschutz und Fischabstieg“ 2015 hat aber 19 Kriterien zur Auswertung biologischer Abstiegsuntersuchungen vorgeschlagen, ohne jedoch Bewertungsklassen zu liefern²². Aufgrund der Komplexität der Fischabwanderung über mehrere Wanderkorridore hinweg und fehlender belastbarer Daten wird empfohlen, verbale qualitative Funktionsaussagen unter Berücksichtigung der einzelnen Untersuchungsaspekte zu erstellen. Mit zunehmender Erfahrung wird man aber über Analogieschlüsse mit vergleichbaren Untersuchungen die eigenen Funktionsaussagen untermauern können.

²² Die Empfehlungen des Forums werden derzeit von der DWA (Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) überarbeitet.

10.3 Erhebungen

Die Erhebungen zur biologischen Wirkungskontrolle sollen möglichst standardisiert erfolgen. Da das Bewertungssystem derzeit nicht bekannt ist, müssen die Vorgaben für diesen Standard entsprechend weit gefasst werden. Im Minimum sind die Angaben gemäss Tab. 12 zu erheben.

Tab. 12: Im Rahmen einer biologischen Wirkungskontrolle zu erfassende Angaben

Standort	Ortsbezeichnung/Kanton Name der Kraftwerksanlage Gewässername
Fischökologie	Fischregion Potenzielles Artenspektrum Räumliche Anordnung der Wanderkorridore (Skizze)
Kraftwerksanlage	Hindernistyp (Wehr, Rampe etc.) Betriebsweise Wehr/Turbine Minimale/maximale Fallhöhe Ausbauwassermenge Minimaler/ maximaler Betriebsabfluss Turbine Restwasserdotierung
Wanderhilfe	Konstruktionstyp Lage/Linienführung Länge (Beckenzahl) Dimensionierung Fangkammer/-korb (Lift, Schleuse, Schnecke) Betriebsabfluss Zusatzdotierung Betriebsdauer (Dauerbetrieb/Intervalle) Wartungsintensität/-defizite Daten technische Wirkungskontrolle
Erhebung	Datum Zeit Mondphase (v.a. hinsichtlich des Aalabstiegs) Abfluss/Abflussänderung/allfällige Schwall-/Sunkerscheinungen Wasserstand im Oberwasser/Unterwasser Wassertemperatur Trübung (qualitativ) Wehrstellung Turbinenbetrieb Schwemmgutaukommen (inkl. Laubanfall)

11. BERICHT

Für jede Wirkungskontrolle ist ein Bericht zu verfassen. Er soll zumindest folgende Angaben enthalten:

- Kurzbeschreibung der Anlage (Hindernis und Wanderhilfe)
- Durchgeführte Unterhaltsarbeiten
- Detailliertes Vorgehen technische und biologische Wirkungskontrolle
- Nachvollziehbare Darstellung der Ergebnisse
- Wirkung externer Einflussfaktoren (Abfluss, Wassertemperatur, Wehrstellung, Turbinenbetrieb etc.)
- Bewertung

- Ausführliche Defizitanalyse
- Allfälliger Nachbesserungsbedarf
- Schlussfolgerungen

Die Rohdaten sind ebenfalls verfügbar zu machen. In welcher Form sie vorliegen müssen, ist derzeit noch nicht definiert.

12. NACHBESSERUNGSBEDARF

12.1 Fischaufstieg

Beim Fischaufstieg sind die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Nachbesserung günstig, da der Stand des Wissens und der Technik für viele Systeme weit fortgeschritten ist. Es sind sowohl in technischer Hinsicht (Schwevers & al. 2005) als auch bzgl. biologischer Wirkungskontrollen Methoden zur Beurteilung und Bewertung vorhanden (Kap. 10.2.1). Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die Bewertungen auf Grund technischer Kriterien und anhand der biologischen Wirkungskontrollen signifikant positiv korrelieren (Guthruf 2008).

Wird aufgrund der biologischen Wirkungskontrolle ein Defizit festgestellt, muss geprüft werden, ob dem Defizit ein technischer Mangel der Aufstiegshilfe zugrunde liegt. Da die Aufstiegshilfe in den meisten Fällen nach dem Stand des Wissens und der Technik saniert wurde, dürften grundlegende Fehler wie eine falsche Position des Einstiegs, mangelhafte Dotierung oder zu klein dimensionierte Becken nur in Ausnahmefällen die Ursache der mangelhaften Funktion sein. Häufig können die zu Grunde liegenden Mängel (z. B. zu hohes Δh zwischen 2 Becken) durch geringfügige Anpassungen wie andere Positionierung von Blöcken oder Verengung einzelner Schlitze korrigiert werden.

Gleichzeitig muss überprüft werden, ob der Aufstieg während der biologischen Wirkungskontrolle durch externe Einflussfaktoren beeinträchtigt wurde (z. B. Fischsterben, Abwassereinleitung, extreme Abflussverhältnisse).

Können trotz Defiziten bei der biologischen Wirkungskontrolle keine technischen Mängel oder externen Einflussfaktoren ermittelt werden, muss die Anlage in der Sanierungsplanung belassen werden. Sie muss zu einem späteren Zeitpunkt erneut überprüft werden, sobald sich der Stand des Wissens bzgl. Technik und/oder bzgl. Auswertung biologischer Wirkungskontrollen entscheidend verändert hat. Die Lösungsfindung geschieht in Zusammenarbeit der Akteure (Abb. 13).

Bei einem Defizit der biologischen Kontrolle kann allenfalls auf eine erneute, spätere Nachkontrolle verzichtet werden, wenn ein Monitoring zeigt, dass sich die Bestandes-Entwicklung der Zielarten seit der Wiederherstellung der Längsvernetzung deutlich verbessert hat.

12.2 Fischabstieg

Bezüglich Fischabstieg sind grössere Wissenslücken vorhanden. Beispielsweise sind die genauen Faktoren, welche die Abwanderung auslösen, zu wenig bekannt. Zudem ist die Abwanderung über das Wehr technisch kaum erfassbar.

Werden bei Abstiegsuntersuchungen Defizite festgestellt, ist wie folgt vorzugehen:

- Werden hohe Verletzungsraten/Mortalität festgestellt, sind die Untersuchungen abubrechen und die Ursachen unverzüglich zu beheben (z. B. Geschwemmselablagerungen, scharfe Kanten im Bypass).
- Werden sonstige Defizite festgestellt, müssen analog zum Fischaufstieg vertiefte technische Überprüfungen durchgeführt und allfällige externe Einflussfaktoren abgeklärt werden.

Das weitere Vorgehen erfolgt gemäss Abb. 13.

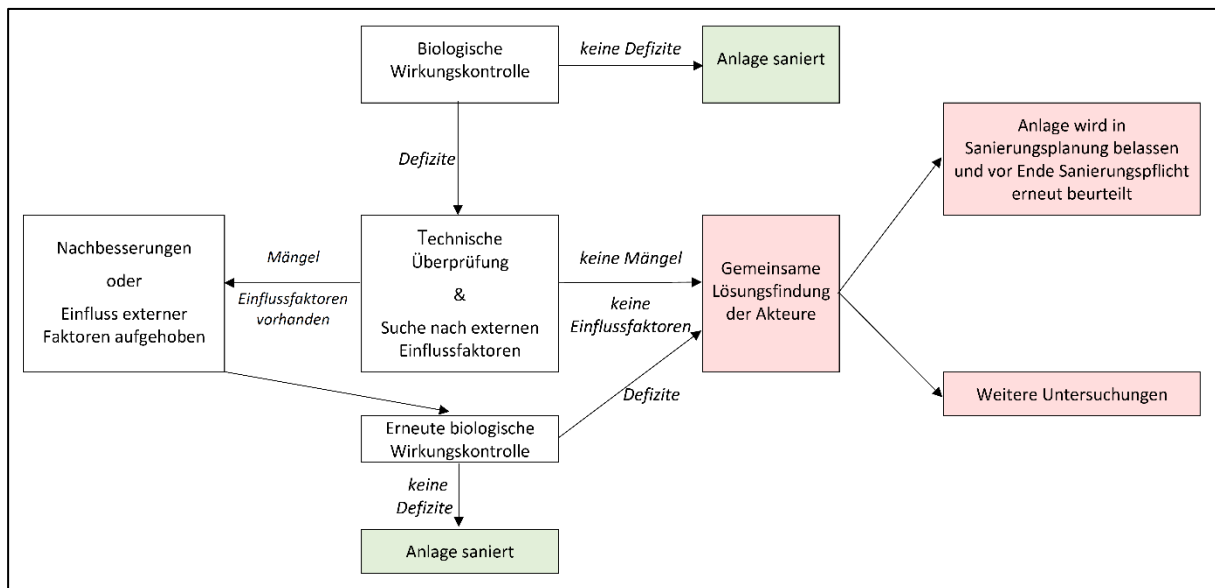


Abb. 13: Vorgehen in Abhängigkeit der Resultate der biologischen Wirkungskontrolle

13. OFFENE PUNKTE – AUSBLICK

Die Erarbeitung des vorliegenden Handbuchs wurde von einer Begleitgruppe begleitet (Zusammensetzung s. Impressum). Im Rahmen der verschiedenen Diskussionen wurde ersichtlich, dass diverse Schwierigkeiten, Fragen, Wünsche etc. offen sind, die im Rahmen dieses Handbuchs nicht abschliessend behandelt werden konnten:

- Öffentliche Verfügbarkeit der erhobenen Daten/erstellten Berichte
- Referenzdatenbank, in der erhobene Daten zentral und einheitlich gesammelt werden
- Öffentlich zugängliche Plattform mit regelmässig aktualisierter Übersicht, wo welche Massnahmen und Wirkungskontrollen mit welchen Ergebnissen ausgeführt worden sind
- Zusammenstellen von Forschungserkenntnissen aus dem In- und Ausland
- Einheitliche Bewertungssysteme für Wirkungskontrollen
- Zentrale Verwaltung des Materials, das für Wirkungskontrollen eingesetzt wird (Wiederverwendung an anderen Anlagen)
- Wunsch, dass auch negative Resultate kommuniziert/publiziert werden (grosser Lerneffekt für analoge Projekte, Vermeidung derselben Fehler)
- Problematik der teilweise ungenügenden Wartung von Fischwanderanlagen
- Etc.

Die Autoren des vorliegenden Berichts regen an, diese Punkte bei der weiteren Bearbeitung des Themenkreises Sanierung Fischgängigkeit aufzugreifen und entsprechende Lösungen anzustreben (Diskussionen im Rahmen des vom BAFU und der Wasser-Agenda 21 organisierten Erfahrungsaustauschs, Einbezug dieser Punkte in nachfolgende Publikationen, regelmässige Aktualisierungen des Handbuchs, Aufbau einer öffentlich zugänglichen Plattform mit entsprechenden Informationen etc.).

14. LITERATUR

BAFU 2016: Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe „Renaturierung der Gewässer“. Bundesamt für Umwelt, Bern, 51 S.

Bunt, C. M., Castro-Santos, T., Haro, A. 2012: Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. *River Research and Applications* 28, 457-478.

DWA 2010: Durchgängigkeit und Habitatmodellierung von Fließgewässern, 274 S.

DWA 2014: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung.- DWA-Regelwerk, Merkblatt DWA-M 509, 334 S.

Dönni, W., Boller, L., Zaugg, C. 2016: Mindestwassertiefen für See- und Bachforellen – Biologische Grundlagen und Empfehlungen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt: 42 S.

Ebel, G., Fredrich, F., Gluch, A., Lecour, C., Wagner, F. 2006: Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V., 115 S.

Ebel, G. 2016: Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurbiologische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Bd. 4 (2. Aufl.), 483 S., Halle (Saale).

Forum „Fischschutz und Fischabstieg“ 2014: Synthesepapier. Ergebnisse der Workshops, 42 S.

Forum „Fischschutz und Fischabstieg“ 2015: Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 215 S.

Gough, P., Philipsen, P., Schollemä, P. P., Wanningen, H. 2012: From sea to source; International guidance for the restoration of fish migration highways. Regional Water Authority Hunze en Aa's. Niederlande, 299 S.

Guthruf, J. 2008: Fischaufstieg am Hochrhein. Koordinierte Zählung 2005/06. Umwelt-Wissen 8010: 161 S.

Guthruf, J., Dönni, W. 2014: Methodik zur Bewertung koordinierter Fischaufstiegszählungen bei Kraftwerksanlagen an grossen Flüssen, insbesondere am Hochrhein. BAFU, 27 S.

Hefti, D. 2012: Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken. Checkliste Best Practice.- Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1210, 79 S.

Hilaire, M., Senecal, A., Besse, T., Baisez, A. 2014: Guide de gestion de d'entretien des dispositifs de franchissement des ouvrages hydrauliques pour les poissons migrateurs. Contribution de LOGRAMI à la restauration de la continuité écologique des cours d'eau. - LOGRAMI, 62 S.

Økland, F., Teichert, M.A.K., Thorstad, E.B., Havn, T.B., Heermann, L., Sæther, S.A., Diserud, O.H., Tambets, M., Hedger, R.D., Borchert, J. 2016: Downstream migration of Atlantic salmon smolt at three German hydropower stations. NINA Report 1203, 47 S.

Schmalz, W. 2002: Untersuchung der Möglichkeiten der Anwendung und Effektivität verschiedener akustischer Scheueinrichtungen zum Schutz der Fischfauna vor Turbinenschäden.- Schleusingen (Labor für hydraulisches Versuchswesen, Gewässerschutz und Ökologie der Bauhaus-Universität Weimar, Institut für Wasserwesen), 77 S.

Schwevers, U., Adam, B., Thumerer, D. 2005: Auswertung durchgeführter Erfolgskontrollen. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Referat IV-10 Grundsatzfragen Wasserwirtschaft, Ökologie der Fließgewässer, Hochwasserschutz, 193 S.

Seifert, K. 2016: Fischaufstiegsanlagen in Bayern – Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Landesfischereiverband Bayern e.V., 152 S.

Woschitz, G., Eberstaller, J., Schmutz, S. 2003: Mindestanforderungen bei der Überprüfung von Fischmigrationshilfen (FMH) und Bewertung der Funktionsfähigkeit. Richtlinien der Fachgruppe Fischereisachverständige beim österreichischen Fischereiverband 1/2003, 23 S.

Zaugg, C., Dönni, W., Boller, L., Guthruf, J. 2016: Massnahmenumsetzung Sanierung Fischgängigkeit. Umfang und Methodenwahl Wirkungskontrollen.- im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, 30 S.

Zaugg, C., Mendez, R. in prep.: Axpo Kleinwasserkraft AG, Kleinwasserkraftwerk Stroppel: Wirkungskontrolle Fischabstieg am Horizontalrechen mit Bypass.- im Auftrag Axpo.

ANHANG 1

Beschreibung von Methoden zur Untersuchung der Fischgängigkeit

- * Zählbecken
- * Reusen
- * Netzsysteme
- * PIT-Tagging
- * Infrarotzählsystem (VAKI-Riverwatcher)
- * Video- & Kamerasysteme
- * Fang (Markierung)-Wiederfang
- * Rechengutuntersuchungen
- * Telemetry
- * Sonar (DIDSON, ARIS)

Bemerkungen

- Methoden zur Überprüfung der Fischgängigkeit befinden sich in ständiger Entwicklung und werden durch neue Ansätze ergänzt, die in diesem Bericht nicht alle vorgestellt werden können (Umwelt-DNA, Fisch-Dummies etc.). Nachfolgend werden Prinzipien und Fallbeispiele dargestellt; der Einsatz der einzelnen Methoden muss fallspezifisch und gemäss aktuellem Stand der Technik/des Wissens erfolgen.
- Weitere nur eingeschränkt nutzbare Methoden wie z. B. der Resistivity Counter werden ebenfalls nicht vorgestellt.
- Es wird keine Methode speziell hervorgehoben oder nicht zur Anwendung empfohlen. Alle Methoden haben Vor- und Nachteile und eignen sich für Untersuchungen bestimmter Sanierungsziele. Es ist am Bearbeiter zu eruieren, welche Methode sich für die zu untersuchenden Sanierungsziele am besten eignet (Kap. 7).
- Die unter „Eignung Fischaufstieg“ bzw. „Eignung Fischabstieg“ aufgeführte Einstufung bezieht sich nur auf die in den Tab. 6 und 7 definierten Sanierungsziele, für welche die Methodik empfohlen wird, nicht auf die Überprüfung der gesamten Funktionalität des Auf- oder Abstiegs.
- Falls in einem Einzugsgebiet an mehreren Anlagen Wirkungskontrollen vorzunehmen sind, wird empfohlen, diese möglichst koordiniert durchzuführen, insbesondere bei Methoden wie dem PIT-Tagging (Synergien, grösserer Erkenntnisgewinn, geringere Kosten pro Anlage).
- Die Informationen zu den verschiedenen Methoden stammen vorwiegend aus Untersuchungen in der Schweiz und in den Nachbarländern; sie wurden der aktuellen Literatur, den Feedbacks eines Rundschreibens sowie Direktkontakten entnommen. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Verschiedene Einschätzungen beruhen auf den Erfahrungen der Bearbeiter, sind nicht pauschal auf andere Anlagen anwendbar und haben zum Ziel, sowohl positive wie auch negative Erkenntnisse weiterzugeben.
- Nachfolgende Angaben bzgl. Kosten und Aufwand sind grobe Abschätzungen; sie können je nach Situation stark variieren.
- Weiterführende Informationen können den angegebenen Quellen entnommen werden.
- Der Einsatz der jeweiligen Methode muss mit den zuständigen Behörden abgesprochen werden (rechtliche Grundlagen, notwendige fischereirechtliche Bewilligungen, Tierschutz). Markierungen sind meldepflichtig (BAFU).

ZÄHLBECKEN

Materialkosten, Bau:	mittel	Aufwand:	hoch
Eignung Fischaufstieg:	gut	Eignung Fischabstieg:	mittel
		bei entsprechender Anordnung und wenig Geschwemmelaufkommen	

Typ:

Aktive Fangmethode / Zählmethode

Prinzip:

Das Zählbecken ist eine durchflossene Kammer, die in oder neben einer Fischwanderhilfe angeordnet wird und als Sackgasse für aufstiegswillige resp. abgestiegene Fische wirkt. Zählbecken sind mit Kehlen auszustatten. Diese müssen so ausgestaltet sein, dass Fische in das Becken einwandern und dieses dann nicht mehr verlassen können. Standardlösungen für derartige Kehlen sind derzeit nicht bekannt; eine diesbezügliche Studie wird 2018 im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt durchgeführt.

Anwendungsgrenzen: keine

Voraussetzung	* Ausreichend Platz für Bau Zählbecken * Gute Zugänglichkeit, Begehbarkeit Zählbecken, ausreichend Platz für Fischzählungen * Vorrichtung für Reinigung (z. B. Wasseranschluss und Schlauch) * Genügend Zählpersonal mit ausreichender Artenkenntnis * Kehle (unten) und Blende (oben), um Entweichen der Fische aus dem Zählbecken zu reduzieren * Blende gegen das Oberwasser hin so konstruieren, dass möglichst wenige (Jung-/Klein-) Fische von oben her ins Zählbecken gelangen können * Drosselbarer Ablauf aus Vertiefung im Zählbecken (Klein- und Jungfische beachten und Spülvorrichtung vorsehen) * Evtl. Beleuchtung bei Nachtleerungen
Vorteile	* Geringe Verletzungsgefahr für Fische bei sachgerechter Leerung Kammer * Einfaches Einsammeln und Handling der Fische * Quantitative Erfassung von auf- und allenfalls absteigenden Fischen möglich, wenn Wanderverhalten gering beeinflusst wird und keine Fische entweichen können (Problematik Kehle s. oben) * Erfassung von Klein- und Jungfischen möglich * Unterscheidung nach Art und Grösse möglich * Unabhängig von der Wassertrübung * Weitergehende Untersuchungen (Verletzungen, Schuppenproben, Markierung, etc.) möglich
Nachteile	* Leerungen aufwendig und mit Stress für Fische verbunden * Kehle: Scheueffekt vor Einschwimmen in Zählbecken wahrscheinlich * Einschwimmen von Jung- und Kleinfischen aus dem Oberwasser möglich * Arbeitsintensiv: tägliche Leerungen (evtl. auch nachts) (bei vielen Fischen muss die Frequenz der Leerungen erhöht werden) * Prädation von Fischen bei längeren Leerungszyklen nicht auszuschliessen



Aufstiegshilfe wird während der Erfolgskontrolle mittels Schieber geschlossen und die Fische ins Zählbecken geleitet (Gebler)



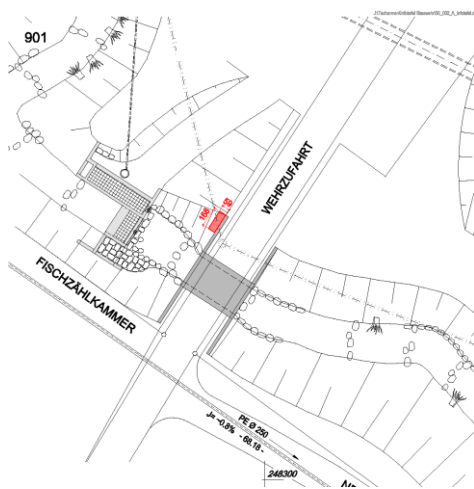
Stromaufwärts schwimmende Fische gelangen in das neben der Aufstiegshilfe angeordnete Zählbecken (Aquarius)



Kehlen reduzieren das Rückschwimmen der Fische. Sie müssen der Grösse der vorkommenden Fische angepasst und regelmässig gereinigt werden (AquaPlus)



In speziellen Vertiefungen im Zählbecken können Fische besser gefangen werden (Aquarius)



Fischaufstieg: Fischzählkammer Wehr Schönenwerd (KW IBAarau) (Kanton Solothurn)



Fischabstieg: Beispiel einer Fangkammer in einem Bypass (Ebel 2016)

Weiterführende Literatur:

Gebler, R. 2010: Zählbecken - Fisch schonende Methode zur Funktionskontrolle von Fischwegen. WasserWirtschaft Nr. 3.

Ebel, G. 2016: Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurbiologische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Bd. 4 (2. Aufl.), 483 S., Halle (Saale).

ZÄHLBECKEN: Fallbeispiel KW Waldhalde, Sihl

- | | |
|------------------|--|
| Ziel: | * Wirkungskontrolle Fischeaufstieg über konventionellen Schlitzpass |
| Situation: | * Dotation: 400 l/s
* Δh Ober- / Unterwasserspiegel: ~ 3.5 m
* ~ 7 Fischarten (Lachspotenzialgewässer) |
| Fangvorrichtung: | * Zählbecken mit Reusenkehle und getrenntem Einlauf aus Oberwasser (Absperrung mittels Maschengitter) |



Zählbecken mit Reusenkehle aus Gitterdraht, die ein Zurückschwimmen der Fische in den Schlitzpass erschwert. Verlegung bei hohem Gschwemmselanfall möglich (AquaPlus)

- * Dimension Zählbecken: 5.70 m x 2.45 m x 1.4 m
- * Maschenweite Absperrgitter und Reusenkehle: 23 mm x 23 mm
- * Bau und Installation teuer
- * Hoher Personalaufwand für Leerungen (Leerungsfrequenz: 1 x täglich)
- * Untersuchungszeitraum Zeitraum: April–November
- * Probleme: Ungünstige Anordnung, teilweise hoher Gschwemmselanfall und Verstopfung des Absperrgitters, Einschwimmen von Kleinfischen aus dem Oberwasser, aufwendige Reinigung, Kleinfische können durch die Reusenöffnung hindurch wieder in den Schlitzpass gelangen

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * **Anordnung:** Die Anordnung des Zählbeckens mit einem zweiten Einlauf vom Oberwasser her erwies sich als ungünstig. Zum einen gelangt dadurch mehr Gschwemmsel ins Zählbecken und lagert sich auf dem vorgelagerten Maschengitter und der Reusenkehle ab (erhöhter Reinigungsaufwand, Abflussreduktion im Schlitzpass). Zum anderen können Kleinfischarten (ohne bodenorientierte Arten) und Jungfische aus dem Zählbecken nach oben entweichen und können damit nicht zuverlässig gezählt werden. Gleichzeitig können Jungfische vom Oberwasser her ins Zählbecken gelangen und das Resultat verfälschen.
- * **Reinigung:** Die Sihl transportiert bei Hochwasser ziemlich viel Gschwemmsel, weshalb das Absperrgitter mindesten täglich aufwendig gereinigt werden muss.
- * **Leerungen:** Die Leerungen sollten möglichst schnell und einfach ablaufen, um den Stress der Fische auf ein Minimum zu reduzieren. Daher wird empfohlen, jeweils zwei Personen für die Leerung vorzusehen.
- * **Schieberschliessung:** Mit einer einfachen Drehkurbel kann das Zählbecken mit einem Schieber verschlossen und die sich darin befindenden Fische gefangen und gezählt werden.
- * **Wiederholbarkeit:** Durch die permanente Installation des Zählbeckens, kann die Wirkungskontrolle jederzeit wiederholt werden.



Hoher Laubanfall im Herbst bedingt eine tägliche Reinigung des Absperrgitters (AquaPlus)



Die Schieberschliessung kann einfach und schnell von ausserhalb ausgeführt werden (AquaPlus)



Im Hintergrund ist das Absperrgitter mit geschlossenem Sohlblech sichtbar. Im Vordergrund befindet sich eine Vertiefung mit Ablauf (auf dem Bild verschlossen) (AquaPlus)

Quelle:

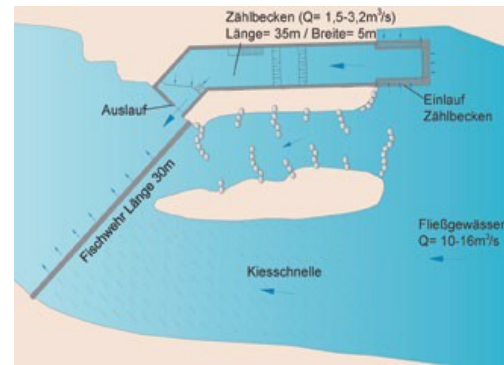
AquaPlus 2017: KW Waldhalde. Auf- und Abstiegskontrolle - Funktionsbewertung (unveröffentlicht).

ZÄHLBECKEN: Fallbeispiel KW Rheinfelden (deutsche Seite), Rhein

- Ziel:** Wirkungskontrolle Fischaufstieg über naturnahes Umgehungsgerinne
- Situation:**
- * Dotation Umgehungsgerinne: 10-16 m³/s (35 m³/s für Spülzwecke)
 - * Gefälle Umgehungsgerinne: 0.8 ‰
 - * Länge: 1'030 m, Breite: 50 m
 - * Δh Ober- / Unterwasserspiegel: 6.9-9.10 m
 - * > 30 Fischarten
- Fangvorrichtung:**
- * Überströmtes Fischwehr und Leitströmung aus Zählbecken locken Fische im oberstromigen Ende ins Zählbecken
 - * Kehle soll Fische am Verlassen des Zählbeckens möglichst hindern
 - * Überfall mit Tauchwand hindert Fische am Verlassen der Zähleinrichtung durch Springen gegen Fliessrichtung



Fischwehr, welches aufsteigende Fische zum Zählbecken leitet (Blick gegen die Fliessrichtung)(Gebler 2013)



Skizze der Anordnung (Gebler 2013)

- * Dimensionen Zählbecken: 35 m x 5 m
- * Dotierung: 1.5–3.2 m³/s
- * Bau und Installation teuer
- * Hoher Personalaufwand für Leerungen
- * Zeitraum: April 2016 – März 2017
- * Leerungsfrequenz: Sommer und Winter: täglich

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * Der teilweise hohe Geschwemmselanfall konnte durch den Einbau eines Schwimmbalkens stark vermindert werden.
- * PIT-Tagging-Untersuchen haben aufgezeigt, dass 85 % der eingestiegenen Fische das Zählbecken durch die Kehle verliessen, abstiegen und so der Zählung durch die Fischer entgingen (Peter et al. 2016).

Quellen:

Gebler, R. & Lehmann, P. 2013: Naturnahes Fließgewässer am neuen Kraftwerk Rheinfelden. Wasser-Wirtschaft Nr. 6.

Peter, A., Mettler, R. & Schölzel, N. 2016: Vorprojekt „PIT-Tagging Untersuchungen am Hochrhein-Kraftwerk Rheinfelden“. Studie Peter Fishconsulting. Auftrag: Bundesamt für Umwelt BAFU: 43 S.

Ulrich, J. 2013: Zwischenergebnis der Fischzählung am neuen Wasserkraftwerk Rheinfelden. Wasserwirtschaft Nr. 6.

REUSEN

Materialkosten, Bau:	gering	Aufwand:	hoch
Eignung Fischaufstieg:	mittel	Eignung Fischabstieg:	-
		Ausnahme: Abstiegskontrollen in Aufstiegsgewässern	

Typ:

Aktive Fangmethode / Zählmethode

Prinzip:

Reusen sind kasten- oder kegelförmige Vorrichtungen mit einem trichterförmigen Eingang (Reusenkehle). Die Kehle muss so ausgestaltet sein, dass Fische in die Reuse einwandern und diese dann nicht mehr verlassen können. Standardlösungen für derartige Kehlen sind derzeit nicht bekannt; eine diesbezügliche Studie wird 2018 im Auftrag des Bundesamts für Umwelt durchgeführt. Reusen werden in die Fischwanderhilfe eingesetzt. Verwendung unterschiedlicher Typen (z. B. Kasten- oder Netzreusen) und Materialien (z. B. Maschendraht, Lochblech oder Netze).

Anwendungsgrenzen: starker Geschwemmselanfall

Voraussetzung	* Rahmen- und Hebevorrichtung * Gute Zugänglichkeit, ausreichend Platz für Fischzählungen * Vorrichtung für Reinigung (z. B. Wasseranschluss und Schlauch) * Genügend Zählpersonal mit ausreichend Artenkenntnis * Reuse muss so konstruiert sein, dass die Gefahr von Fischverletzungen gering ist (z. B. genügend dimensioniert, keine scharfen Kanten, knotenloses Netzmaterial, relativ geringe Strömung etc.) * Bei naturnahen Fischwanderhilfen zusätzliche Absperungen und Leitvorrichtungen * Evtl. Beleuchtung bei Nachtleerungen
Vorteile	* Netzreuse: geringes Gewicht, flexible Einsatzmöglichkeiten * Dieselbe Reuse kann an unterschiedlichen Anlagen eingesetzt werden * Quantitative Erfassung von aufsteigenden Fischen möglich, wenn Wanderverhalten gering beeinflusst wird und keine Fische entweichen können (Problematik Reusenkehle s. oben) * Unterscheidung der Fische nach Art und Grösse möglich * Unabhängig von der Wassertrübung * Weitergehende Untersuchungen (Verletzungen, Schuppenproben, Markierung etc.) möglich
Nachteile	* Verletzungsgefahr für Fische gross * Anfällig gegenüber Verschmutzung und Verlegung, insbesondere bei erhöhtem Laubanfall * Netzreuse: wenig widerstandsfähig, schadenanfällig * Leerungen aufwendig und mit erhöhtem Stress für Fische verbunden * Zur Erfassung von Klein- und Jungfischen wenig geeignet (Kompromiss zwischen Fang von kleinen Tieren und Verlegungsrisiko) * Reusenkehle: Scheucheffekt vor Einschwimmen in Reuse wahrscheinlich

- * Arbeitsintensiv: tägliche Leerungen (evtl. auch nachts) und grosser Reinigungsaufwand (bei vielen Fischen und erhöhtem Geschwemmselaufkommen muss die Frequenz der Leerungen und Reinigungen erhöht werden)
- * Prädation von Fischen bei längeren Leerungszyklen nicht auszuschliessen



Kastenreuse aus Gitter (Aquarius)



Reuse mit Reusenkehlen (Aquatica)



Kastenreuse aus Lochblech mit Hebevorrichtung (AquaPlus)



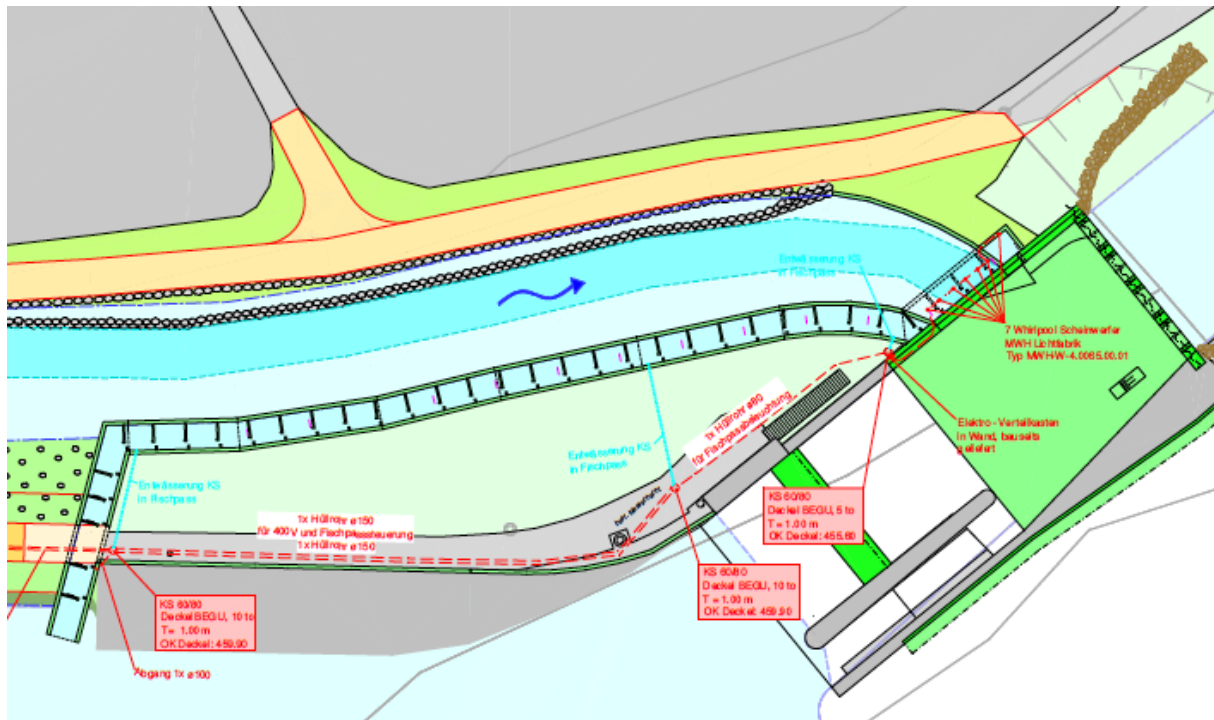
Kastenreuse aus Gitter (AquaPlus)

Weiterführende Literatur:

Adam et al. 2014: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Merkblatt DWA-M 509. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

REUSEN: Fallbeispiel KW Sarneraa, Sarneraa

Ziel:	* Erfolgskontrolle Fischeaufstieg über konventionellen Schlitzpass
Situation:	* Dotation Schlitzpass: ~ 250 l/s
	* Δh Ober/Unterwasserspiegel: 7 m
Fangvorrichtung:	* Kastenreuse aus Lochblech mit Kehlenöffnung



Situationsplan des Kraftwerks Sarneraa

- * Dimensionen Reusenrahmen: 213 x 208 x 120 cm
- * Höhe der Bodenwanne: 30 cm
- * Decke: verkleidet mit Moost Teppich
- * Reusenwände: Lochblech, verzinkt
- * Lochdurchmesser: 15 mm
- * Kehlenöffnung: 125 cm (Höhe) x 30 cm (Breite)
- * Kehlenlänge: 45 cm
- * Zusätzliche Sperreinrichtungen in der Kehle: über Schrumpfschläuche verbundene 50 cm lange Stäbe
- * Höhe der Kehlenmitte über dem Reusenboden: über die gesamte Höhe durchgehender Kehlenschlitz
- * Setzen mittels Kran im obersten Becken
- * Testversuche zum Ermitteln methodenbedingter Verletzungsraten sowie zur Ermittlung der Leerungsfrequenz
- * Leerungsfrequenz: täglich
- * Zeitraum: Herbst 2010: 57 Tage; Frühling 2011: 72 Tage; Herbst 2011: 60 Tage

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:*** Technische Anpassungen:**

- Mit einem grösseren Kranhaken konnte das Risiko einer Beschädigung des Hakens und damit Sicherheitsprobleme minimiert werden.
- Auf dem Reusendach wurde ein rutschfestes Trittbrett aus Aluminium angebracht
- Jeweils 2 Reusenkehlenstäbe wurden mit Schläuchen verbunden. Damit wurde die Verletzungsgefahr für Fische reduziert.
- Um das Absenken der Reuse zu erleichtern, wurden Löcher in den Beckenboden gebohrt
- Eine Lochplatte wurde ähnlich einer Tauchwand als Laubabweiser am Einlauf montiert.

*** Balance:** Wegen der schweren Klappe der Seitenwand musste die Reuse austariert werden.*** Probleme:** Bei starkem Laubanfall verstopften die Löcher, und der Wasserdurchfluss wurde reduziert. Das Wasser drückte unter der Reuse durch und hob diese an, so dass aufsteigende Fische unter der Reuse durchschwimmen konnten. Es wurden zwei weitere Lochreihen in den Reusenboden gebohrt. Das Problem konnte jedoch nicht vollständig behoben werden.*** Zusätzliche Untersuchungen:** Elektrofischungen im Unterwasser um einen Vergleich des Fischbestandes mit den aufgestiegenen Fischen zu erlangen (Selektivität)*Reuse gehoben (Fischwerk)**Entleerung der Reuse durch Aufklappen der Seitenwand (Fischwerk)***Quelle:**

Fischwerk 2012: Fischpass Kraftwerk Sarneraa. Aufstiegskontrolle 2010/2011 und Funktionsbewertung. Schlussbericht.

REUSEN: Fallbeispiel Absturz Kollbrunn, Töss

- Ziel: * Erfolgskontrolle Fischaufstieg über Steffstep (Temporärer Schlitzpass aus Stahl)
- Situation: * Dotierung: 120 – 160 l/s
* Δh Ober-/Unterwasserspiegel: 3 m
* 4 Fischarten
- Fangvorrichtung: * Reuse aus Gitter (Eigenbau aus zwei Teilen) mit Kehlöffnung



Einsetzen des unt. Gitters mit Kehle in die Steffstep (Baier)



Von Algen verlegtes (oberes) Gitter im Sommer (Baier)

- * Dimensionen Kastenreuse: 2-teilige Reuse, Gitter (Maschenweite 2 x 2 cm) quer im Fischpass am oberen Ende eines Beckens, Gitter mit Kehle und einer kreisförmigen Öffnung in der Mitte (Durchmesser 14 cm) am unteren Ende eines Beckens
- * Leerungsfrequenz: Sommer: an einzelnen Tagen alle 2 h; Winter: alle 24 h
- * Zeitraum: Juli–Dezember

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * **Reinigung:** Reuse verstopfte sehr leicht mit Blättern, Algen etc. Der Reinigungsaufwand war dementsprechend hoch.
- * **Funktionalität:** Bei Hochwasser nicht funktionsfähig, da die Reuse schnell verstopfte und ein Verletzungsrisiko für die Fische darstellte. Im Sommer grosses Algenaufkommen, im Herbst viel Laub und im Winter war ein zu niedriger Abfluss vorhanden. Fazit: Reuse an diesem Standort kaum einsetzbar
- * **Offene Reuse:** Gefahr durch fischfressende Vögel. Als Lösung wurde ein Holzunterschupf gebaut
- * **Handhabung:** Einfach und kostengünstig
- * **Scheucheffekt:** Abbruch oder verzögerter Aufstieg durch Kehle potenziell möglich
- * **Weitere Untersuchungen:** Reusenkontrollen wurden ergänzend zu PIT-Markierungen und Video durchgeführt
- * **Verbesserungsvorschläge:** Mobile Zwischengitter einbauen, so dass man Fläche verkleinern kann und Tiere bei der Entnahme nicht scheucht (Stressreduktion)

Quellen:

Baier, E. 2016: Fish pass Steffstep – a solution for disconnected rivers? Potential application and efficiency of a new fish pass type. Master thesis in environmental science.

Eva Baier, Fischwanderung GmbH, St. Gallen

NETZSYSTEME

Materialkosten, Bau:	gering	Aufwand:	hoch
Eignung Fischeaufstieg:	- Ausnahme: Netzreuse	Eignung Fischabstieg:	sehr gut

Typ:

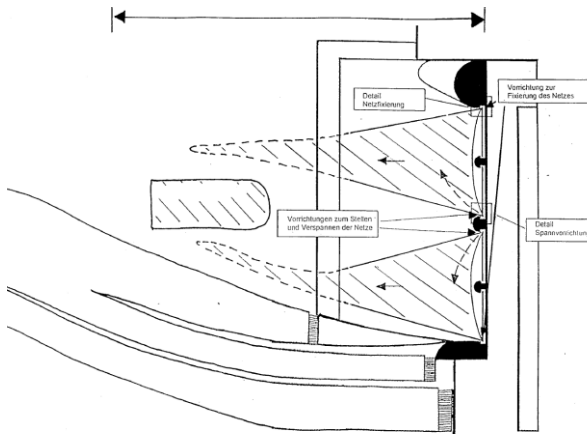
Aktive Fangmethode / Zählmethode

Prinzip:

Netzsysteme sind sack- oder korbartige Fangvorrichtungen aus Textil, die wahlweise mit Kehlen versehen sind.

Anwendungsgrenzen: starker Geschwemmselanfall

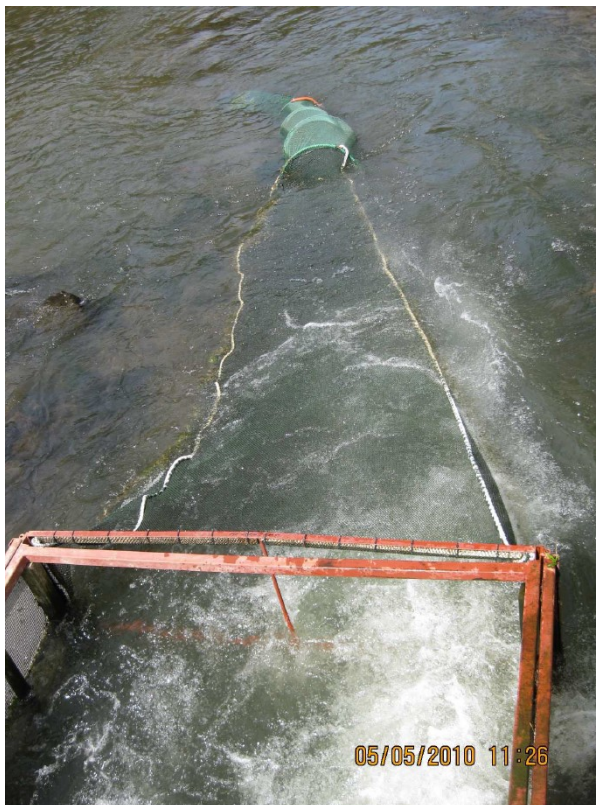
Voraussetzung	* Rahmen- und Hebevorrichtung sowie evtl. ergänzende Fangvorrichtung wie Fangkorb * Gute Zugänglichkeit und ausreichend Platz für Fischzählungen (Plattform oder Boot) * Vorrichtung für Reinigung (z. B. Wasseranschluss und Schlauch) * Genügend Zählpersonal mit ausreichenden Artenkenntnissen * Hohe Anforderungen an Personensicherheit (v.a. bei Leerungen nachts) * Reissverschlüsse oder verknotbare Öffnungen für die Fischentnahme und zur Reinigung * Fangvorrichtungen müssen so konstruiert sein, dass die Gefahr methodenbedingter Verletzungen an Fischen gering ist * Knotenloses Garn verwenden (Minimierung Verletzungen an Fischen) * Evtl. Beleuchtung bei Nachtleerungen
Vorteile	* Netzreuse: geringes Gewicht, flexible Einsatzmöglichkeiten * Dasselbe Netzsystem an unterschiedlichen Anlagen einsetzbar * Unabhängig von der Wassertrübung * Unterscheidung nach Art und Grösse möglich * Quantitative Erfassung möglich * Höchstens geringe Beeinflussung des Wanderverhaltens * Weitergehende Untersuchungen (Verletzungen, Schuppenproben, Markierung etc.) möglich
Nachteile	* Verletzungsgefahr, insbesondere für kleine Tiere und empfindliche Arten * Leerungen mit erhöhtem Stress für Fische verbunden * Anfällig gegenüber Verschmutzungen, wenig widerstandsfähig, schadenanfällig * Bei starkem Treibgut anfall nicht einsetzbar * Arbeitsintensiv: regelmässige Leerungen (evtl. auch nachts) und grosser Reinigungsaufwand (bei vielen Fischen und erhöhtem Geschwemmselaufkommen muss die Frequenz der Leerungen und Reinigungen erhöht werden) * Bei Hochwasser/im Rückstaubereich nicht anwendbar * Bei hohen Fliessgeschwindigkeiten schwierig einsetzbar



Hamen unterhalb von Turbinen (Holzner 2000)



Netzreuse (Schmalz & al. 2015)



Fangkasten mit Hamen, Reuse, eingebautem Eimer und Reissverschluss zur Fischentnahme (Schmalz 2010)

Weiterführende Literatur:

Holzner, M. 2000: Untersuchungen über die Schädigung von Fischen bei der Passage des Mainkraftwerks Dettelbach. Dissertation Technische Universität München, Institut für Tierwissenschaften.

Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

Schmalz, W. 2010: Untersuchungen zum Fischabstieg und Kontrolle möglicher Fischschäden durch die Wasserkraftschnecke Walkmühle an der Werra in Meiningen. Im Auftrag Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie.

NETZSYSTEME: Fallbeispiel KW Stroppel, Limmat

Ziel:	* Kontrolle Fischabstieg unterhalb Bypass
Situation:	* Dotation Bypass: ~ 700 l/s * Δh Bypass-Ende/Unterwasserspiegel: 0-0.8 m (im Einstaubereich von Hochwässern [schwankende UW-Stände]) * Hohe Fliessgeschwindigkeiten im UW (> 0.5 m) * > 30 Fischarten
Fangvorrichtung:	* Fangkorb mit angesetzter Netzreuse



Fangkorb mit angesetzter Netzreuse (Aquarius)

- * Dimensionen Fangkorb: 3 m x 3 m
- * Länge Netzreuse: 10 m
- * Maschenweiten: Fangkorb: 8 mm, Netzreuse: 20 mm/15 mm/10 mm/8 mm
- * Setzen mittels Kran bei ausgeschaltetem Bypass/reduziertem Turbinendurchfluss
- * Fixierung mittels 6 Seilen
- * Bojen zum Heben der Netzreuse
- * Material kostengünstig
- * Hoher Personalaufwand für Leerungen
- * Testversuche zum Ermitteln methodenbedingter Verletzungsraten sowie zur Ermittlung der Leerungsfrequenz
- * Leerungsfrequenz: alle 30 Minuten
- * Zeitraum: September 2015 – Oktober 2016

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * **Fixierung Fangkorb:** Die Fixierung des Fangkorbs erwies sich anfänglich als schwierig; hierfür wurden mehrere Testversuche durchgeführt. Aufgrund des stark schwankenden Unterwasserspiegels musste sie der jeweiligen Situation angepasst werden. Da solche Untersuchungen auch nachts/bei Kälte durchgeführt werden müssen, muss das System einfach bedienbar sein.
- * **Frequenz Leerungen:** Testversuche zeigten, dass die Reuse alle 30 Minuten geleert werden musste, um methodenbedingte Verletzungen gering zu halten.
- * **Methode Leerungen:** Meist wurde nur die Netzreuse geleert, wobei sich schwimmstarke Fische auch im vorderen Bereich der Reuse aufhielten (Leerung mittels eingnähter Reissverschlüsse). Fische, die im Fangkorb verblieben, wurden durch sporadisches Heben des Korbes mit Keschern entnommen.

- * **Reinigung Fangvorrichtung:** Anfallendes Geschwemmsel sammelte sich zusammen mit den Fischen in der Reuse und wurde bei der Leerung entnommen. Während der Rechenreinigung und bei starkem Geschwemmselanfall wurde die gesamte Fangvorrichtung angehoben und gereinigt.
- * **Vorgehen Leerung:** Die Leerung muss schnell ablaufen und auch nachts/bei kalten Temperaturen durchgeführt werden können. Die Reuse wurde deshalb mit einem einfachen Verschlussystem versehen. Der Inhalt der Reuse wurde auf einem Boot in wassergefüllte Behälter entleert und auf Fische hin untersucht.
- * **Sicherheitsaspekt:** Die Leerungen wurden stets von mindestens 3 Personen durchgeführt.
- * **Massenabstieg:** Während Massenabstiegen (mehrere Hundert Fische pro Stunde bei gleichzeitig hohem Geschwemmselanfall) wurden bis zu 8 Personen eingesetzt, damit beim Handling der Fische keine methodenbedingten Verletzungen auftraten.
- * **Netzverschleiss:** Aufgrund teilweise starken Geschwemmselanfalls sowie Abnützungserscheinungen mussten verschiedene Netzbereiche mehrmals repariert resp. verstärkt werden. Es wird empfohlen, solches Material vor Ort zu haben.



Setzen der Fangvorrichtung mittels Kran (Aquarius)



Versuchsanordnung (Aquarius)



Heben Netzreuse (Aquarius)



Aussortieren der Fische nach Reusenleerung (Aquarius)



Hamenverschluss für einfaches Handling (Froelich Mechanische Werkstatt AG)



Regelmässige Reinigung bei starkem Geschwemmselanfall (Aquarius)



Reissverschluss zur Entnahme von Fischen und Geschwemmsel (Aquarius)



Grossflächige Verstärkung des Netzmateriails aufgrund von Verschleisserscheinungen (Aquarius)

Quelle:

Claudia Zaugg, Aquarius GmbH, Neuchâtel/Schnottwil
Ricardo Mendez, Axpo Power AG, Hydroenergie, Baden

Netzsysteme: Fallbeispiel KW Waldhalde, Sihl

Ziel:	Kontrolle Fischabstieg unterhalb Wehraussparung und Kontrolle Fischabstieg über Turbine
Situation:	* 250 - 600 l/s * Δh Wehraussparung/Unterwasserspiegel: ~ 3.5 m * Netzreuse im Hochwasserquerschnitt * Turbinenkapazität $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$ * Gedeckter Unterwasserkanal von ca. 100 m Länge * ~ 7 Fischarten
Fangvorrichtung:	* Netzreuse unterhalb modifiziertem Tosbecken * Hamen unterhalb Turbine

Wehraussparung: Netzreuse



Netzreuse mit Fangfass zur Strömungsreduktion (AquaPlus)



Netzreuse unterhalb Wehraussparung (AquaPlus)

- * Dimensionen Netzreuse: Reuse mit Vorhof 1.7 m breit, 1,55 m hoch und 1.5 m lang; 5 Reifen mit Durchmesser 90 cm, 80 cm, 70 cm, 60 cm, 50 cm und 2 Kehlen; Gesamtlänge: ca. 5,0 – 5,5 m
- * Gelöchertes Fangfass am unteren Ende der Netzreuse
- * Maschenweiten: Vorhof 15 mm – 210/18, Reuse 10 mm – 210/15, im Ende 8 mm
- * Knotenloses Material (möglichst grosse Fische schonung)
- * Setzen mittels Kran
- * Fixierung mittels Kran, U-Profilen und Seilen
- * Bojen für bessere Lage der Netzreuse
- * Material kostengünstig
- * Mittlerer Personalaufwand für Leerungen: 2 Personen
- * Testversuche zum Ermitteln des genauen Leerungsablaufs und der Leerungsfrequenz
- * Leerungsfrequenz: 2 x täglich
- * Zeitraum: Sommer/Herbst

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * **Fixierung Netzreuse:** Die Fixierung der Netzreuse mittel U-Profilen erwies sich anfänglich als schwierig; hierfür wurden mehrere Testversuche durchgeführt. Die Zugänglichkeit im Tosbecken (Wehrkolk) war erschwert und nur mittels Boot möglich. Ausreichend lange Netzreuse vorsehen, so dass der Fangbereich ausserhalb von tiefen, schwer zugänglichen Bereichen zu liegen kommt. Dies ermöglicht ein einfacheres, stressfreieres Leeren und erhöht die Sicherheit für das Personal. Der Reusenrahmen konnte den Querschnitt im Tosbecken nicht vollständig abdichten. Seitlich waren kleine Lücken vorhanden, die von Fischen durchschwommen werden konnten. Aufgrund der schrägen Wehrneigung können Fische zusätzlich seitlich aus der Fangvorrichtung springend entweichen. Beobachtet wurde dies allerdings nicht.
- * **Frequenz Leerungen:** Testversuche zeigten, dass eine Frequenz von 2 Leerungen pro Tag ausreichte. Fische wurden nur wenige gefangen, Verletzungen konnten keine festgestellt werden.
- * **Leerungen:** Leerungen erfolgten per Boot. Durch stufenweises Anheben des Netzes wurden Fische Richtung Fangfass gescheucht. Im Anschluss wurde dieses entnommen und die darin befindlichen Fische gezählt.
- * **Reinigung Fangvorrichtung:** Anfallendes Geschwemmsel sammelte sich zusammen mit den Fischen vorwiegend im Fangfass und wurde bei der Leerung entnommen. Durch verknotbare Öffnungen konnte jede einzelne Kehle gereinigt werden.

Turbinenauslauf: Hamen

Hamen mit Fangfass und beweglicher Klappvorrichtung unterhalb Hamen (AquaPlus)

- * Dimensionen Hamen: 3,4 m x 2,2 m = 15 m Umfang; 7 m lang, am Ende offen (mit einer Zugseil zum Öffnen und Schliessen)
- * Maschenweiten: 10 mm
- * Knotenloses Material (möglichst grosse Fische Schonung)
- * Rahmen und Fixierung mittels Gerüststangen
- * Klappbare Anordnung
- * Material kostengünstig
- * Grosser Personalaufwand für Aufbau Leerung (4 Personen)
- * Vorgängige Abfischung des UW-Kanals notwendig
- * Testversuche zum Ermitteln des genauen Leerungsablaufs und der Leerungsfrequenz
- * Leerungsfrequenz: 4 x täglich
- * Zeitraum: Sommer/Herbst

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * **Fixierung Hamen:** Die Fixierung des Hamens mittels einer Konstruktion aus Gerüststangen erwies sich anfänglich als schwierig; hierfür wurden mehrere Testversuche durchgeführt. Aufgrund der starken Strömung waren erhebliche Kräfte vorhanden, welche auf das Netz wirkten.
- * **Frequenz Leerungen:** Testversuche zeigten, dass aufgrund des Geschwemmselanfalls eine Frequenz von 4 Leerung pro Tag ausreichte. Fische können die Francis-Turbine nicht lebend passieren, entsprechend musste nicht auf durch den Hamen verursachte Fischartschäden geachtet werden.
- * **Leerungen:** Leerungen erfolgten durch Klappen des Rahmens und durch Bündeln des Hamens. Dadurch konnte alles Material Richtung Fangfass bewegt werden. Im Anschluss wurde das Fass entnommen, das Fanggut in ein flaches Becken geschüttet und auf Fischartrückstände hin untersucht.
- * **Aufwand:** Der Aufwand für den Aufbau inkl. vorgängiger Abfischung war sehr hoch, die Fanggutuntersuchungen waren nicht sehr aufwendig.

Quelle:

AquaPlus 2017: KW Waldhalde. Auf- und Abstiegskontrolle - Funktionsbewertung (unveröffentlicht).

PIT-TAGGING

Materialkosten, Bau:	gering-mittel	Aufwand:	
		Installation:	mittel
		Markierung Fische:	hoch
		Betrieb:	gering
Eignung Fischaufstieg:	sehr gut	Eignung Fischabstieg:	gut

Typ:

Passive Kontrollmethode / Markiermethode

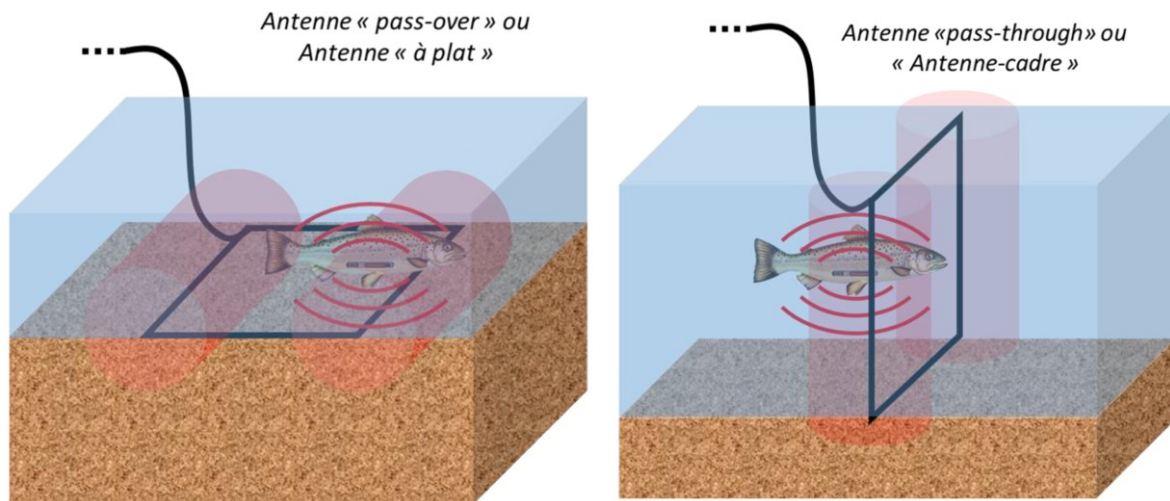
Prinzip:

PIT-Tags (Passive Integrated Transponder) sind elektronische Marken, die in die Körperhöhle von Fischen eingepflanzt werden und einen individuellen Code enthalten. Sobald der PIT-Tag in die Reichweite einer Antenne gelangt, wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, das den PIT-Tag mit Strom versorgt. Das mit der Antenne verbundene Lesegerät (Reader) registriert den Code und zeichnet ihn auf. Mit dieser Technik können individuelle Fischwanderungen detektiert werden.

Anwendungsgrenzen: Lesedistanz: 0.15 - 1 m, allfällige Umgebungsstörungen (z. B. magnetische Interferenzen, leitergebundene Störungen), Markierung Fische < 80 mm Totallänge nicht empfehlenswert

Voraussetzung	* Grosse Anzahl markierter Fische (aus Befischungen; aus Funktionskontrollen mit aktiven Fangmethoden wie Reusen und Zählbecken nur eingeschränkt nutzbar) * Der Wasserkörper des zu untersuchenden Wanderkorridors darf nicht zu gross sein und muss von den Antennen vollständig erfasst werden können (Reichweite der Antennen im Wasser max. 1 m) * Antennenmontage standortspezifisch, kein Bausatz ab Stange * Sachkundiges, berechtigtes Personal * Strom
Vorteile	* Nach Markierung kein Handling der Fische mehr notwendig * Individuelle Erfassung der Fische * Erfassung auf- und absteigender Fische (bei ausreichend Antennen) * Unabhängig von der Wassertrübung * Zeitlich genaue Dokumentation möglich (Aussagen über Diurnalität) * Aussage zu Auffindbarkeit und Passierbarkeit möglich * Untersuchung unterschiedlicher und kombinierter Fragestellungen (z. B. mehrere Einstiege, mehrere Hindernisse etc.) * Keine Beeinflussung des Wanderverhaltens (sofern markierte Fische nicht aus Zählbecken o.ä. stammen) * Flexibilität: Antennen können jederzeit versetzt werden
Nachteile	* Der Fang und die Markierung der Fische ist mit Stress und leichten Verletzungen verbunden * Nur markierte Tiere werden erfasst (bedingt eine hohe Zahl markierter Fische) * Klein- und Jungfische < 80 mm können nicht markiert werden * Möglicher Verlust der PIT-Tags bei laichenden Weibchen

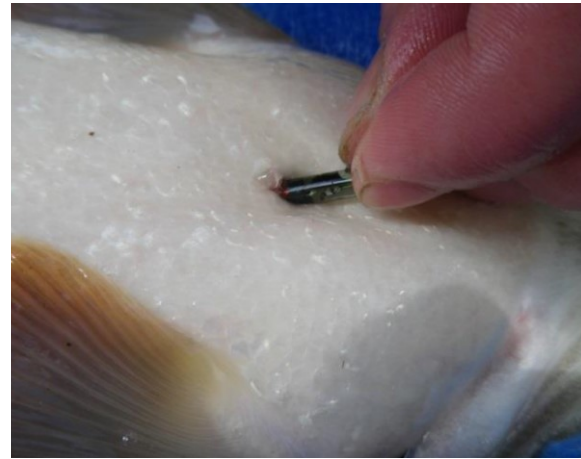
- * Entsprechend ausgebildetes Personal notwendig
- * Störanfälligkeit der Antennen durch elektromagnetische Störgeräusche (Turbinen, Generatoren, Elektromotoren etc.) relativ hoch. Inbetriebnahme daher unter Umständen sehr aufwendig.
- * Beschränkte Lesedistanz (je nach Antenne, max. 1 m)
- * Teilweise Unterhaltsaufwand gross (Geschwemmse, Totholz, Wasserpflanzen, Algen etc.)



Antennentypen (Grimardias & Cattaneo 2016)



Installation einer Antenne in einem Umgehungsgerinne
(AquaPlus)



PIT-Tag Markierung einer Barbe (Cattaneo)

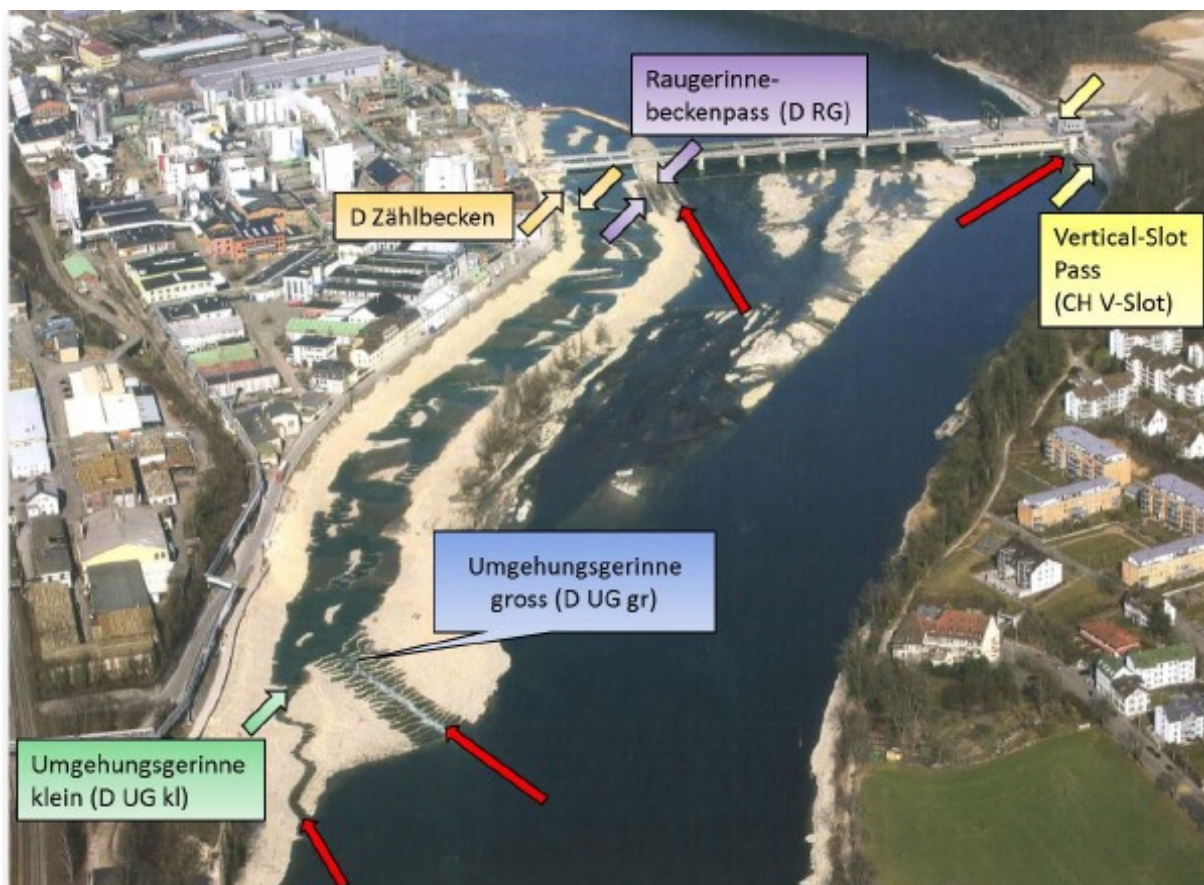
Weiterführende Literatur:

Grimardias, D. & Cattaneo, F. 2016: Assainissement de la libre migration piscicole: Evaluation de l'efficacité de franchissement des ouvrages hydroélectriques sur la Versoix (GE). Hepia.

Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

PIT-TAGGING: Fallbeispiel KW Rheinfelden, Rhein

- Ziel:** * Erfassen der aufsteigenden Fische an den drei Einstiegsorten sowie der Passageeffizienz
- Situation:** * Umgebungsgewässer (D): Dotation: 10-16 m³/s (35 m³/s Spülzwecke), Gefälle: 0.8 %, Länge: 1'030 m, Breite: 50 m, Δh Ober- / Unterwasserspiegel: max. 9.30 m
- * Raugerinne-Beckenpass (D): Dotation: 0.61 m³/s, Anzahl Becken: 47
- * Schlitzpass (CH): Dotation: 0.56 m³/s, Länge 310 m, Anzahl Becken: 61
- * > 30 Fischarten
- Zählmethode:** * PIT-Tags



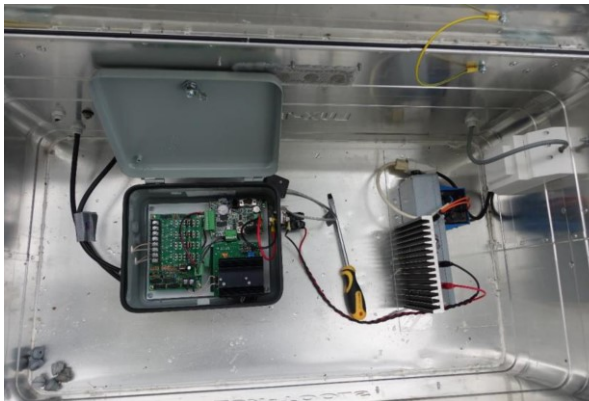
Antennenstandorte (farbige Pfeile); mögliche Einstiegsorte (rote Pfeile) (Peter et al. 2016)

- * Antennen: 2 Antennen im Vertical-Slot Pass, 2 Antennen im Raugerinnebeckenpass, 1 Antenne im Umgehungsgerinne, 1 Antenne im Zählbecken
- * Zeitraum: 01.04.2016 bis 31.10.2016

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * **Zeitaufwand:**
 - **Antennen:** Montage und Tuning: UG 2–6 Tage; Vertical-Slot Pass 2 Tage à 2–3 Personen
 - **Reader/Stromversorgung:** ca. 100 Arbeitsstunden + 1 Tag Herstellung Wetterschutz
 - **Markierung:** 350 Personenstunden für 2'000 Fische (grosser Aufwand für die Beschaffung einer ausreichend grossen Anzahl Fische pro Zielart)
 - **Betrieb:** ständige Überwachung Anlagen (Inspektion min. 1x pro Woche)

- * **Störungen:** Leitergebundene Störungen bei PIT-Tag-Lesegerät insbesondere im Deutschen Stromnetz
- * **Unterhalt:** minimal für Antennen ausser bei hohem Treibgutaufkommen
- * **Markierung:** wenig Ausfälle bei Fischen durch Markierung (< 1 %); Markierung ab Fischlänge 90 mm mit 12 mm Marken, ab Totallänge 160 mm mit 23 mm Marken
- * **Empfehlungen:**
 - genügend Zeit für Anlagenmontage einplanen
 - Falls möglich 1 Antenne pro Reader (Multiantennenreader unzuverlässigere Detektion)
 - 2 Antennen an jedem Ein- und Ausstieg (Identifikation der Schwimmrichtung; Passageeffizienz)
 - bei vielen Fischen (> 400 Fische) Markierungsteam mit 3–4 Personen
 - grössere Marken haben grössere Lesedistanz
 - Eingänge von Reusen und Zählbecken müssen so gestaltet werden, dass Fische nicht wieder aussteigen
 - Abklärungen bzgl. erlaubter Anästhesiemittel
 - Anpassung Markierungszeitpunkt an Aufstiegshöhepunkte der Zielfischarten
 - Möglichst kein Fischtransport -> Stress
- * **Kosten:** relativ geringe Materialkosten, aber grosser Personalaufwand fürs Markieren



Aluminiumkiste mit Reader und zwei Antennenkabeln
(Peter & al. 2016)



Montage einer Antenne im Schlitz eines Vertical Slot Passes
(Peter & al. 2016)

Quelle:

Peter, A., Mettler, R. & Schölzel, N. 2016: Kurzbericht zum Vorprojekt „PIT-Tagging Untersuchungen am Hochrhein – Kraftwerk Rheinfelden“. Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU: 43 Seiten.

PIT-TAGGING: Fallbeispiel Richelien, Versoix**Aufstiegskontrollen: Alle Wanderkorridore****Abstiegskontrollen: Alle Wanderkorridore, Turbinenpassage**

Ziel:	* Wirkungskontrollen Fischeauf- und Fischabstiegsanlage * Nutzung der unterschiedlichen Wanderkorridore * Ermittlung Anteil Turbinenpassagen
Situation:	* Mittlerer Abfluss Versoix: 3.2 m³/s * Abfluss Schlitzpass: min. 0.55 m³/s * Länge Schlitzpass: 13.6 m * Anzahl Becken: 5 * Höhe/Breite Schlitz 1.05 m/0.25 m * Abfluss Umgehungsrampe: min. ~ 50 l/s * Abfluss Fischabstiegsanlage: 50 l/s * Ausbauwassermenge: 4.05 m³/s * Vorkommende Fischarten: Forelle, Äsche, Groppe
Zählmethode:	* PIT-Tagging



Wasseraufnahme Fischabstieg mit Antenne



Horizontale, „pass-over“-Antenne

- * Anzahl Antennen: 10 (3 Multiplex-Systeme mit 2 bis 4 Antennen, um alle Migrationswege überwachen zu können)
- * Antennentyp: vertikale („pass-through“) und horizontale („pass-over“)
- * Dimensionen der vertikalen Antennen:
 - Höhe: 0.40 bis 1.60 m
 - Breite: 0.25 bis 0.60 m
- * Dimensionen der horizontalen Antennen (quer zum Migrationsweg):
 - Höhe: 0.45 bis 0.60 m
 - Breite: 0.30 bis 3.00 m
- * Kontrolle Funktionalität System mittels Test-Tag, welcher alle 30 Minuten ein Signal sendet (1 Test-Tag pro System)

- * Aufwand Installation Gesamtsystem: ca. 4 Tage à 2-4 Personen
- * Stromversorgung über Netz (zu Beginn auf einigen Systemen temporäre Batterien)
- * Untersuchungsdauer: 3 Jahre
- * Antennen: Elektrisches Kabel (Typ 2 (Typ 2x2 mm² oder 3x1.5 mm² je nach Antennengrösse), geschützt durch weiche Hülle (die Erfahrung hat gezeigt, dass eine flexible Ummantelung des Kabels praktischer und gegenüber Geschiebe/Geschwemmsel resistenter ist)
- * Fixierung: metallische Halterungen, mit Dübel und Schrauben in den Betonstrukturen verankert
- * Aufwand für die Kontrolle und die Wartung des Systems (Überwachung Funktionstüchtigkeit, Reparaturen etc.): ≈ 15 Tage pro Jahr (Feldbedingungen, System war Geschiebetrieb und Verschleisserscheinungen ausgesetzt)
- * Aufwand Fischmarkierung: ≈ 8 Tage à 5-6 Personen (Fang und Markierung)
- * Datenerhebung: während Kontrolle des Systems (≈ 5 min pro Lese- und Aufzeichnungsgerät)
- * Datenauswertung: 1 bis 3 Tage pro Datenerhebung, in Abhängigkeit der Datenmenge (Zusammenstellen und Sortieren der Daten, Auswertungen)

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

Untersuchung des Fischpasses:

- * Fischpass wurde für das Installieren der Antennen trockengelegt (es mussten jedoch keine Rettungsabfischungen durchgeführt werden)
- * Falls kein Trockenlegen möglich: Systeme mit versenkbaren Antennen vorhanden
- * Lese- und Aufnahmegeräte wurden möglichst in Antennennähe positioniert (< 30 m)
- * Zugang zu den verschiedenen Lese- und Aufnahmegeräten war teilweise schwierig
- * Die Tuner-Boxen müssen möglichst nahe bei den Antennen eingerichtet werden. Sie wurden während grosser Hochwässer manchmal überflutet (mussten nach jedem Hochwasser überprüft werden; Ersatz überfluteter Tuner-Boxen im Mittel 0.5 Mal pro Jahr)
- * Die Lesegeräte wurden mit linearen Transformatoren 220V -> 7-20V gespiesen, um Störgeräusche zu minimieren und die Lesegeräte möglichst nicht zu beschädigen
- * Es wurde ein 240 m langes Kabel zum Stromnetz verlegt, wofür ein anerkannter Elektriker beigezogen werden musste
- * Die Antennen wurden vor Ort und für jeden Migrationskorridor nach Mass konstruiert
- * Für wenig tiefe Migrationswege (< 30 cm) wurden horizontale Antennen eingesetzt. Um Probleme mit Geschiebe und Geschwemmsel zu verhindern, wurde Betonelemente mit Schlitzfenstern versehen und die Antennen darin verlegt

Quellen:

Grimardias, D. & Cattaneo, F. 2016: Assainissement de la libre migration piscicole: Evaluation de l'efficacité de franchissement des ouvrages hydroélectriques sur la Versoix (GE). Hepia.

Franck Cattaneo, Dr. Professeur HES, écologie aquatique & ichtyologie, institut Terre - Nature – Environnement, groupe Ecologie et Ingénierie des Systèmes Aquatiques, Hepia, Jussy.

INFRAROTZÄHLSYSTEM (VAKI-RIVERWATCHER)

Materialkosten:	hoch	Aufwand:	
		Unterhalt:	mittel
		Auswertung:	gering
Eignung Fischaufstieg:	Gut	Eignung Fischabstieg:	-
		Ausnahme: Abstiegskontrollen in Aufstiegsgewässern	

Typ:

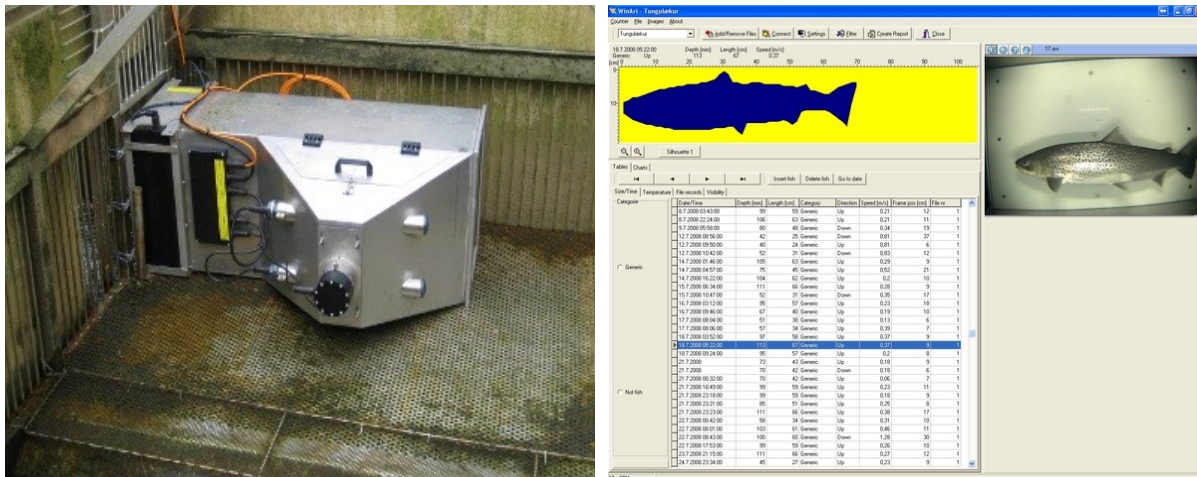
Passive Kontrollmethode / Zählmethode

Prinzip:

Der VAKI ist ein Infrarotzählsystem, das von zwei Scannerplatten ausgesandte Infrarotstrahlen registriert. Anhand des Unterbrechungsmusters der Infrarotstrahlen kann die Silhouette der passierenden Fische sowie deren Schwimmrichtung und -geschwindigkeit erfasst werden. Der Riverwatcher kann zusätzlich mit einer Kamera und einer Lichtquelle (Weisslicht und Infrarot) ausgestattet werden.

Anwendungsgrenzen: Detektierbare Fische: ab ca. 2 cm Körperhöhe und ca. 12 cm Länge (kleinere Individuen mit zusätzlicher Bewegungserkennungssoftware)

Voraussetzung	* Montage standortspezifisch, evtl. Hebevorrichtung notwendig * Stromanschluss oder Solarpanel * Riverwatcher Software zur Datenanalyse (frei verfügbar) * Erfassungskontrollraum auf Breite von 0.45 m limitiert * Beeinflussung der Hydraulik in der Fischwanderhilfe durch Einbau berücksichtigen
Vorteile	* Kein Handling der Fische * Erfassung auf- und absteigender Fische * Flexibler Ein- und Ausbau * Zeitlich genaue Dokumentation möglich (Aussagen über Diurnalität) * Unabhängig von Lichtverhältnissen oder Wassertrübung (Ausnahme: Kamera) * Artunterscheidung möglich
Nachteile	* Teilweise schwierige Art- und Grössenunterscheidung (gemischte Fischbestände, kleine Arten, Schwärme) * Schwierige Abschätzung der Fischanzahl bei Schwarmpassagen oder Massenwanderungen * Scheueffekte durch Verengung möglich * Mehrfach- und Fehlmessungen, wenn Fische länger im Zählsystem verweilen * Bei hohem Treibgutaufkommen beschränkt einsetzbar (hoher Reinigungsbedarf, insbesondere der Leitvorrichtung) * Hohe Anschaffungskosten



Riverwatcher mit Kameramodul (I AM HYDRO)

Auswertungssoftware (I AM HYDRO)



Beispiele Riverwatcher (I AM HYDRO)

Weiterführende Literatur:

Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

Links:

<http://www.riverwatcher.is/>

<http://www.riverwatcherdaily.is/frontpage.aspx?CtrlID=121&A=1>

<http://www.iamhydro.com/index.php/de/>

VAKI-RIVERWATCHER: Mühleschleuse, Interlaken, Aare

Ziel:	* Fischeaufstiegskontrolle über konventionellen Schlitzpass
Anzahl Fischarten:	* Ca. 20 Fischarten (Zielarten: Äsche, Seeforelle, Groppe)
Methode:	* VAKI Riverwatcher: Scanner mit Kameramodul. In Becken zwischen zwei Trennwänden installiert, Abtrennung mit Fischeschonrechen
Auswertung:	* Manuell (online-Zugriff möglich)

Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * **Funktionsweise:**
 - VAKI Riverwatcher mit Scannereinheit und Kameramodul (optional)
 - Scanner erfasst Fische mittels zwei vertikalen IR-Lichtschraken zur Erfassung der Schwimmrichtung
 - Darstellung einer Silhouette des erfassten Fisches
 - Gleichzeitige Aufzeichnung durch die Kamera
- * **Einbau:**
 - Nachträglicher Einbau in bestehenden Fischpass
 - Zwischen zwei Beckentrennwänden
 - Zusätzlicher Fischeschonrechen um zu verhindern, dass Fische den Riverwatcher umschwimmen
 - Einbau von Stufen zur Gewährleistung des Zugangs zum Riverwatcher und für Unterhaltzwecke
- * **Unterhalt:**
 - Schnelle Verlegung des Fischeschonrechens ⇒ saisonal grosser Unterhaltsaufwand
 - Geringer Unterhaltsaufwand der Scannereinheit
 - Reinigung der Sichtscheibe des Kameramoduls aufgrund Algenbewuchs alle 2 bis 4 Wochen (je nach Gewässer und Jahreszeit)
- * **Vorteile:**
 - Effiziente Auswertung, da lediglich Aufzeichnung bei Fischpassage
 - Artbestimmung durch Kameramodul möglich
 - Benutzerfreundliche Bedienung und Auswertungssoftware
- * **Nachteile:**
 - Spezifische Anforderungen an Einbau (lange Einheit aufgrund von Kameramodul, Beachtung Hydraulik)
 - Reinigungsaufwand Kameramodul
 - Support weit entfernt
 - Hoher Anschaffungspreis
- * **Dauer:** seit April 2015 (Anfänglich Probleme mit Software etc.)
- * **Auswertung:**
 - Auswertungsaufwand relativ gering (nur detektierte Fischpassagen müssen ausgewertet werden)
 - Keine Kontrollmöglichkeit zur Passage von allfällig nicht registrierten Fischen
 - Qualität der Aufnahmen abhängig vom Unterhalt und Gewässertrübung
 - Arterkennung gut möglich. Schwierigkeiten bei kleinen Fischen und Fischen mit hoher Schwimmgeschwindigkeit
 - Grössenerkennung bzw. Berechnung erfolgt automatisch via Scannereinheit

* **Empfehlungen für künftige Wirkungskontrollen:**

- Einsatz von VAKI-Riverwatcher sollte bereits beim Bau der FAH überlegt werden. Andernfalls könnten infolge der Länge der Einheit, Leitrechen etc. ungewollte (hydraulische) Hindernisse entstehen.
- Für die regelmässige Reinigung sollte die gesamte Einheit aus dem Wasser gehoben werden können (z. B. mittels Kran).

* **Sonstiges:**

- Der Fischpass befindet sich zwischen Thuner- und Brienzersee. Sowohl Ober- wie Unterwasserstand hängen von den regulierten Seewasserspiegeln ab. Das führt im konkreten Fall in Unterseen dazu, dass u.U. die Tauchwand am oberen Ende des Fischpasses nicht funktioniert und dadurch Material (Laub, Äste etc.) eingeschwemmt wird. Dies kann einerseits die hydraulischen Bedingungen beeinflussen, andererseits können Gegenstände Fehlzählungen auslösen, welche den Auswertungsaufwand erhöhen.
- Die Auswertungen in Unterseen zeigen einen sehr geringen Anteil an kleinen Fischen. Ohne zusätzliche Untersuchungen kann nicht mit Sicherheit zugeordnet werden, was dafür die Ursache ist (natürliche Verteilung, Selektion durch Fischpass, Selektion durch schlecht eingebauten Riverwatcher, ungenügende Empfindlichkeit des Scanners etc.). Mögliche Fehlerquellen sollten daher beim Einbau eliminiert werden.



Fischpass Mühleschleuse, Aare



Standort Riverwatcher

Quelle:

Karin Gafner, Amt für Landwirtschaft und Natur, Kanton Bern

VIDEO- & KAMERASYSTEME

Materialkosten, Bau:	gering	Aufwand:	mittel
Eignung Fischaufstieg:	gut	Eignung Fischabstieg:	-
		Ausnahme: Verhaltensbeobachtungen, Abstiegskontrolle in Aufstiegshilfen, optische Überwachung von Wehraussparungen oder Schützenüberläufen	

Typ:

Passive Kontrollmethode / Zählmethode

Prinzip:

Das Grundprinzip eines Videosystems basiert auf der optischen Erfassung von Fischen. Viele unterschiedliche Systeme und Anordnungen sind bekannt. Drei Grundtypen werden unterschieden:

- **Videosystem hinter Sichtscheibe:** Fische werden durch eine Scheibe, die seitlich einer Fischwanderhilfe angebracht ist, gefilmt.
- **Videosystem innerhalb:** Eine Kamera filmt direkt in einer Fischwanderhilfe im Wasser.
- **Videosystem ausserhalb:** Der Reusenkorb von Fischliften wird beim Heben gefilmt oder fotografiert.

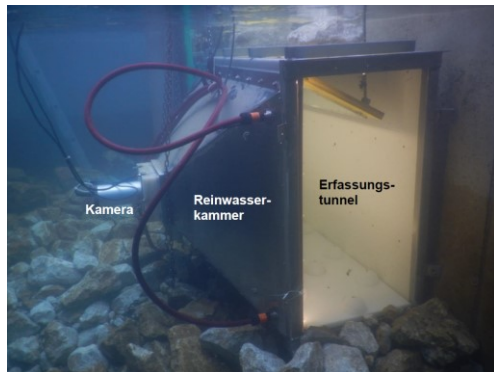
Auswertung:

- **Software:** Es wurden verschiedene Programme entwickelt, mit denen der Aufwand des Auswertens verringert werden kann (z. B. Trennung des Materials in „Bild mit Fisch“/„Bild ohne Fisch“, Schätzung Fischlänge, Ermittlung Wanderrichtung, Arterkennung). Je nach Fragestellung muss zumindest ein Teil des Materials gesichtet werden.
- **Einfache Sichtung:** Durch schnelles Abspielen kann der Aufwand der manuellen Auswertung verringert werden.

Anwendungsgrenzen: starke Wassertrübung

Voraussetzung	* Klares Wasser * Gute Zugänglichkeit für Wartung * Evtl. standortspezifische und wetterfeste Konstruktion (z. B. Video-raum) * Hochwertige, wasserdichte Unterwasserkameras mit hoher Speicherkapazität * Nachtbeleuchtung
Vorteile	* Keine Verletzungsgefahr für Fische * Kein Fangen und Behändigen der Fische notwendig * Weitergehende Untersuchungen (Verhaltensbeobachtungen) möglich * Je nach System flexibel einsetzbar * Zeitlich genaue Dokumentation möglich (Aussagen über Diurnalität)
Nachteile	* Personalintensiv bei grossem Fischaufkommen (Auswertung) * Teilweise schwierige Art- und Grössenunterscheidung (gemischte Fischbestände, kleine Fische, Schwärme) * Automatische Artunterscheidung (Software) noch nicht ausgereift * Mehrfacherfassungen nicht auszuschliessen * Quantitative Erfassung bei Schwärmen schwierig * Bei Wassertrübung und beeinträchtigten Lichtverhältnissen nicht oder nur beschränkt einsetzbar

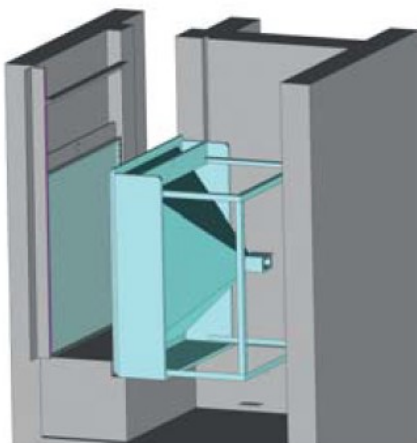
- * Fischverhalten wird je nach System beeinflusst (Licht, Veränderung Fließgeschwindigkeiten, Sohlsubstrat)
- * Arbeitsintensive Kamerawartung, Reinigung Sichtfenster
- * Softwareprobleme (hoher Geschwemmselefall, Lichtreflexionen, Luftblasen etc.)



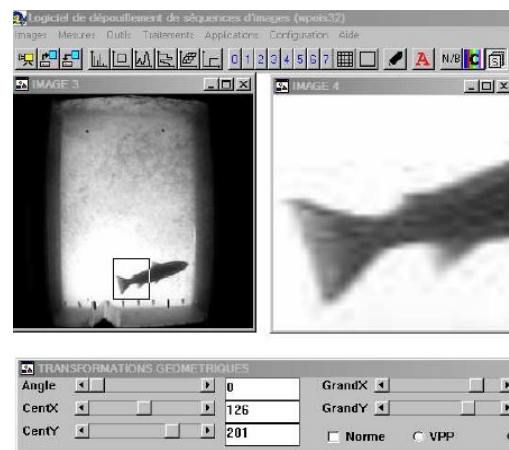
Video-Monitoringsystem FishCam



FISHLAB_GE: Prototyp Gehäuse mit Kamera



System HIZKIA: Beispiel einer herausnehmbaren Kammer



Auswertungen mit System SYSIPAP

Weiterführende Literatur:

Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

Videosysteme und Auswertungssoftware:

- **FishCam / FishNet:**
Mader, H., Käfer, S. & Kratzert, F. 2016: The fishcam migration monitoring system for fish passes, conference paper, 11th ISE 2016, Melbourne, Australia.
Kratzert, F. 2016: Entwicklung einer Software zur automatisierten Objekterkennung in videoüberwachten Fischaufstiegsanlagen. Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Diplomingenieur.- Universität für Bodenkultur Wien.
Mader, H., Käfer, S. & Kratzert, F. 2017: FishCam – Videomonitoring zur Funktionsanalyse von Fischaufstiegsanlagen.- WasserWirtschaft, 2/3.
- **FISHLAB-GE:** COREALIS 2015: Projet FISHLAB-GE, Rhône Genevois: Télésuivi vidéo des dispositifs piscicoles des ouvrages hydroélectriques / www.fishlab.ch
- **HIZKIA:** <http://www.hizkia.eu/passe-a-poissons>
- **SYSIPAP:** <http://www.logrami.fr/telechargement/Plaqueette-presentation-syteme-sysipap.pdf>
- **Salmonsoft/FishTick:** <http://www.wecountfish.com>

VIDEO: Fallbeispiel Schlitzpass KW Reichenau (Axpo AG) (System Salmonsoft)

Zu überprüfende Aufstiegsanlage:	* Schlitzpass KW Reichenau
Vorkommende Fischarten:	* < 10 Arten (u. a. Seeforelle)
Methode:	* Videoaufnahmen durch Sichtscheibe, System Salmonsoft
Auswertung:	* Software FishTick & manuelle Überprüfung



Fischaufstiegskontrollen durch Sichtscheibe mittels Videokamera und Auswertungssoftware FishTick (AJF Kanton GR)

- * Einfache Technik
- * Auswertung relativ aufwendig (häufig Sequenzen ohne Fische, ausgelöst durch Laub, Gschwemmsel und Lichtreflexe)
- * Bei Wassertrübung und schlechten Lichtbedingungen Artunterscheidung schwierig

Weiterführende Angaben/Erfahrungen Fallbeispiel KW Reichenau (Salmonsoft):

- * **Dauer Videoüberwachung seit 2007 an 365 Tagen pro Jahr**
- * **Initialaufwand im Vergleich zum Unterhalt relativ gross:** Zusätzlich zum Softwarepaket Salmonsoft muss die gesamte Hardware separat eingekauft, installiert und konfiguriert werden (Computer, Videokamera, Aufzeichnungsgerät, Lichtanlage etc.).
- * **Auswertung:** Die Zählarbeit hat ca. 3 bis 4 Arbeitstage pro Monat benötigt, da die Sichtung der Videosequenzen – insbesondere wegen der häufigen Sequenzen ohne Fische – arbeitsintensiv ist.
- * **Artbestimmung** wegen der Wassertrübung, schlechter Lichtverhältnisse schwierig bis unmöglich.

- * **Beleuchtung:** Nachts musste ein Becken des Schlitzpasses mit einer Lichtanlage beleuchtet werden. Es ist unklar, ob und wie dadurch das Aufstiegsverhalten beeinflusst wird.
- * **Unterhalt:** Der Unterhalt beschränkt sich auf die regelmässige Reinigung der Sichtscheibe. In produktiveren Gewässern kann dieser Aufwand aufgrund des erhöhten Algenwachstums wesentlich höher ausfallen.
- * **Feuchtigkeit:** Die hohe Feuchtigkeit im (Kamera-)Raum führte zu starker Kondensation und einer entsprechenden Beschlagung der Sichtscheibe. Ein Luftentfeuchter war nötig, um dieses Problem zu beheben.



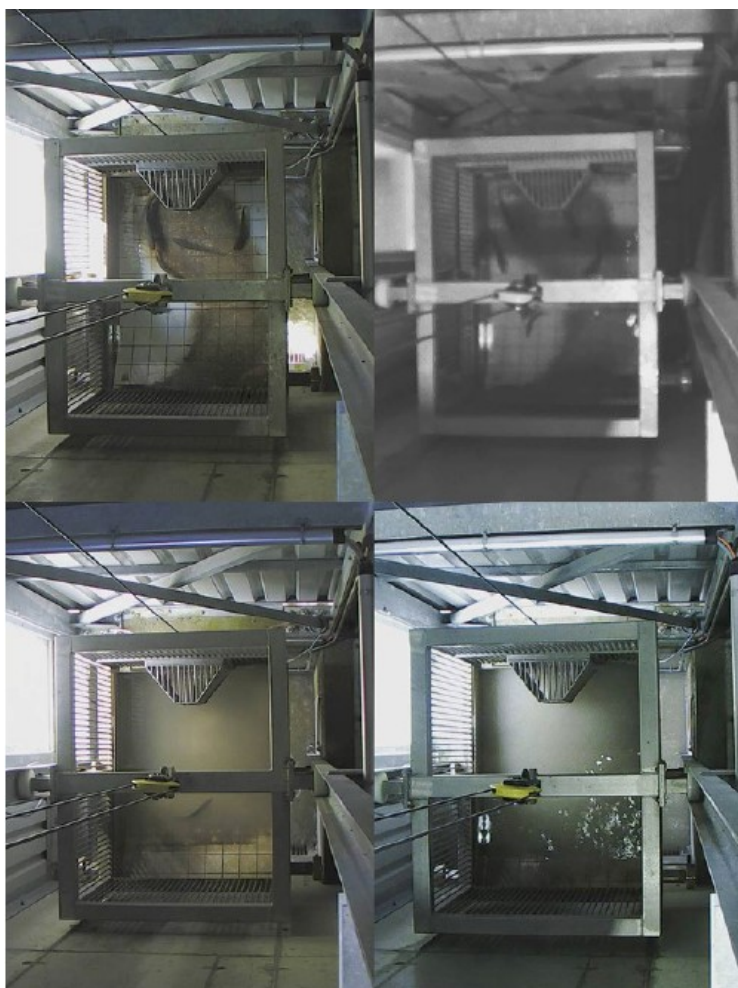
Momentaufnahme einer aufsteigenden Bodensee-Seeforelle (unten) und einer Bachforelle (oben) in der Fischtreppe des KW Reichenau (AJF Kanton GR)

Quelle:

Amt für Jagd und Fischerei des Kantons Graubünden 2016: Fischeaufstieg KW Reichenau Graubünden. Jahresbericht 2016

KAMERA: Fallbeispiel Fischlift Ausgleichsbecken Führen Kraftwerke Oberhasli (KWO)

Zu überprüfende Aufstiegsanlage:	* Fischlift, 4 bis 12 Fahrten pro Tag
Vorkommende Fischarten:	* Bachforelle (Forellenregion)
Methode:	* Pro Fahrt Reusenkorb 3 Aufnahmen mittels Überwachungskamera
Auswertung:	* Visuell, Größenbestimmung anhand von 10 cm - Raster auf dem Boden des Reusenkorbs



Aufnahmen aus dem Kameramonitoring 2013-2015 (KWO), Situationen bei unterschiedlicher Wassertrübung resp. unterschiedlichen Lichtverhältnissen

- * Technisch einfaches System
- * Geringer Arbeitsaufwand
- * Bei Wassertrübung Fische schlecht/nicht erkennbar
- * Anzahl Fische < 10 cm bei Wassertrübung unterschätzt

Quellen:

Meyer, M., Schweizer, S., Andrey, E., Fankhauser, A., Schläppi, S., Müller, W. & Flück, M. 2016: Der Fischlift am Gadmerwasser im Berner Oberland, Schweiz.- WasserWirtschaft, 2/3/2016.

Matthias Meyer, KWO, Innertkirchen

FANG- (MARKIERUNG)/WIEDERFANG

Materialkosten:	gering	Aufwand:	mittel
Eignung Fischaufstieg:	gut	Eignung Fischabstieg:	mittel
		Gute Eignung bei Fang/Einsetzen in Bypass	

Typ:

Aktive Fangmethode / Markiermethode

Prinzip:

Fische werden im Oberwasser bzw. Unterwasser gefangen, markiert und ins Unterwasser bzw. Oberwasser versetzt. Mit erneuten Befischungen wird die Anzahl gewanderter Fische überprüft. Dabei macht man sich die Tatsache zunutze, dass gewisse Fische ein ausgeprägtes Rückkehrverhalten aufweisen. Für die Markierung stehen verschiedenen Techniken zur Verfügung. Häufig werden Farbmarkierungen verwendet.

Anwendungsgrenzen: Gewässergrösse

Voraussetzung	* Kleinere, bis mittlere watbare Gewässer * Genügend grosse Anzahl markierter Fische
Vorteile	* Keine Einbauten notwendig * Keine Wartungsarbeiten * Unterscheidung nach Art und Grösse möglich * Aussage zu Auffindbarkeit und Passierbarkeit möglich
Nachteile	* Befischung und Handling der Fische mit Stress verbunden * Nur gewisse Arten zeigen Rückkehrverhalten * Nur Aussagen über gefangene bzw. markierte Fische möglich * Markierung von Klein- und Jungfischen nur beschränkt möglich * Bei Abwesenheit von Aufstiegshindernissen im Oberwasser besteht die Gefahr geringer Wiederfangquoten * Hochwasserereignisse zwischen Fang und Wiederfang können die Wiederfangquoten stark reduzieren * Momentaufnahme



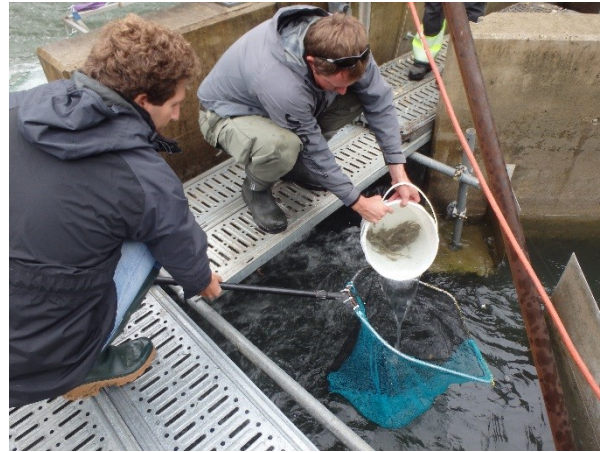
Elektroabfischungen (Aquarius)



Farbmarkierung Äsche (Aquatika)



Einbringen von Fischen in Hamen resp. in Bypass bei Abstiegsversuch (Aquarius)



Weiterführende Literatur:

Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

RECHENGUTUNTERSUCHUNGEN

Materialkosten:	gering	Aufwand:	gering
Eignung Fischaufstieg:	-	Eignung Fischabstieg:	gering (Teilaspekt)

Typ:

Aktive Kontrollmethode / Zählmethode

Prinzip:

Zur Überprüfung von rechenbedingten Schädigungen an Fischen wird das Rechengut nach verletzten oder toten Fischen durchsucht.

Anwendungsgrenzen: Bei Abspülen von Rechengut stabile Fangvorrichtung erforderlich

Voraussetzung	* Frisches Rechengut * Unterscheidung von anlagebedingten und natürlichen Verletzungen oder Verletzung von Oberstrom * Rechengut entweder rasch in eine mit Wasser gefüllte Wanne überführen (zur Schonung noch lebender Fische) oder unterhalb einer Spülrinne in Gitterkörben sammeln und im Anschluss analysieren. * Hydraulische Überlastung von Auffangvorrichtungen beachten
Vorteile	* Rasche Aussagen bei Vorhandensein vieler verletzter oder toter Fische * Flexible Einsatzmöglichkeiten * Weitergehende Untersuchungen (innere Verletzungen, verzögerte Mortalitäten) mit anschließenden Hälterungsversuchen möglich
Nachteile	* Verletzungen können nicht immer eindeutig zugeordnet werden * Bei Abspülen von Geschwemmsel stabile Auffangvorrichtung notwendig * Bei hohem Treibgutaufkommen schlecht durchführbar * Verzögerte Mortalität schwierig abschätzbar, da Unterscheidung von anlagenbedingten oder bereits vorhandenen Schäden von Oberstrom schwierig



In Container gespültes Rechengut kann mit geringem Aufwand untersucht werden (Aquarius)



Äsche mit Rechenabdruck (Aquarius)



Wird Geschwemmsel über den Bypass abgespült, sind spezifische Auffang- und Befestigungsvorrichtungen notwendig (Aquarius)

Weiterführende Literatur:

Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

TELEMETRIE

(Akustische Telemetrie und Radiotelemetrie)

Materialkosten, Bau: hoch
Eignung Fischeaufstieg: sehr gut

Aufwand: hoch
Eignung Fischabstieg: gut

Typ:

Passive Kontrollmethode / Markiermethode

Prinzip:

Radiotelemetriesender sind batteriebetriebene Sender mit einer Antenne, die in Fischen eingepflanzt oder befestigt werden. Sie senden aktiv individuelle Funksignale aus, welche in Reichweite einer mobilen oder stationären Antenne geortet werden können. Die Reichweite des Senders beträgt wenige Meter bis 500 m. Die gewonnenen Daten geben Aufschluss über exakte Wanderrouten.

Ultraschallsender sind batteriebetriebene Sender und werden meistens durch einen operativen Eingriff in die Bauchhöhle des Fisches implantiert. Die Sender erzeugen akustische Pulsfolgen in Frequenzen zwischen 30 kHz und 300 kHz, welche von Hydrophonen erfasst werden. Jeder Sender emittiert die Signale mit einer individuellen Pulsfolge. Die Reichweite des Senders beträgt wenige Meter bis ein paar 100 m. Die gewonnenen Daten geben Aufschluss über exakte Wanderrouten.

Anwendungsgrenzen: Kleine Fische < 20 g können nicht markiert werden

Voraussetzung	* Markierte Fische (aus Befischungen, Funktionskontrollen mit aktiven Fangmethoden wie Reusen und Zählbecken) * Detektionsdistanz ist abhängig von Sendertyp, bei der akustischen Telemetrie zusätzlich von Wetter und hydraulischen Bedingungen * Montage von Antennen standortspezifisch, kein Bausatz ab Stange * Sachkundiges, berechtigtes Personal * Stromanschluss * Abstimmung aller Antennen (Synchronisierung) bei der Radiotelemetrie
Vorteile	* Nach Markierung kein Handling der Fische mehr notwendig * Individuelle Erfassung der Fische * Erfassung auf- und absteigender Fische * Unabhängig von Lichtverhältnissen oder Wassertrübung * Zeitlich und räumlich genaue Dokumentation möglich (Aussagen über Diurnalität) * Aussage zu Auffindbarkeit und Passierbarkeit möglich * Detektionsbereich über lange Distanz und grosse Wassertiefe * Untersuchung unterschiedlicher und kombinierter Fragestellungen (mehrere Einstiege, mehrere Hindernisse etc.)
Nachteile	* Der Fang und die Markierung der Fische ist mit Stress und leichter Verletzung verbunden * Nur markierte Tiere werden erfasst * Kleine Fische < 20 g können nicht markiert werden (Sendergewicht muss weniger als 2 % des Fischgewichts betragen) * Möglicher Verlust von Sendern * Verhaltensbeeinträchtigungen nicht auszuschliessen

- * Signalübertragung durch Tiefe und Leitfähigkeit bestimmt, Störfrequenzen durch Boote, Strassen, Kraftwerksanlagen etc. bei der Radiotelemetrie möglich
- * Störsignale durch Rauschen. Steiniger Untergrund und Turbulenzen können die Signalausbreitung bei der akustischen Telemetrie einschränken
- * Beschränkte Lebensdauer der Sender



Beispiel stationärer Antennen einer Radiotelemetrie-Untersuchung in Arve und Rhone (Beaufils & al., in prep.)



Mobiles Verfolgen der Fische zu Fuss oder per Boot (Beaufils & al., in prep.)

Weiterführende Literatur:

Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

Beaufils, M., Bovy, V., Cattaneo, F., Chasserieu, C., Dumoutier, Q., Frossard, P.-A., Grimardias, D., Huchet, Ph. & Lizée, M.-H. in prep.: ESPACE Arve et Rhône : vers une continuité écologique au-delà des frontières - Volet franchissement d'ouvrages. Programme Interreg IV a, rapport final : Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia) & Fédération départementale pour la pêche et la protection du milieu aquatique de Haute-Savoie (FDPMA 74).

RADIOTELEMETRIE: Fallbeispiel Arve und Rhone, Region Genf

- Zu überprüfende Aufstiegsanlagen:
- * Fischpass Chancy-Pougny
 - * Fischpass Verbois
 - * Fischpass Vessy
 - * Verhalten der Fische im Gewässersystem Arve/Rhone
- Untersuchte Fischarten:
- * Forelle, Barbe, Alet
- Methode:
- * Radiotelemetrie, kombiniert mit PIT-Tagging
 - * 7 stationäre Telemetrie-Antennen, kombiniert mit Radiotracking (106 Feldkampagnen)
- Zeitspanne Untersuchung:
- * 3. Juli 2013 – 13. Mai 2015

- * Total 1'997 markierte Fische (1'779 mit PIT-Tag-Transpondern, 208 mit Radiotelemetrie-Sendern)
- * Aufwand Abfischungen/Markierung: 71 Tage à 3-4 Personen
- * Verwendete Radiotelemetrie-Sender (F2020 extern, übrige intern):

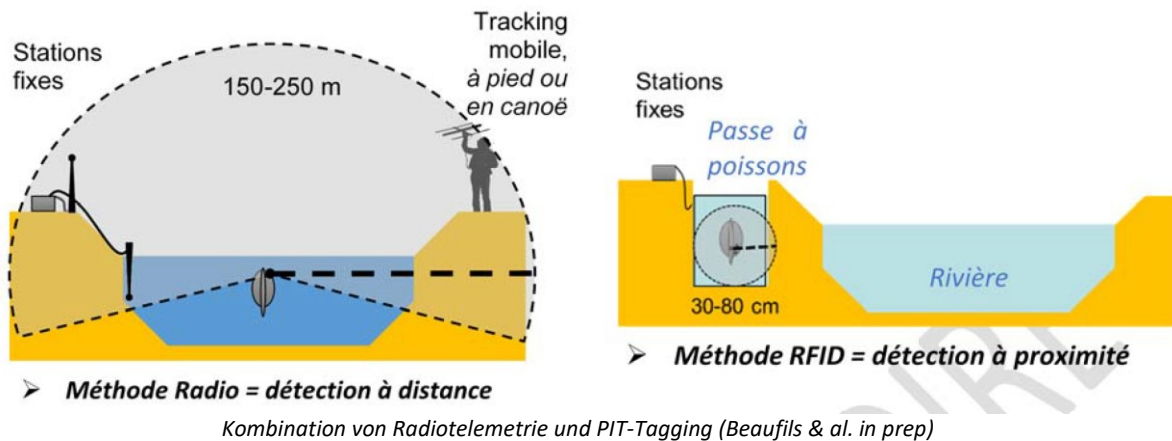
Modèle	Type	Poids théorique <i>g</i>	Poids observé <i>g</i>	Longueur <i>mm</i>	Hauteur <i>mm</i>	Capacité de la batterie <i>jours</i>	1/2 vie moyenne [Ecart type] <i>jours</i>
F1815C	F2020	8,6	9 [± 0.4]	43	12	250	199,3 [± 20.5]
F1815C	F1210	11	9,125 [± 0.1]	57	12	257	217,2 [± 43.5]
F1820C	F1215	13	11,68 [± 0.3]	64	12	373	207,9 [± 52.8]
F1835C	F1230	23	24,75 [± 0.6]	68	18	924	230,0 [± 36.1]

- * Die Sender verfügten über eine Option „Mortalität“, mit der tote Tiere ermittelt werden konnten.
- * 67 Barben und Alet wurden während der Laichzeit mit externen Sendern versehen, um die Naturverlaichung nicht zu beeinträchtigen. Risiko: Auswirkungen auf Wachstum, Verletzungsgefahr durch Sender, verändertes Schwimmverhalten.
- * 152 Fische wurden mit internen Sendern versehen: Weniger Verhaltensänderungen als bei externem Anbringen, jedoch schwerere Operation / stärkere Narkose.
- * Mit der Versuchsanordnung konnten potenziell 11-20 markierte Individuen gleichzeitig identifiziert werden

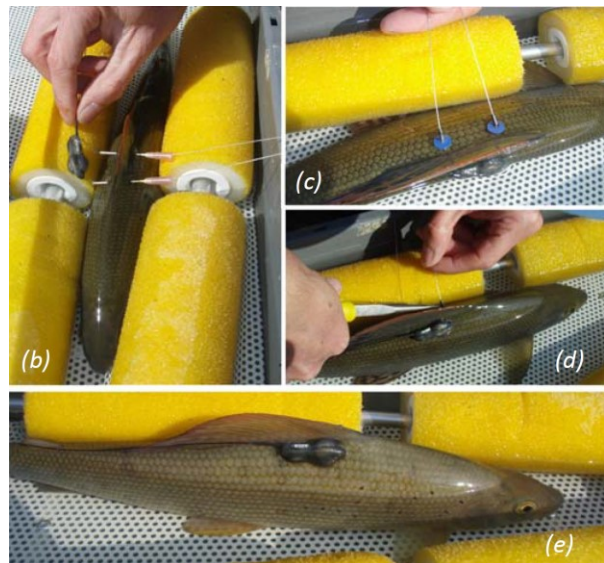
Weiterführende Angaben/Erfahrungen

- * Grosse Fliessgewässer: Schwierigkeiten und hoher Aufwand, genügend Fische für solche Versuche zu erhalten, da mit Uferbefischungen meist kleine Fische erhoben werden. Beschaffung der total 1'997 Fische:
 - Abfischungen (total 30 km Fliessgewässer)
 - 8 Leerungen von Fischpässen
 - 2 x Leerung einer Fangkammer
- * Nicht alle Fische führten Wanderungen durch, weshalb eine genügend grosse Anzahl markiert werden muss, um Aussagen über Fischwanderhilfen machen zu können.
- * Unterschiedlich hohe Mortalitätsraten in Abhängigkeit der Fischart, der Markierungsperiode, des verwendeten Materials, der Erfahrung der Bearbeiter etc.
- * Die Funktion „Mortalität“ der Sender funktionierte nicht immer zuverlässig
- * In tiefen Bereichen überwinternde Barben konnten nicht ermittelt werden
- * Rhone: Wassertiefe > 5 m und Leitfähigkeit > 500 µS/cm waren limitierend
- * Arve: keine limitierende Wassertiefe, aber limitierende Leitfähigkeit (500 – 600 µS/cm)

- * Probleme mit der Stromversorgung:
 - Mehrere Pannen
 - Kabel wurden teilweise von Hochwässern beeinträchtigt
 - Solarpaneele waren – v.a. im Winter – nicht genügend effizient
 - Anlagen mussten vor Vandalismus geschützt werden
- * Das Verknüpfen der beiden Methoden Telemetrie und PIT-Tagging führte zu wertvollen Zusatzinformationen



Interne Sender in 3 Grössen (Beaufils & al. in prep)



Anbringen eines externen Senders an einer Äsche (Beaufils & al. in prep)

Quelle:

Beaufils, M., Bovy, V., Cattaneo, F., Chasserieu, C., Dumoutier, Q., Frossard, P.-A., Grimardias, D., Huchet, Ph. & Lizée, M.-H. in prep.: ESPACE Arve et Rhône : vers une continuité écologique au-delà des frontières - Volet franchissement d'ouvrages. Programme Interreg IV a, rapport final : Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia) & Fédération départementale pour la pêche et la protection du milieu aquatique de Haute-Savoie (FDPPMA 74).

SONAR

Materialkosten:	hoch	Aufwand:	hoch
Eignung Fischaufstieg:	gering	Eignung Fischabstieg:	gering
Ausnahme: Verhaltensbeobachtungen		Ausnahme: Verhaltensbeobachtungen	

Typ:

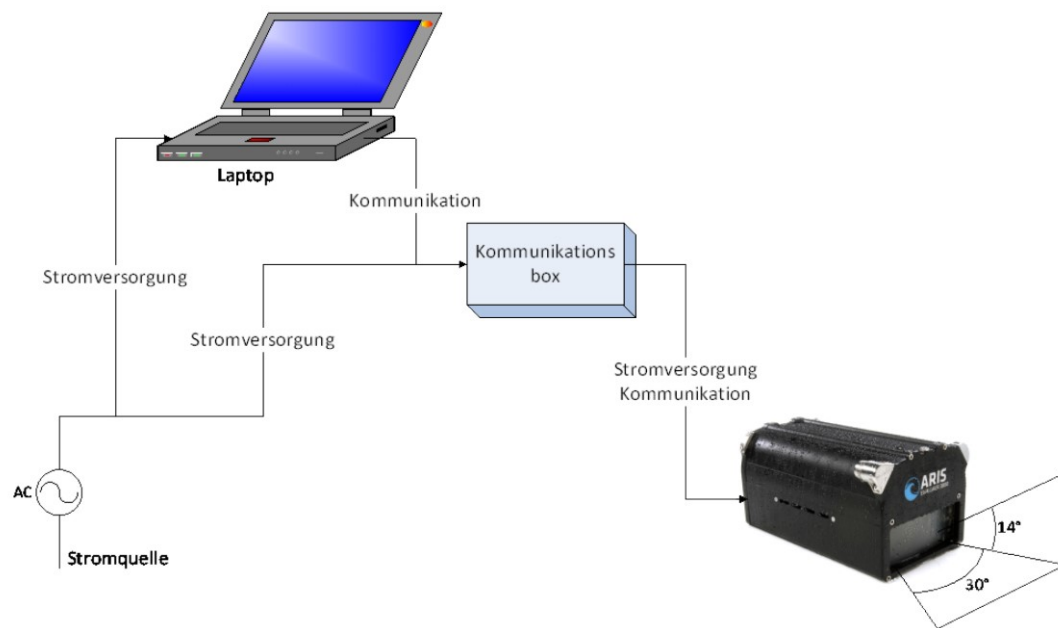
Passive Kontrollmethode / Zählmethode

Prinzip:

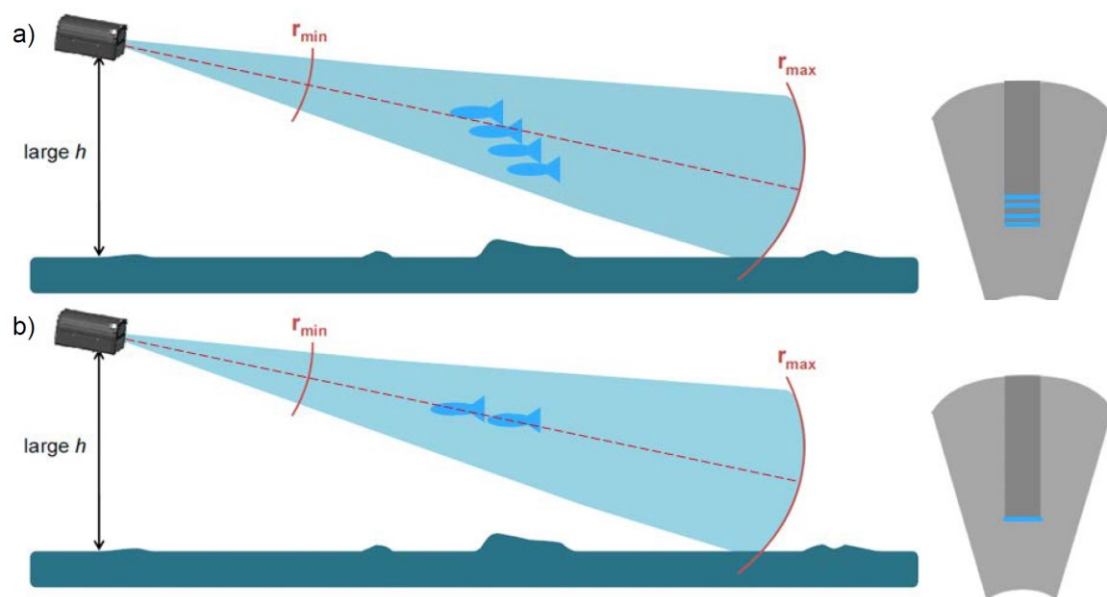
Das Dual-Frequency-Identification Sonar weist das Funktionsprinzip einer akustischen Kamera auf und arbeitet im Hochfrequenzbereich (1.1 bis 1.8 MHz, Ultraschall). Mittels Schallwellen werden Sequenzen von Unterwasserstrukturen und bewegten Objekten (Fischen) erzeugt, unabhängig von den Licht- oder Wasserverhältnissen. Dabei können zweifarbige Bilder in einer Entfernung bis ca. 40 m generiert werden. Neben der Anzahl Fischbeobachtungen, Länge, Schwarmgrösse, Schwimmrichtung und -geschwindigkeit, können auch Verhaltensbeobachtungen gemacht werden. Eine Weiterentwicklung der DIDSON-Technologie sind Adaptive-Resolution-Identification Sonare (ARIS). Diese können Frequenzen bis 3.0 MHz nutzen.

Anwendungsgrenzen: zu starke Turbulenzen (z. B. unterhalb Turbinen), Reichweite max. 15 m

Voraussetzung	* Aufhängung oder Platzierung standortspezifisch * Gute Zugänglichkeit für Wartung * Stromanschluss
Vorteile	* Kein Handling der Fische * Verhaltensbeobachtungen (Echtzeitbeobachtungen) im Bereich von Fischwanderhilfen * Erfassung auf- und absteigender Fische * Erfassung bodennaher Fische * Zeitlich genaue Dokumentation (Aussagen über Diurnalität) * Geringer Personalaufwand für Datenerhebung * Unabhängig von den Lichtverhältnissen und der Wassertrübung * Flexibler Ein- und Ausbau
Nachteile	* Artunterscheidung schwierig * Fische < 10 cm können nicht mehr richtig detektiert werden * Quantifizierung nur eingeschränkt möglich (Schätzung) * Scheucheffekte können Verhalten beeinflussen * Sehr hoher Personalaufwand für Auswertung (grosse Datenmengen) * Regelmässige Wartung



Aufbau des Sonarsystems ARIS (Mendez & al. 2017)



Darstellung von Fischen im Sichtkegel des Sonars und resultierende schematische Sonarbilder (Mendez & al. 2017)

Weiterführende Literatur:

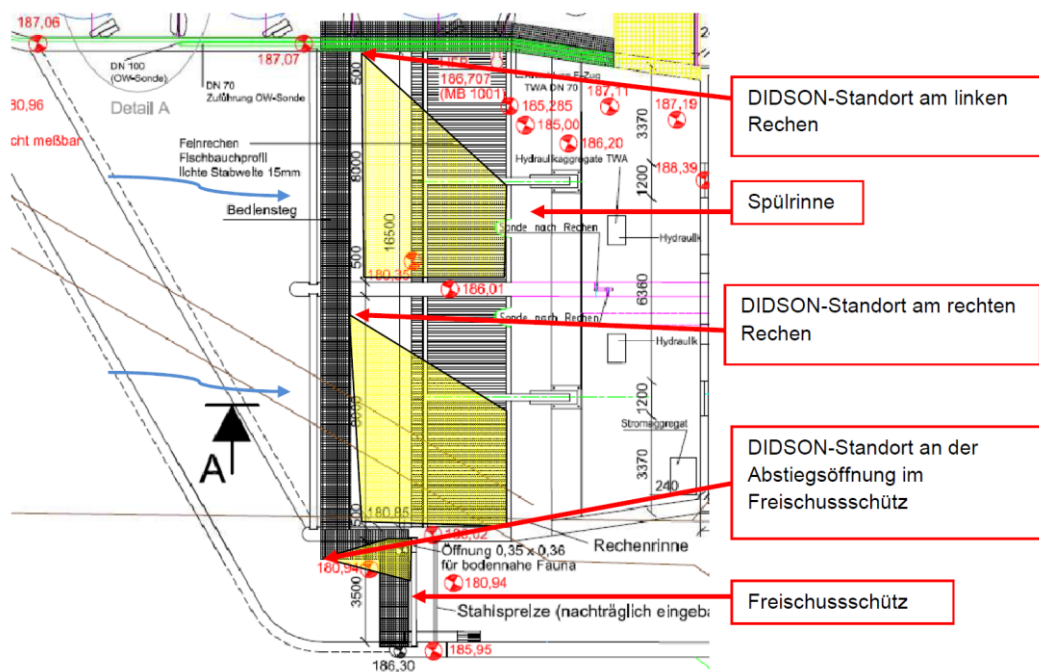
Schmalz, W., Wagner, F. & Sonny, D. 2015: Forum „Fischschutz und Fischabstieg“. Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Im Auftrag des Ecologic Institutes gemeinnützige GmbH.

Prinz, H. 2015: Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Scharfling. Einführung zum Sonarsystem DIDSON.

Mendez, R., Riesen, P. & Wyss, C. 2017: Kraftwerke Reichenau AG: Projekt Fischabstieg Reichenau, Untersuchung zur Aktivität von adulten Seeforellen³ am Oberwasserkanal und Stauwehr mit bildgebendem Sonar. Axpo Power AG.

SONAR: Fallbeispiel Fischabstieg KW Mihla, Werra

- | | |
|-------------------------|---|
| Zu überprüfende Anlage: | <ul style="list-style-type: none"> * Fischabstiegsanlage ohne Möglichkeit für Kontrollen mittels Netzfängen (hohe hydraulische Belastung, viel Geschwemmselanfall) |
| Vorkommende Fischarten: | <ul style="list-style-type: none"> * 13 Arten |
| Methode: | <ul style="list-style-type: none"> * DIDSON-Sonar * 4 Untersuchungsblöcke mit je 3 Nächten im Herbst * Ausrichtung DIDSON abwechselnd auf einen der 2 Rechen und Abstiegsöffnung * Kombiniert mit Kamera (Arterkennung) |
| Aufzeichnung: | <ul style="list-style-type: none"> * Laptop mit externer Festplatte |

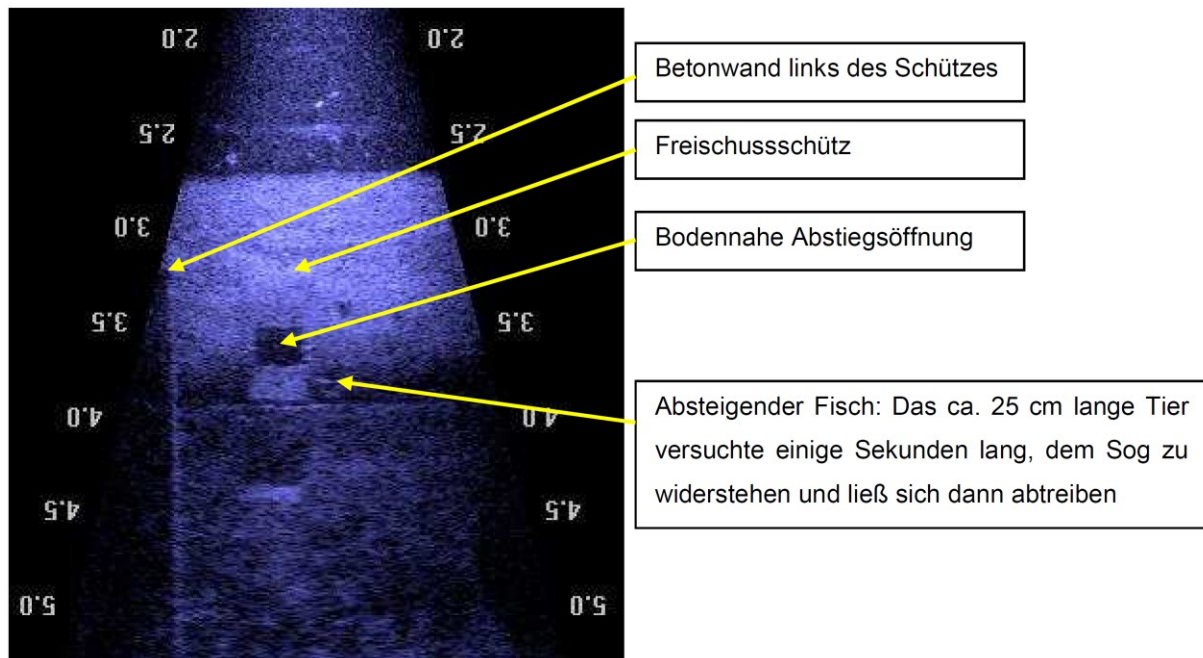


Standorte DIDSON und der durch die Untersuchungen abgedeckte Raum (gelb) vor den Rechen bzw. der Abstiegsöffnung

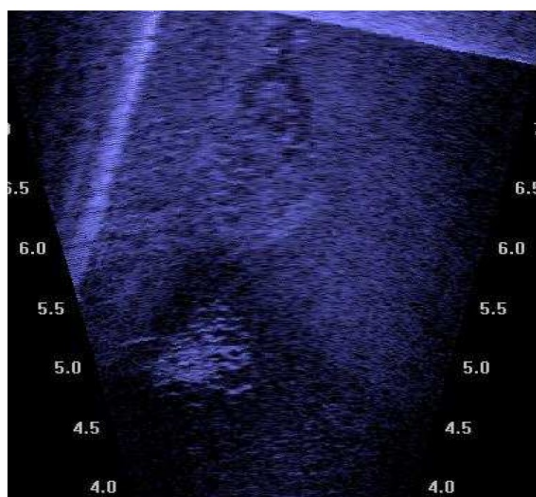
Weiterführende Angaben/Erfahrungen:

- * Erkennbarkeit von Fischen ab Körperlänge 10 cm
- * Entfernung DIDSON vom Beobachtungsbereich: ca. 10 m; es wurde nur maximal ein Drittel des Rechenvorfelds abgebildet
- * Arterkennung nur in seltenen Fällen möglich (Aale oder gut erkennbare Schatten)
- * Quantifizierung von DIDSON-Daten nur in eingeschränktem Masse möglich (Zählung von Fischen sagt nichts darüber aus, ob Tiere, die später gefilmt werden, die gleichen Tiere oder andere Individuen sind)
- * Bei Fischbewegung über hellem Hintergrund (z. B. Metall, Betonflächen) kann Erkennung eingeschränkt sein
- * Beobachtung bodennaher Fischabstiegsöffnung gut möglich, da deutlich sichtbar
- * Die Passage durch den Rechen konnte nur eingeschränkt beobachtet werden, da die Rechenfläche aufgrund der engen Stababstände zu hell erschien
- * Für die beiden Bypasseinstiege konnte die Zahl absteigender Fische annähernd ermittelt werden, jedoch nur für Tiere > 10 cm

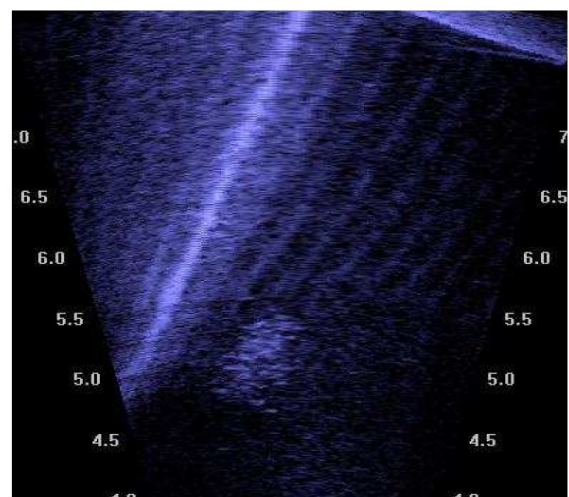
- * Es konnten keine detaillierten Angaben zur Effizienz der Abstiegsanlage gemacht werden, da keine quantitativen Zahlen zum Fischabstieg durch Bypass, Rechen und die Turbine vorlagen
- * Es konnten verschiedene Verhaltensbeobachtungen gemacht werden (Verhalten vor Rechen, Nutzung unterschiedlicher Wassertiefen, Suchbewegungen, Schwarmverhalten, Jagdverhalten von Raubfischen etc.)



DIDSON-Beobachtung der bodennahen Abstiegsöffnung am 06.10.2011, ca. 22:30 Uhr (Schmalz 2012)



Ein Fischschwarm taucht in Bodennähe am Rechen auf...



... und führt Suchbewegungen am Rechen aufwärts durch.

DIDSON-Beobachtung im oberflächennahen Bereich des linken Rechenfelds am 7.10.2011 ca. 19:00 Uhr (Schmalz 2012)

Quellen:

Schmalz, M. 2012: Einsatz eines DIDSON (Dual-Frequency Identification Sonar) zur Untersuchung des Fischabstiegs im Bereich der Wasserkraftanlage Mihla/Werra.- im Auftrag Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie.

Schmalz, M. 2012: Funktionskontrolle der Fischaufstiegsanlagen an den Wasserkraftanlagen Spichra, Mihla und Falken an der Werra.- im Auftrag e.on Thüringer Energie AG.

ANHANG 2

Glossar

Bypass	Offene oder geschlossene Gerinne, die Fischen eine gefahrlose Umgehung von Triebwerken und anderen Nutzungseinrichtungen ermöglichen. Begriff wird teilweise auch für Gerinne genutzt, die zur Verstärkung der Leitströmung für Fischaufstiegsanlagen eingesetzt werden.
Erfolgskontrolle	Umsetzungskontrolle und Wirkungskontrolle
Gilde	Artengruppen, die ähnliche Strategien zur Ressourcennutzung verfolgen.
Hamen	Fischfangeinrichtung, welche durch Rahmen, Bügel, Tau o.a. offen und damit fangfähig gehalten wird.
Kehle	Netztrichter in einer Fangvorrichtung, der das Entweichen der gefangenen Fische verhindert. In Reusen sind oft mehrere Kehlen hintereinander angeordnet, so dass sich mehrere Kammern ergeben.
Monitoring	Langzeit-Überwachung von Umweltparametern
Netzkehle	In Fanggeräte integrierter Netzschlauch, der sich in Schwimmrichtung konisch verjüngt und damit ein Entweichen von Tieren verhindert, die den Netzschlauch passiert haben.
Oberwasser	Flussaufwärts einer Querverbauung gelegener Gewässerbereich
Quellpopulation	Teilpopulation, aus der Individuen abwandern und so den umliegenden Teilpopulationen als Quelle dienen.
Rechen	Mechanische Schutzvorrichtung, die eingesetzt wird, um das Eindringen von Treibgut oder Lebewesen in die nachgeordnete Nutzungseinrichtung zu verhindern.
Transponder	Aktive oder passive Sender, die in oder am Tier angebracht werden und mittels Telemetrie oder festen Antennen eine Positionsbestimmung der besenderten Tiere ermöglichen.
Umsetzungskontrolle Sanierung Fischgängigkeit	Erfassung des Stands der Umsetzung der Aufgaben aus der Massnahmenplanung
Unterwasser	Flussabwärts einer Querverbauung gelegener Gewässerbereich
Vorsorgeprinzip	Im Umweltrecht verankertes Prinzip zur Vermeidung von Umweltbelastungen bei Unsicherheiten.
Wanderhindernis	Bauwerk, welches den Fischen eine verzögerungs- und schadfreie Wanderung erschwert.
Wanderkorridor	Gerinne, das wandernden Tieren die Passage eines Wanderhindernisses bzw. eines Gefahrenbereichs ermöglicht.
Wirkungskontrolle	Untersuchung, ob die ausgeführten Massnahmen die gewünschte Wirkung zeigen, und ob die geplanten Verbesserungen herbeigeführt werden konnten. Bei der Wirkungskontrolle für Fischwanderhilfen wird zwischen einer technischen und einer biologischen Wirkungskontrolle unterschieden.
Zielhabitat	Lebensraum, den die Fische z. B. für die Fortpflanzung erreichen müssen.