



Fachtagung vom 30. Oktober - 1. November 2014, Kongresshaus Biel

Fischwanderung in genutzten Gewässern -

Herausforderungen und Lösungen



Hintergrund

Dank der Gewässerschutzgesetzgebung werden in den Schweizer Fließgewässern in den kommenden Jahrzehnten zahlreiche Projekte zur Verbesserung der Fischwanderung realisiert.

Die zweitägige Fachtagung präsentiert den Stand des Wissens zum Thema „Fischwanderung in genutzten Gewässern“. Nationale und internationale Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis beantworten drängende Fragestellungen aus fischökologischer und ingenieurtechnischer Perspektive.

Am dritten Tag besteht die Möglichkeit zwei Fischaufstiegs- und abstiegsanlagen sowie eine Blockrampe zu besichtigen.

Contexte

Grâce à la nouvelle législation sur la protection des eaux, de nombreux projets seront menés dans les prochaines décennies pour restaurer la continuité écologique des cours d'eau suisses et rétablir la libre circulation des poissons migrateurs.

Les deux journées du colloque feront le tour des connaissances actuelles sur «la migration piscicole dans les cours d'eau utilisés par l'homme». Des experts suisses et étrangers exposeront leurs visées scientifiques et techniques sur les principales questions qui se posent actuellement.

Le troisième jour, les participants auront la possibilité de visiter deux sites présentant des dispositifs de franchissement vers l'amont et vers l'aval ainsi qu'une rampe en enrochement.

INHALTSVERZEICHNIS / SOMMAIRE

Programm/ Programme	4
Begrüssung (d) von Hannes Germann, Ständeratspräsident (CH)	7
Wanderfische – Weshalb haben sie Probleme in unseren Gewässern (d) von Armin Peter, Eawag (CH)	9
Wie die Fischwanderung in der Schweiz sichergestellt wird (d) von Franziska Schwarz, BAFU und Andreas Knutti, BAFU (CH)	15
Bau von Blockrampen: Lässt sich damit die Fischgängigkeit wieder herstellen? (d) von Simona Tamagni, VAW ETHZ und Armin Peter, Eawag (CH)	23
Embouchures: importance écologique et revitalisation (f) von Marcello Leite Ribeiro, Stucky SA et Sandro Peduzzi, Cantone Ticino (CH)	27
Monitoringergebnisse von Europas grösster Fischaufstiegsanlage am Wehr Geesthacht / Elbe (d) von Henrik Hufgard, Institut für angewandte Ökologie (D)	33
Beckenartige Fischaufstiegsanlagen – Grundlagen und Konstruktion (d) von Stephan Heimerl, Fichtner Water & Transportation (D)	39
Innovative Lösungen zur Fischgängigkeit in Österreich (d) von Stefan Schmutz, BOKU Wien (A)	43
Passage performance of fishways: toward a holistic understanding of effectiveness and a framework for adaptive design (e) von Ted Castro-Santos, Andromous Fish Research Center (USA)	53
Synthese erster Tag (d) von Christine Weber, Eawag (CH)	57

Begrüssung zweiter Tag:	59
Die Fischwanderung als Herausforderung für die Wasserkraft (d) von Roger Pfammatter, Schweiz. Wasserwirtschaftsverband SWV (CH)	
Leitrechen und Bypass-Systeme im Überblick (d) von Christof Bauerfeind, Ingenieurbüro Flocksmühle (D)	63
Downstream fish migration – state of play in the River Rhine (e) von Marc de Rooy, Expertengruppe Fisch, IKSR (NL)	71
Solutions pour la dévalaison des Poissons au niveau des centrales hydroélectriques en France (f) von Dominique Courret, Pôle Ecohydraulique ONEMA (F)	75
Turbines and fish: the status of fish-friendly hydropower turbines (e) von Steve Amaral, Alden Research Laboratory (USA)	79
Fischabstieg an grossen Kraftwerksanlagen – Resultate Forschungsprojekt VAR (d) von Robert Boes, VAW-ETHZ und Armin Peter, Eawag (CH)	83
Ateliers verschiedene Themen und Referenten	89
Fazit Vertreter aus Verwaltung, Wissenschaft, Kraftwerksbranche und Umweltverbänden	91
Liste der Teilnehmenden	93

PROGRAMM / PROGRAMME

DONNERSTAG, 30. OKTOBER 2014 / JEUDI 30 OCTOBRE 2014

Moderation / Président de séance: **Stefan Vollenweider**, Wasser-Agenda 21

- ab 9.00 **Registrierung und Begrüssungskaffee / Accueil et collation de bienvenue**
9.30 **Begrüssung / Allocution de bienvenue (d)**
Hannes Germann, Ständeratspräsident (CH)

Einführung in die Tagung / Séance introductive

- 9.50 **Wanderfische: Weshalb haben sie Probleme in unseren Gewässern? (d)**
Armin Peter, Eawag (CH)
10.20 **Wie die Fischwanderung in der Schweiz sichergestellt wird (d)**
Franziska Schwarz, BAFU und Andreas Knutti, BAFU (CH)

- 10.50 **Kaffeepause / Pause café**

Nicht-kraftwerksbedingte Hindernisse / Obstacle étrangers aux centrales hydroélectriques

- 11.20 **Bau von Blockrampen: Lässt sich damit die Fischgängigkeit wieder herstellen? (d)**
Simona Tamagni, VAW ETHZ und Armin Peter, Eawag (CH)
11.50 **Embouchures: importance écologique et revitalisation (f)**
Marcello Leite Ribeiro, Stucky SA und Sandro Peduzzi, Kanton Tessin (CH)
12.20 **Monitoringergebnisse aus Europas grösster Fischaufstiegsanlage (d)**
Henrik Hufgard, Institut für angewandte Ökologie (D)

- 12.50 **Mittagessen / Déjeuner**

Moderation / Président de séance: **Ruedi Bösiger**, WWF

Bau, Betrieb und Kontrolle von Fischpässen / Construction, gestion et suivi des passes à poissons

- 14.30 **Beckenartige Fischaufstiegsanlagen – Grundlagen und Konstruktion (d)**
Stephan Heimerl, Fichtner Water & Transportation (D)
15.00 **Innovative Lösungen zur Fischgängigkeit in Österreich (d)**
Stefan Schmutz, BOKU Wien (A)

- 15.30 **Kaffeepause / Pause café**

- 16.00 **Passage performance of fishways: toward a holistic understanding of effectiveness and a framework for adaptive design (e)**
Ted Castro-Santos, USS (USA)

Abschluss erster Tag / Clôture du premier jour

- 16.45 **Synthese (d)**
Christine Weber, Eawag (CH)
17.00 **Apéro**

Moderation / Présidente de séance: **Christine Weber**, Eawag

- ab 9.00 **Registrierung und Begrüßungskaffee / Accueil et collation de bienvenue**
9.30 **Begrüßung: Die Fischwanderung als Herausforderung für die Wasserkraftnutzung (d)**
Roger Pfammatter, Schweiz. Wasserwirtschaftsverband SWV und Wasser-Agenda 21

**Fischabstieg an kleinen / mittleren Kraftwerksanlagen /
Dévalaison au niveau des petites et moyennes centrales**

- 9.45 **Leitrechen und Bypass-Systeme im Überblick (d)**
Christof Bauerfeind, Ingenieurbüro Floecksmühle (D)
10.15 **Downstream fish migration – state of play in the river Rhine (e)**
Marc de Rooy, Expertengruppe Fisch, IKSRL (NL)
10.45 **Solutions pour la dévalaison des poissons au niveau des
centrales hydroélectriques en France (f)**
Dominique Courret, ONEMA (F)
11.15 **Kaffeepause / Pause café**

Fischabstieg an grösseren Kraftwerksanlagen / Dévalaison au niveau des grandes centrales

- 11.45 **Turbines and fish – status of fish-friendly hydropower turbines (e)**
Steve Amaral, Alden Research Laboratory (USA)
12.15 **Fischabstieg an grossen Kraftwerksanlagen – Resultate Forschungsprojekt VAR (d)**
Robert Boes, VAW-ETHZ und Armin Peter, Eawag (CH)
12.45 **Mittagessen / Déjeuner**

Moderation / Président de séance: **Ruedi Bösiger**, WWF

Erfahrungsaustausch / Echanges d'expérience

- 14.15 **Ateliers: Themendiskussion in Gruppen (d/f/e)**
Damien Sidler, Corealis: Le dispositif de dévalaison de Chancy-Pougny
Reinhard Hassinger, Uni Kassel: Fische abholen – Rechenreinigung mit Fischheberinne
Daniel Bernet, Kanton Bern: Sanierung Fischgängigkeit – Integrale Planung im Kanton Bern
Ted Castro-Santos, Andromous Fish Research Center: Passage performance of fishways
15.30 **Kaffeepause / Pause café**

Abschluss zweiter Tag / Clôture du second jour

- 16.00 **Fazit (d)**
Ricardo Mendez, Axpo
Stefan Schmutz, BOKU Wien
Roland Seiler, Schweizerischer Fischerei-Verband
Bruno Polli, Kanton Tessin
16.45 **Schluss der Veranstaltung / Clôture du colloque**

Hannes Germann,
Ständeratspräsident

Begrüßung

Armin Peter,

Eawag (CH)

Wanderfische:

Weshalb haben sie Probleme in unseren Gewässern?

Wanderfische: weshalb haben sie Probleme in unseren Gewässern ?

Armin Peter

Abstract

Die typischen Wanderfische der Schweiz sind, mit einer einzigen Ausnahme, dem Aal, ausgestorben. Bei den verschwundenen Fischen handelt es sich vorwiegend um Langdistanzwanderer, welche zwischen Meer und Süsswasser wanderten (z.B. Lachs, Meerforelle, Maifische etc.). Das Problem dieser Wanderfische steht in engem Zusammenhang mit der Fragmentierung der Fliessgewässer und der hydroelektrischen Nutzung. Der Einbruch der Lachsfänge in Schweizer Gewässern zwischen 1900-1930 zeigt dies deutlich auf. In diesen 30 Jahren wurden im Rhein mehrere Kraftwerke gebaut und mit dem Bau des KW Kembs im Jahre 1932 war das Schicksal der Schweizer Lachse besiegelt. Die einstigen Laichgebiete der Lachse haben sich in der Zwischenzeit stark verändert. Lachse benötigen qualitativ hochstehende Umweltbedingungen von den Laich- und Aufwuchsgewässern in den Gewässeroberläufen, über die Wanderkorridore bis hinunter ins Meer. Der Verlust der Langdistanzwanderer ist dramatisch. Inzwischen wurden im Einzugsgebiet des Rheins grosse Anstrengungen unternommen, den Lachs wieder anzusiedeln.

Fischwanderungen und Wanderarten

Fischbewegungen sind ein universelles Verhalten der Fische, die sich dabei über kürzere oder längere Distanzen bewegen. Fische wandern auch innerhalb des Süsswassers über weite Distanzen von mehreren Hundert Kilometern, so zum Beispiel die Seeforellen, Nasen, Barben, Alet. Andere Fischarten wiederum bewegen sich nur über Dutzende von Kilometern (Rotaugen, Rotfedern, Schleien, Brachsen, Trüschen). Den Langdistanzwanderern wurde sehr lange zu viel Aufmerksamkeit geschenkt. Bei dieser Fokussierung achtete man viel zu wenig auf die Wanderungen über kurze Distanzen. So wurden die wandernden Cypriniden und deren Umweltansprüche lange kaum beachtet.

Nicht alle Fischbewegungen werden als Wanderungen klassifiziert. Bewegungen mit dem Ziel, möglichst rasch eine neue Ressource zu entdecken (z.B. Futterplatz) werden in der Regel nicht als Wanderung eingestuft. Ist die gesuchte Ressource gefunden, stellt der Fisch seine Suchbewegung ein. Dabei werden nur relativ kurze Strecken zurückgelegt.

Bei all diesen Betrachtungen stellt sich die Frage: wieso wandern oder bewegen sich Fische ? Was treibt sie an ? Was löst diese Wanderungen aus und bringen sie den Fischen Vorteile ? Gibt es auch Nachteile ?

Tausende von Fischen durchschwimmen unsere Gewässer. Das Ziel ist es, bessere Nahrungsbedingungen und sicherere Habitate zu finden oder aber ein Laichhabitat mit einem möglichst grossen Reproduktionserfolg aufzusuchen (spawning migration). Oft sind das nur relativ kurze Wanderungen in ein Seitengewässer, welche jedoch für das Überleben einer Population wichtig sind. Die Interaktionen mit den residenten Fischpopulationen können von grossem Ausmass sein. Die nicht wan-

dernden Fischarten, Ökosysteme und ihre Dienstleistungen und Funktionen werden durch migrierende Fische verändert.

Grundsätzlich wandern Fische auch um neue Futterquellen zu erschliessen (feeding migration): Larven driften und Jungfische wandern aus den Habitaten ab, in welchen sie geboren wurden. Subadulte und adulte Fische wandern ebenfalls um ihre Nahrungsgrundlage zu optimieren. Andere Gründe der Wanderung sind die Suche nach Verstecken und Überwinterungsquartieren (refuge-seeking migration). Für die Reproduktion benötigen die Fische Habitate, die ein hohes Aufkommen von Jungfischen ermöglichen. Aus diesem Grunde führen laichreife Fische erhebliche Wanderungen durch. Hochwasser können juvenile und adulte Fische verdriften. Vor allem die adulten Tiere kehren oft wieder an ihren ursprünglichen Ort zurück (post-displacement movement), sofern die Aufwanderung möglich ist. Fische können auch in neue Gebiete eindringen (Neukolonisierungen) und somit einen Teil verlorener Habitatsflächen kompensieren.

Wanderungsdistanzen

Bei ihren Wanderungen können Fische mehr als 1'000 km zurücklegen (aufwandernde diadrome Fische in Richtung Reproduktionsgewässer). Jedoch auch die Seeforelle wandert für ihre Fortpflanzung deutlich über 100 km weit. Nasen, Alet und andere Cypriniden legen Dutzende - bis weit über 100 km - auf dem Weg zur Fortpflanzung zurück. Im Alpenrhein wandern jährlich Felchen aus dem Bodensee mehrere Dutzend Kilometer aufwärts zu ihren Reproduktionsgebieten.

Durch Hochwasser verdriftete Fische (oder translozierte Tiere) kehren über Distanzen von mehreren Kilometer zurück, Aale bis 200 km weit. Dabei wandern sie in Schwärmen (z.B. Barbe, Hasel) oder als Einzelfische (Seeforelle).

Wanderungen erstrecken sich über das ganze Jahr. Im Winter ist es ruhiger, jedoch wandern dann die Bach- und Seeforellen aus ihren Laichgebieten zurück in ihre Fress- oder Überwinterungsrefugien. Im Frühling setzen die Laichwanderungen der Cypriniden ein, ebenso wandern dann die Smolts der Salmoniden flussabwärts. Im Sommer finden generell viele Wanderbewegungen statt (z.B. Sommerwanderungen von Hasel oder Alet über mehrere Kilometer). Im Herbst wandern Blankaale Richtung Ozean (teilweise schon im Sommer), ebenso unternehmen adulte Cypriniden im Spätherbst Wanderungen in ihre Winterrefugien (z.B. Barbe, Nase etc.).

Angewandte Aspekte

Zu den angewandten Aspekten der Fischwanderung gehören die Bedeutung der Seitengewässer und ihre künstliche Abkoppelung, sowie die vielen künstlichen Wanderbarrieren in Flüssen und Bächen. Ein besonderes Problem sind die Eindolungen über weite Strecken oder auch über kürzere Distanzen (z.B. bei Strassenüberführungen). Höchste Aufmerksamkeit sollte dieser Problematik zukommen. Blockrampen können die fehlende Durchwanderbarkeit wieder ermöglichen. Ein Fokuspunkt der angewandten Aspekte sind die Kraftwerke und ihre möglichen Beeinträchtigungen der Auf- und Abwanderung. Fische müssen nicht nur durch geeignete Rechen vor der Turbinenpassage geschützt werden, sondern sie benötigen funktionierende Abstiegswege (z.B. Bypässe). Bei Fischtreppe ist neben einer guten Funktion der Aufwanderung auf den zeitlichen Aspekt zu achten. Bei den Wanderungen und ganz speziell bei der Aufwanderung darf es nicht zu grossen Zeitver-

zögerungen kommen. Die Zeitdauer, welche für eine Passage an einem Kraftwerk benötigt wird, ist entscheidend und bestimmt massgebend die Funktionsfähigkeit der Anlage.

Schwall-Sunk Betrieb durch Kraftwerke kann die Aufwanderung von Fischen verzögern oder Fische verdriften.

Linderungsmaßnahmen

Linderungen (mitigation measures) sind durch mehrere Massnahmen möglich. Bei der Diskussion um Fischpässe sollten die richtige Positionierung des Einstiegs, das Lockwasser und die hydraulischen Bedingungen sowie die Schwimmleistungen der Fische ausführlich diskutiert werden. Daneben sind jedoch neue Ansätze nötig: die Bedeutung von Turbulenzen, der Einfluss von Prädatoren und das damit veränderte Verhalten der Fische, sowie neue Erkenntnisse zu Schwimmleistung und Ermüdung der Fische. Durch ein gezieltes Monitoring lassen sich die Bedürfnisse der Fische besser erkennen. Die Bedeutung und Möglichkeiten der naturnahen Umgehungsgerinne soll mit Daten dokumentiert werden.

Bei der Fischabwanderung an Kraftwerken gilt es, bestehende Einrichtungen in ihrer Funktionsfähigkeit zu beurteilen und nötigenfalls die Anlagen zu verbessern. In diesem Bereich sind wohl die grössten Anstrengungen nötig und grosse Herausforderungen stehen bevor.

Ausblick

Moderne Techniken ermöglichen es heute, Fischwanderungen mit hoher Präzision sichtbar zu machen und das Verhalten der Fische an Wanderungsbarrieren und Kraftwerken exakt zu studieren. Mittels dieser Techniken können sowohl die Funktionsfähigkeit der Anlagen überprüft, sowie auch neue Entdeckungen zum Wanderverhalten gewonnen werden. Nur wenn wir die räumlich-zeitlichen Bewegungsmuster der Fische verstehen, gelingt es uns der Abnahme der Artenvielfalt und dem Rückgang der Fischpopulationen adäquat entgegenzuwirken.

Franziska Schwarz,

BAFU (CH)

Andreas Knutti,

BAFU (CH)

*Wie die Fischwanderung in der Schweiz
sichergestellt wird*

Wie die Fischwanderung in der Schweiz sichergestellt wird

Symposium Fischwanderung, Biel, 30.10.2014

Dr. Franziska Schwarz, Vizedirektorin

Andreas Knutti, Leiter Sektion Lebensraum Gewässer



Die Biodiversität ist akut gefährdet: es besteht dringender Handlungsbedarf

- Die Biodiversität und ihre Ökosystemleistungen sind die Grundlage für menschliches Wirtschaften und Wohlergehen.
- Die Biodiversität ist in der Schweiz akut gefährdet. Der Verlust an Biodiversität schreitet schleichend aber kontinuierlich voran. Diesen Verlust können wir uns nicht leisten. Er zwingt uns unmittelbar zum Handeln.



Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz

- Das Parlament hat diesen Handlungsbedarf erkannt. 2012 verabschiedete der Bundesrat die Strategie Biodiversität Schweiz (SBS) mit zehn konkreten Zielen und beauftragte das UVEK, einen Aktionsplan mit entsprechenden Massnahmen bis 2014 zu erarbeiten.
- Laufende und geplante Anstrengungen der Bundes und der Kantone zugunsten der Biodiversität leisten zwar einen Beitrag zur Verminderung des Verlusts. Sie sind für die Zielerreichung der Strategie Biodiversität Schweiz jedoch nicht ausreichend. Es sind zusätzliche griffige Massnahmen nötig.



Die Renaturierung der Gewässer ist dringend notwendig

- Die Vernetzung der Gewässer ist ein wichtiger Beitrag für die Errichtung der ökologischen Infrastruktur.
- Mit dem revidierten Gewässerschutzgesetz liegen die rechtlichen Grundlagen für die zwingend notwendige Aufwertung der stark genutzten Gewässer in der Schweiz vor.
- Die heutige Wasserkraftnutzung muss aus ökologischer Sicht umfassend saniert werden. Dazu gehören die Milderung von Schwall-Sunk, die Wiederherstellung des Geschiebehauhalts und die Sanierung der Fischgängigkeit bis 2030.



Die Sanierung der Wasserkraft eilt

- Die Sanierung der Restwasserstrecken muss umgehend vollzogen werden.
- Für die Wiederherstellung der Fischwanderung sind die gesetzlichen Grundlagen vorhanden, das Vorgehen ist definiert und die Umsetzung ist gut angelaufen.
- Erst das vollzogene Gewässerschutzgesetz - die Aufwertung der stark genutzten Gewässer - leistet den notwendigen Beitrag zugunsten dieses Lebensraums.



Revision Gewässerschutzgesetz 2011 Übersicht der Renaturierung

Gewässerraum

Festlegung und extensive Nutzung 20 Mio. CHF/Jahr
(Aufstockung des
Landwirtschaftsbudgets)

Revitalisierung

Strategische Planung und Umsetzung 40 Mio. CHF/Jahr

Sanierung Wasserkraft

Strategische Planung und Umsetzung 50 Mio. CHF/Jahr
vollständige
Entschädigung der
Betreiber
0.1Rp./KWh durch
Konsumenten



Zeitplan Renaturierung: Übersicht

Frist	Schwall und Sunk	Geschiebe-haushalt	Fisch-gängig-keit	Revitalisierung	Gewässer-raum
31.12.2014	Planung	Planung	Planung	Planung Fließgewässer	
31.12.2018				Planung stehende Gewässer	umgesetzt
				regelmässige Aktualisierung	
31.12.2030	umgesetzt	umgesetzt	umgesetzt		
Ca. 2090				umgesetzt	



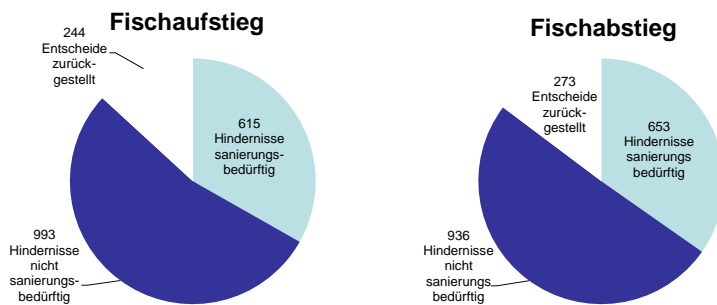
Sanierung Wasserkraft: Planung und Umsetzung

		Bund	Kanton	Kraftwerk
Kantonale Planung	Bis Ende 2014	Prüfung Berichte	Erarbeitung Zwischenbericht Schlussbericht	Anhörung Kraftwerk
	Ab 2015	Anhörung BAFU	Baubewilligung ev. UVP	Erarbeitung Sanierungs-massnahmen
KW planen Massnahme	bis 2030	Beurteilung Entschädigungsgesuch z.H. swissgrid	Beurteilung Entschädigungsgesuch	Entschädigungsgesuch, Umsetzung der Massnahme
		Sammeln Daten Erfolgskontrolle, Info Öffentlichkeit	Anordnung Erfolgskontrolle	Durchführung Erfolgskontrolle



Sanierungsbedarf Fischgängigkeit

- 1852 wasserkraftbedingte Hindernisse wurden überprüft
- jeweils über 600 Hindernisse sind sanierungsbedürftig bezüglich Fischaufstieg bzw. Fischabstieg
- Nicht sanierungspflichtige Hindernisse befinden sich oft in steilen, natürlicherweise nicht fischgängigen Gewässerabschnitten



Sanierungsbedarf Fischgängigkeit

- An rund 1000 Anlagen sind Sanierungsmassnahmen notwendig
- Rund 65% der Hindernisse, wo der Fischaufstieg notwendig ist, besitzen zur Zeit noch keine Fischaufstiegshilfe!
- Bestehende Anlagen sind oft ungenügend: Nur 36 % der bestehenden Aufstiegsanlagen wurden als ausreichend funktional beurteilt.
- Fischabstiegs- und Fischschutzanlagen fehlen fast vollständig



Aktueller Stand der Umsetzung der Sanierung der Fischgängigkeit

- Die Umsetzung der Massnahmen erfolgt auf der Basis der Schlussberichte der kantonalen strategischen Planungen.
- Die Finanzierung der Massnahmen ist sichergestellt.
- Rund 30 Sanierungsprojekte sind bereits gestartet.
- Erstes Abstiegsprojekt umgesetzt: Kraftwerk Stropfel an der Limmat mit Bypass und horizontalem Feinrechen, eine ausführliche Erfolgskontrolle erfolgt.
- Die Sanierung der Fischgängigkeit ist eine Aufgabe mit zahlreichen Akteuren (Bund, Kantone, Kraftwerksgesellschaften, Verbände) und gelingt nur, wenn alle ideal dazu beitragen.
- Ein optimaler Wissenstransfer ist für die weitere Umsetzung entscheidend.

Simona Tamagni,

VAW ETHZ und Beffa Tognacca sagl (CH)

Armin Peter,

Eawag (CH)

*Bau von Blockrampen:
Lässt sich damit die Fischgängigkeit wieder herstellen?*

Bau von Blockrampen: Lässt sich damit die Fischgängigkeit wieder herstellen?

Simona Tamagni und Armin Peter

Abstract

Die schweizerischen Fließgewässer sind stark fragmentiert. Es existieren zirka 100'000 künstliche Abstürze mit einem Höhenunterschied von mehr als 50 cm. Dies führt zur Behinderung der Durchgängigkeit für Fische und aquatische Kleinlebewesen. Aufgrund ihrer Schutzwirkung gegen Erosion und einer verbesserten ökologischen Durchgängigkeit kommen aufgelöste unstrukturierte Blockrampen mehr und mehr zum Einsatz. Unstrukturierte Blockrampen sind Flussbauwerke, die der Stabilisierung der Flusssohle und dem Schutz gegen Erosion dienen. Sie stellen eine ökologisch vorteilhafte Alternative zu Abstürzen und Schwellen dar, ganz speziell für aufwandernde Fische. Die Erfahrung mit solchen Bauwerken ist begrenzt auf die letzten Jahrzehnte. Während der letzten Hochwasserereignisse in der Schweiz versagten mehrere unstrukturierte Blockrampen. Es zeigte sich, dass die Dimensionierung dieser Rampen nicht ausreichend war. Die bestehenden Dimensionierungsgrundlagen beziehen sich hauptsächlich auf andere Blockrampentypen (klassischen oder strukturierten Blockrampen). Trotz mehrjähriger Forschung über raue Sohlen und Blockrampen sind die Dimensionierungsgrundlagen für unstrukturierte Blockrampen bislang nur unzureichend und in ihrem Gültigkeitsbereich sehr beschränkt. Darauf aufbauend wurde das Versuchsprogramm der durchgeführten Forschung entsprechend ausgerichtet. Bestehende Dimensionierungsgrundlagen sollen erweitert und ökologische Aspekte mitberücksichtigt werden.

An der VAW wurden physikalische Modellversuche durchgeführt, um die Stabilität und das Verhalten von unstrukturierten Blockrampen im Hochwasser- und im Überlastfall zu untersuchen. Unterschiedliche Parameterkombinationen wurden getestet, um eine optimale Kombination hinsichtlich der Rampenstabilität zu finden. Ein Teilprojekt beinhaltete detaillierte 2D Laser Doppler Anemometer (LDA) Messungen zur Bestimmung der Fließcharakteristik, die in solch heterogenen rauen Sohlen mit Makrorauheiten auftritt. Die lokalen Strömungsverhältnisse wurden mit lokalen, zeitlich-gemittelten Parametern beschrieben, um insbesondere die Passierbarkeit für Fische innerhalb der unstrukturierten Blockrampen zu untersuchen. Die allgemeinen Strömungsverhältnisse, die für die Bestimmung des Fließwiderstands massgebend sind, wurden durch doppelt-gemittelte (zeitlich und räumlich) Parameter beschrieben.

Zusätzlich wurden Feldversuche an der unstrukturierten Blockrampe an der Wyna in Suhr in Zusammenarbeit mit der Eawag (Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs) durchgeführt. Weitere Rampenpassagen der Fische wurden an drei weiteren unstrukturierten Blockrampen durch die Eawag getestet. Dabei wurden PIT-tags (Passive Integrated Transponder) zusammen mit einem Lesegerät und Antenne verwendet, um den Fischaufstieg automatisch zu detektieren.

An allen untersuchten unstrukturierten Blockrampen konnte der Fischaufstieg belegt werden. Die Rampenpassage ist vor allem für Fischarten mit gutem Schwimmvermögen recht erfolgreich (z.B. für Bachforellen, Alet, Barbe). Die Blockrampen sind jedoch auch für Fische mit weniger guten Schwimmleistungen passierbar. Dabei kann es jedoch zu Verzögerungen der Rampenpassage kommen. Aufwärtspassagen an aufgelösten Rampen sind hauptsächlich für Groppen belegt, sie wandern vorwiegend nachts. Jedoch auch andere Kleinfischarten (z.B. Schneider, Schmerle) können die aufgelösten Rampen passieren. Für andere Kleinfischarten (z.B. Elritze, Gründlinge) sind weitere Abklärungen nötig.

In diesem Vortrag werden die unterschiedlichen Typen von Blockrampen beschrieben und ihr Anwendungsbereich diskutiert. Es werden Empfehlungen zum Gefälle bezüglich der Fischpassage abgegeben. Die an der VAW und Eawag durchgeführte Forschung mit ihren Hauptergebnissen wird vorgestellt. Insbesondere werden die ökologischen Anforderungen (Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit) an unstrukturierte Blockrampen anhand der Ergebnisse – basierend auf physikalischen Modellversuchen und Feldversuchen – diskutiert.

Marcello Leite Ribeiro

Stucky SA (CH)

Sandro Peduzzi,

Cantone Ticino - Ufficio dei corsi d'acqua (CH)

*Embouchures:
importance écologique et revitalisation*

Importance des embouchures



- > Les embouchures sont les nœuds des réseaux fluviaux
- > Elles sont fondamentales pour la connectivité latérale et longitudinale du réseau fluvial
- > Apporte d'éléments organiques nécessaires à la survie des écosystèmes fluviaux.
- > Les divers paramètres caractéristiques des confluences, tels que les débits, les régimes de transport solide, les apports organiques et la morphologie confèrent aux embouchures une hétérogénéité environnementale qui ne se retrouve nulle part dans d'autres tronçons de rivières

Marcelo Leite Ribeiro – Stucky SA
Colloque 2014: La migration piscicole dans le cours d'eau utilisés par l'homme – Problèmes et solutions
30/10/2014

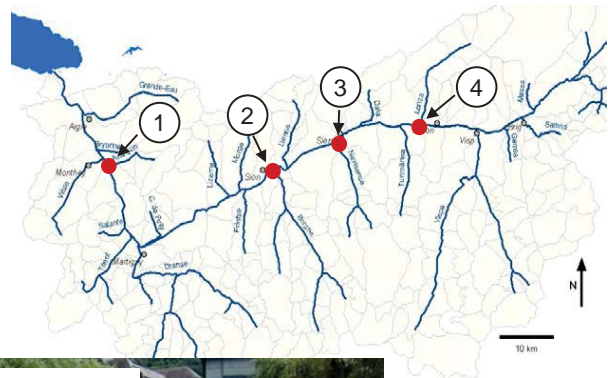


1

Etat des embouchures en Suisse



Le Rhône Suisse



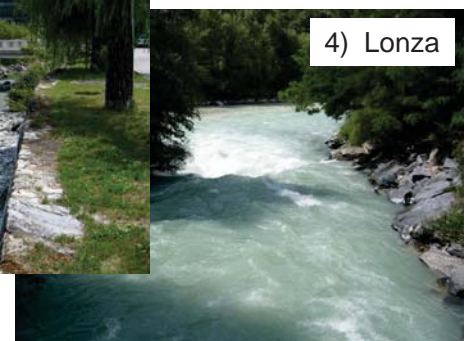
1) Avançon



2) Borgne



3) Navisence



4) Lonza

Marcelo Leite Ribeiro – Stucky SA
Colloque 2014: La migration piscicole dans le cours d'eau utilisés par l'homme – Problèmes et solutions
30/10/2014

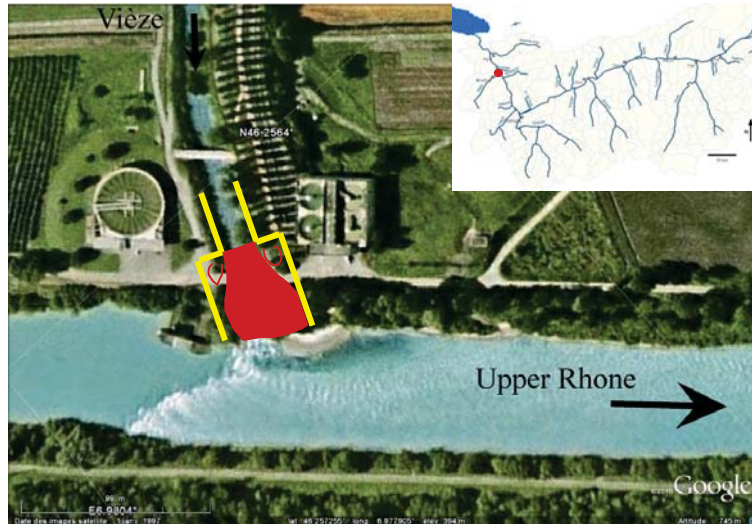


2



Elargissement des affluents

Hétérogénéité + Variabilité + Connectivité = Biodiversité
(Wasson et al., 1998)



Marcelo Leite Ribeiro – Stucky SA
Colloque 2014: La migration piscicole dans le cours d'eau utilisés par l'homme – Problèmes et solutions
30/10/2014

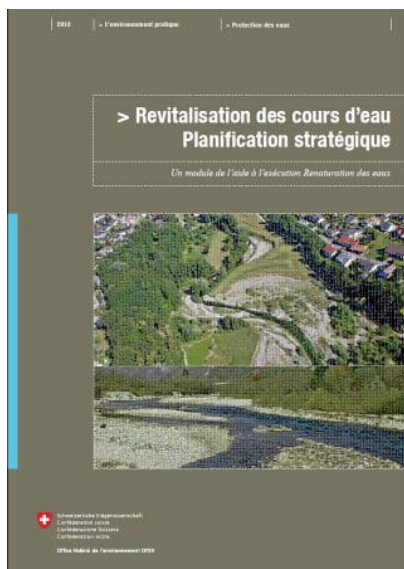


3

Embouchures: comment les valoriser? Premières approches et réflexions

Thèmes sous-estimés par la planification stratégique

- Elimination des obstacles à la libre migration des poissons
- Embouchures



Fiche

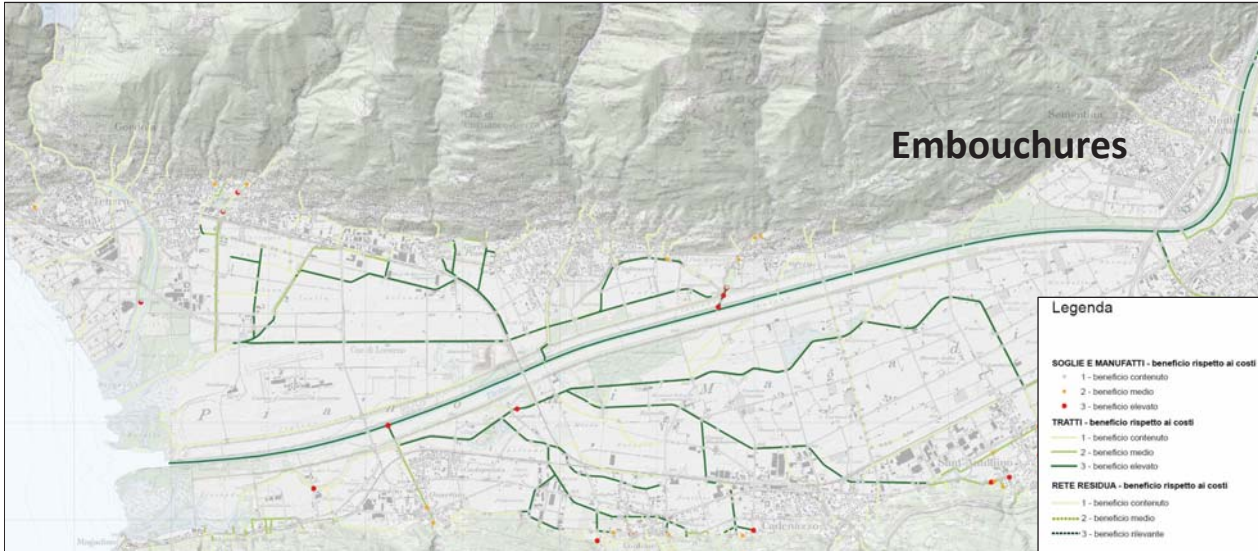
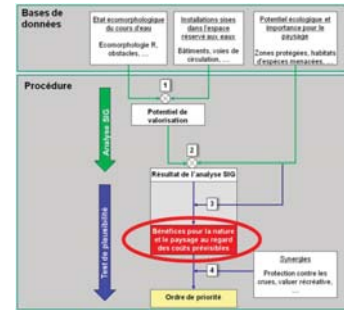
5 > Elargissement local des embouchures

Marcelo Leite Ribeiro, Koen Blanckaert, Jean-Louis Boillat et Anton Schleiss

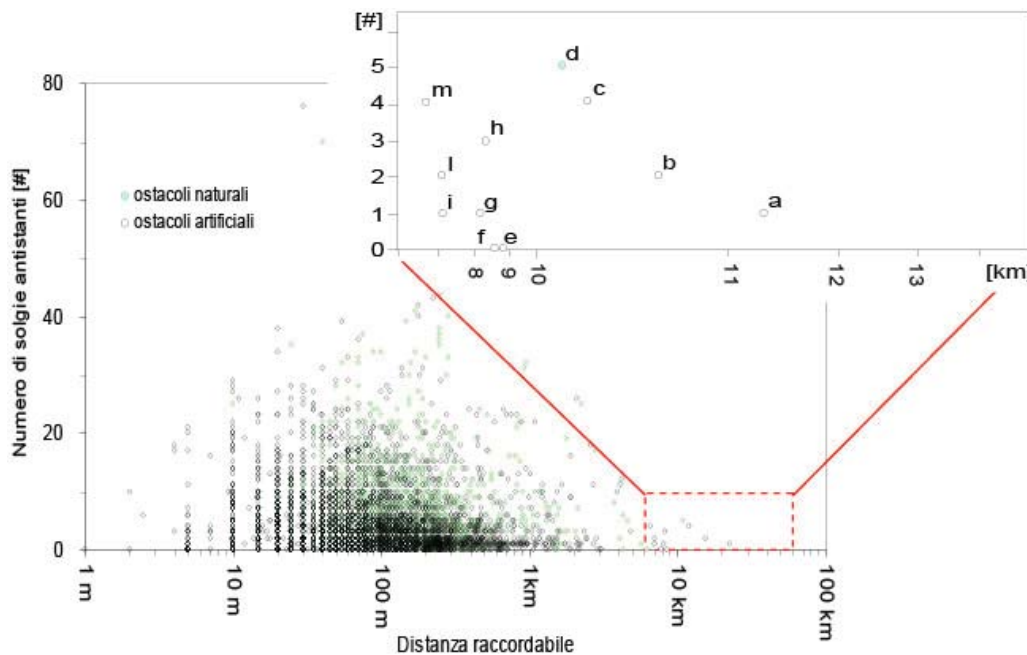
Lorsque les zones de confluence de deux cours d'eau ont une morphologie proche de l'état naturel, la connectivité des cours d'eau est maximale. La présente fiche explique comment l'élargissement local des embouchures accroît la diversité des habitats et la connectivité longitudinale des cours d'eau. Ces mesures sont souvent peu onéreuses car elles ne sont mises en œuvre que localement.

Priorisation des obstacles

1. Ecomorphologie : hauteur obstacle, type obstacle
2. Coûts prévisibles d'un assainissement
3. Potentiel hydromorphologique: pente tonçon, longueur de cours d'eau "raccordable", nombre de Strahler, espèces prioritaires

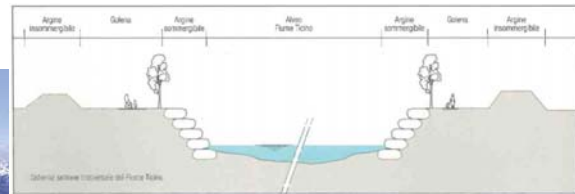


Sandro Peduzzi
Cantone Ticino - Ufficio dei corsi d'acqua



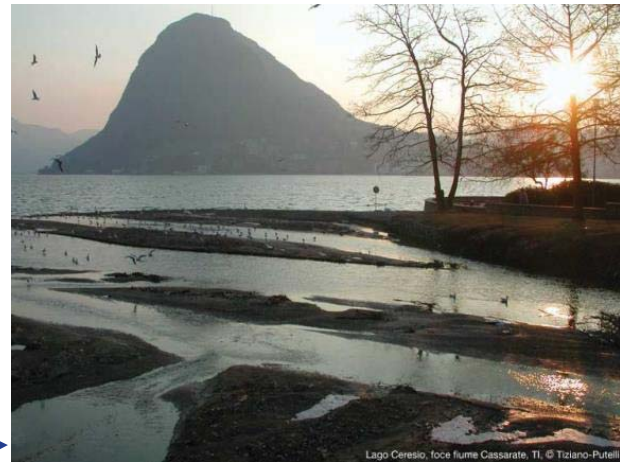
Analyse des données SIG
Rétablissement connectivité cours d'eau (km)

Piano di Magadino



Sandro Peduzzi
Cantone Ticino - Ufficio dei corsi d'acqua

Embouchures dans lacs



Sandro Peduzzi
Cantone Ticino - Ufficio dei corsi d'acqua

Henrik Hufgard,

Institut für angewandte Ökologie (D)

*Monitoring Ergebnisse aus Europas grösster
Fischaufstiegsanlage am Wehr Geesthacht / Elbe*

Monitoringergebnisse von Europas größter Fischaufstiegsanlage am Wehr Geesthacht / Elbe

Henrik Hufgard
Institut für angewandte Ökologie - Außenstelle Elbe
Elbuferstraße 206, 21436 Marschacht
&
Dr. Ulrich Schwevers
Institut für angewandte Ökologie
Neustädter Weg 25, 36320 Kirtorf-Wahlen

Der künftige Betrieb eines neuen thermischen Kraftwerks im Hamburger Hafen an der Elbe durch die Vattenfall Europe Generation AG ist mit der wasserrechtlichen Erlaubnis verbunden, Schädigungen von Fischen infolge der Entnahme von Kühlwasser durch geeignete Maßnahmen zu minimieren. Darüber hinaus wurde eine neue Fischaufstiegsanlage am ca. 30 km stromauf gelegenen Wehr Geesthacht errichtet, das am linken Ufer bereits mit einem Umgehungsgerinne ausgestattet war. Der neue am rechten Ufer positionierte Doppelschlitzpass sollte sicherstellen, dass die Populationen der zwischen Nordsee und Mittelelbe wandernden Arten Maifisch (*Alosa alosa*), Lachs (*Salmo salar*), Schnäpel (*Coregonus maraena*) sowie Fluss- und Meerneunauge (*Lampetra fluviatilis* und *Petromyzon marinus*) nicht durch das neue Kraftwerk beeinträchtigt werden.

Da der Konstruktionstyp, die Dimensionierung und die hydraulische Bemessung einer Fischaufstiegsanlage jedoch grundsätzlich den Anforderungen der autochthonen Fischfauna des jeweiligen Gewässers entsprechen muss, wurden der Planung der neuen Fischaufstiegsanlage konsequent die Bedürfnisse des Atlantischen Störers (*Acipenser sturio*) zu Grunde gelegt; eine Fischart, die aktuell im Elbesystem wieder angesiedelt wird (GESSNER et al. 2010). Entsprechend der zu erwartenden biometrischen Maßen und dem Raumbedarf adulter Störe in ihrem Wanderkorridor beträgt deshalb die Länge eines jeden Beckens 9 m und die lichte Weite eines Durchlasses 1,2 m. Der aus 49 Becken bestehende, 16 m breite Doppelschlitzpass ist im oberen Drittel 2-fach gewendelt und hat eine Gesamtlänge von 550 m. Der Gefällesprung zwischen den Becken ist auf 9 cm begrenzt, so dass die maximale Fließgeschwindigkeit in den Schlitzten 1,4 m/s nicht überschreitet. Um unabhängig von den Abflüssen in der Elbe und der Tide im Unterwasser der Staustufe einen für die Fische attraktiven Strömungspfad mit einer Fließgeschwindigkeit nie unter 0,3

m/s zu gewährleisten, wird die Betriebswasserführung im Fischpasses im Bedarfsfall über Zusatzdotationen mit Wasser aus dem Staubereich erhöht.

Zum Nachweis der Funktionsfähigkeit des Doppelschlitzpass und seiner Eignung als Schadensbegrenzungsmaßnahme wird seit der Inbetriebnahme ein umfassendes fischökologisches Monitoring durchgeführt. Diese besteht neben der täglichen Erfassung von Aufsteigern u. a. auch aus Fang-Markierungs-Wiederfang-Experimenten unter Einsatz der RFID-Technologie mit HDX-Transpondern.

Seit der Flutung des Doppelschlitzpass im August 2010 sind bis zum 31. Juli 2013 etwa 1,2 Millionen Neunaugen und Fische, und damit etwa 10-mal mehr Individuen als über das alte Umgehungsgerinne ($n = 123.905$) aufgewandert. Von den häufigsten Arten, Flussneunauge und der anadromen Wanderform des Dreistachligen Stichlings (*Gasterosteus acculeatus*) werden im Doppelschlitzpass Tagesfänge von bis zu 30.000 Exemplaren registriert. Weitere regelmäßig in großen Stückzahlen aufsteigende Arten sind Güster (*Blicca bjoerkna*), Ukelei (*Alburnus alburnus*), Plötze (*Rutilus rutilus*) und Blei (*Abramis brama*) sowie Zander (*Sander lucioperca*) und Quappe (*Lota lota*). Generell nehmen Klein- und Jungfische den Doppelschlitzpass in besonders großer Zahl an, während allerdings Aal (*Anguilla anguilla*), Aland (*Leuciscus idus*), Rapfen (*Aspius aspius*) und Zope (*Abramis ballerus*) das Umgehungsgerinne bevorzugen.

Das kontinuierliche Monitoring zeigt darüber hinaus, dass die Aufstiegszeiten vieler Arten am Standort Geesthacht z. T. deutlich von den einschlägigen Literaturangaben abweichen. Darüber hinaus gibt die HDX-Technologie eine Vielzahl neuer Einblicke in das räumlich-zeitliche Aufstiegsverhalten von Fischen am Wehr Geesthacht, da beide Fischaufstiegsanlagen mit einer Vielzahl von Antennen ausgestattet sind und jährlich bis zu 10.000 markierte Individuen unterschiedlicher Arten im Unterwasser des Wehres entlassen werden. So zeigen die Befunde, dass verschiedene Arten unterschiedliche Uferseiten für Ihren Aufstieg bevorzugen. Dies unterstreicht zumindest im Fall breiter Gewässer, dass jedes Ufer mit einer Fischaufstiegsanlage ausgestattet werden muss, um die Migration von Neunaugen und Fischen befriedigend zu gewährleisten.

Darüber hinaus erlauben von Anglern, Fischern und aus Wiederansiedlungsgebieten für Großsalmoniden im Elbe-System gemeldete HDX-Transponder interessante Rückschlüsse über Wanderdistanzen und Geschwindigkeiten. Beispielsweise konnte auf diese Weise belegt werden, dass der als „Standfisch“ bezeichnete Zander (*Sander lucioperca*) in der Elbe bis zu 330 km weit wandern.

Stephan Heimerl,

Fichtner Water & Transportation (D)

*Beckenartige Fischaufstiegsanlagen –
Grundlagen und Konstruktion*

Beckenartige Fischaufstiegsanlagen – Grundlagen und Konstruktion

Dr.-Ing. Stephan Heimerl
komm. Sprecher der DWA-AG WW-8.3
„Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke“
Fichtner Water & Transportation,
Sarweystraße 3, D-70191 Stuttgart, stephan.heimerl@fwt.fichtner.de

DWA-Merkblatt M 509 als Grundlage

Mit der im Frühjahr 2014 erschienenen Endfassung des DWA-Merkblattes M 509 „Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung“ liegt nun ein aktueller Standard vor. Dieses Merkblatt ersetzt das weit verbreitete, in zahlreiche Sprachen übersetzte DVWK-Merkblatt 232/1996 und befasst sich ausschließlich mit der Gewährleistung stromaufwärts gerichteter Wanderungen von Fischen und Wirbellosen. Nachdem zahlreiche Querbauwerke sowohl die lineare Durchgängigkeit der Flusssysteme als auch die laterale Anbindung von Neben- und Auegewässern für Fische und aquatische Wirbellose unterbrechen, wird meist ein fischpassierbarer Umbau von Wanderhindernissen oder gar der Bau funktionsfähiger Fischaufstiegsanlagen erforderlich. In dem während einer über 12-jährigen intensiven Fachausschussarbeit umfassend neu bearbeiteten Merkblatt wird keine Unterteilung mehr in „naturnahe“ und „technische“ Bautypen vorgenommen, da über die Funktionsfähigkeit einer Aufstiegsanlage letztlich nur ihre Anordnung, Bemessung und Konstruktion entscheiden, während das verwendete Baumaterial oder landschaftsästhetische Gesichtspunkte von nachrangiger Bedeutung für die Funktionsfähigkeit sind. Geometrische und hydraulische Vorgaben werden durch die Einführung von Grenz- und Bemessungswerten präzisiert sowie die Berechnungsverfahren neueren Erkenntnissen angepasst. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Qualitätskontrolle bei der Planung und Bauausführung, um die Einhaltung der Funktionskriterien sicherzustellen. Anhand von Beispielen werden die biologischen und technischen Grundlagen vorgestellt sowie die Berechnungsverfahren und die Berechnungsschritte erläutert.

Beckenartige Fischaufstiegsanlagen

Entsprechend der Definition des DWA-Merkblattes M 509 handelt es sich bei beckenartigen Fischaufstiegsanlagen um solche, die aus einer innerhalb eines Querbauwerks oder direkt daneben angeordneten Aufeinanderfolge von Becken bestehen, mit deren Hilfe die gesamte Stauhöhe in viele kleine, für Fische passierbare Wasserspiegeldifferenzen aufgelöst wird. Die Becken sind meist in einem Gerinne eingebaut. In den Becken herrschen relativ geringe Fließgeschwindigkeiten. Hohe und damit für die Fischpassierbarkeit kritische Fließgeschwindigkeiten treten nur beim Durchströmen der Beckenzwischenwände auf, die zur Gewährleistung des Abflusses und der Passierbarkeit Öffnungen unterschiedlicher Kontur und Größe aufweisen. Anordnung und Form der Becken sowie der Beckenzwischenwände

sind abhängig von der Bauweise. Die maximalen Fließgeschwindigkeiten hängen in erster Linie von der Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken ab.

Zu dieser Anlagengruppe zählen folgende Bauweisen:

- Konventioneller Beckenpass mit den Sonderformen des Rhomboid- und Wulstfischpasses,
- Schlitzpass mit den Sonderformen des Schlitzpasse mit zwei Schlitzen und mit versetzter Beckenanordnung sowie Rundbeckenpass,
- Raugerinne-Beckenpass,
- Borstenfischpass als Übergangsform.

Sowohl aus hydraulischer und fischökologischer Sicht als auch infolge der neuen Philosophie des DWA-Merkblattes mit dem Ansatz von Grenz- und Bemessungswerten sind bei der Planung und dem Bau von beckenartigen Fischaufstiegsanlagen einige allgemeine und je nach Bauweise spezifische Aspekte zu beachten, wozu u. a. folgendes zählt:

- Gesichtspunkte zur Gewährleistung der Durchgängigkeit,
- Anordnung des Einstiegs in die Fischaufstiegsanlage,
- Ausbildung des Unterwasseranschlusses unter verschiedenen Randbedingungen,
- Gestaltung der verschiedenen Bauweisen sowie deren Vor- und Nachteile,
- Grundlagen für die Planung,
- Aspekte des Betriebs und Unterhalts.

In dem Beitrag wird auf diese verschiedenen Aspekte eingegangen, indem diese anhand von Prinzipdarstellungen und Beispielen erläutert und diskutiert werden.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass das derzeitige DWA-Merkblatt den aktuellen Stand der Technik darstellt und somit gilt „Nach dem Merkblatt ist vor dem Merkblatt“, d. h. Anregungen für die weitere Fachgremienarbeit und die Fortschreibung des Merkblattes sind immer willkommen!

Stefan Schmutz,

BOKU Wien (A)

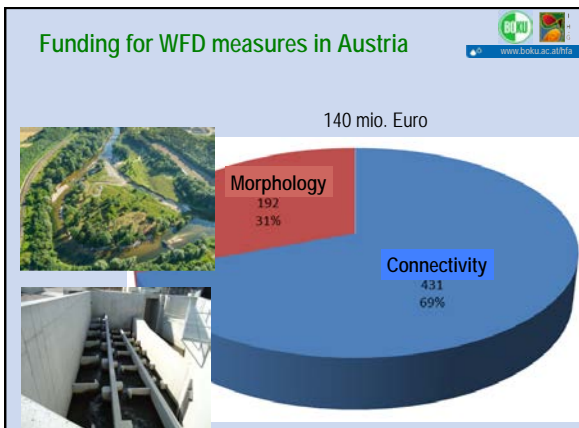
Innovative Lösungen zur Fischgängigkeit in Österreich

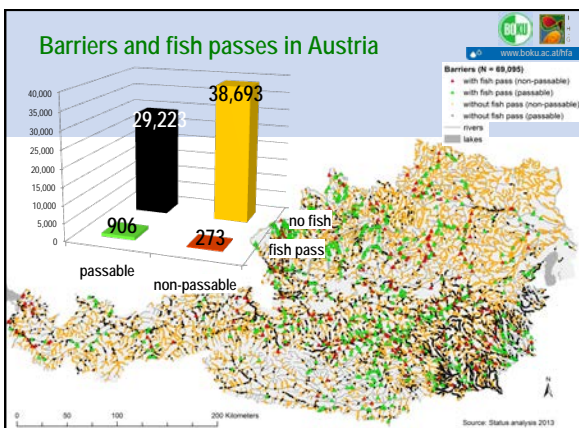

www.boku.ac.at/hfa
 BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences
 Department of Water, Atmosphere and Environment

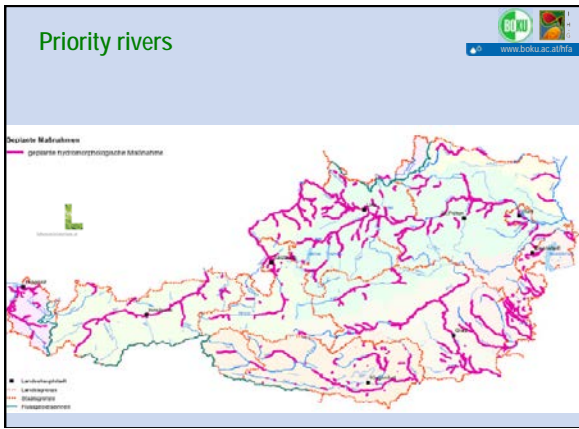
Innovative Lösungen zur Fischgängigkeit in Österreich

S. Schmutz, G. Unfer, B. Zeiringer

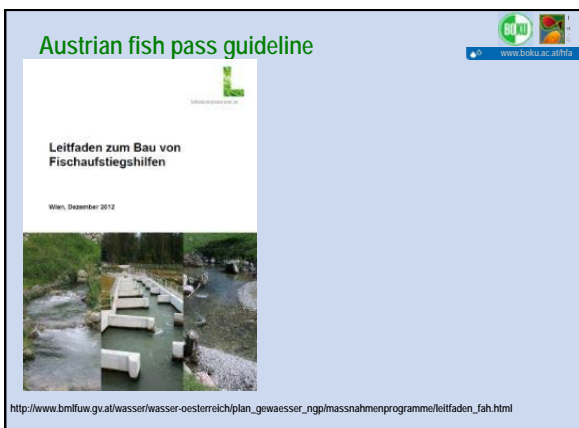
Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management
 Department of Water, Atmosphere and Environment
 BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences,
 Vienna, AUSTRIA











Austrian fish pass guideline

www.boku.ac.at/HFA

Objectives

- Support for planning
- To guarantee high functionality
- If applied properly good ecological status or potential can be expected in terms of continuity
- For special cases individual solutions are required (e.g. artificial waters, very small streams, existing weirs without optimal location for entrance)

Fish passes - Types

www.boku.ac.at/HFA

- Aufgelöste Sohlrampe
- Rock ramp



Foto Jäger

- Gewässertypisches Umgehungsgerinne
- Nature-like bypass-channel




Foto EZB

Fish passes - Types

www.boku.ac.at/HFA

- Naturnaher Beckenpass bzw. Tümpelpass
- Nature-like pool and weir fish pass





Foto EZB

- Schlitzpass
- Vertical slot fish pass



Jäger & Zitek 2010

Construction and assessment criteria

- **Size und hydraulic calculations**
 - According to fish species, fish size and river type
- **Finding of the entrance**
 - Depending on fish species, migratory behaviour
 - River type and size, location of the entrance, attraction flow, water level fluctuations, connection to bottom
- **Passability of the fish pass**
 - Fish species with the biggest size, maximum swimming capacity
 - Channel slope, pool dimension, slot width, flow velocity and pattern, minimum depth, rough bottom substrate, energy dissipation
- **Operation and maintenance**
 - Operating time, maintenance

Dimension criteria

- **Pool size**
 - Length 3 x length of maximum fish length
 - Width 2 x length of maximum fish length
- **Pool depth**
 - Vertical slot fish pass: 60 cm (Upper trout region) up to 75 cm (grayling) or 85 cm (Danube salmon)
 - Nature like pool pass: 60-140 cm depending on river type
- **Minimum depth at crest between pools**
 - 2-3 x height of fish, mind. 20 cm
- **Rough bottom substrate**
 - Layer of 10-30 cm with rough stones (vertical slot fish pass)

Dimension criteria

	Maximal height differencen among pools	Slot width	Energy-dissipation
Epirhithral	20 cm	15 cm (20 cm)	160 W/m ³
Metarhithral	18 cm	15-25 cm (Äsche)	140 W/m ³
Hyporhithral	15 cm	25-35 cm (Huchen)	120 W/m ³
Epipotamal	10-13 cm	20-40 cm (Wels)	100 W/m ³
Metapotamal	8 cm	50 cm (Wels)	80 W/m ³


Attraction flow

- **Location**
 - Entrance should be located within the migratory corridor
- **Attraction flow**
 - 1-5 % of concurrent flow
 - In small rivers guaranteed by fish pass flow
 - In large rivers additional attraction flow required at entrance
- **Connection to river bottom**

Examples

VERBUND (since 2000)

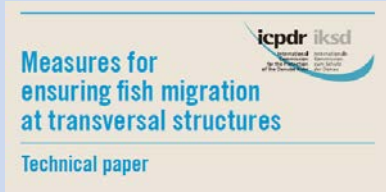
- New
 - Leoben
 - Werfen/Pfarrwerfen
 - Hieflau
- Pilot projects
 - Melk
 - Dionysen
 - Mixnitz
 - Spielfeld
 - Peggau
 - Villach



Harreiter 2009

Literature


- <https://www.icpdr.org/main/practical-advice-building-fish-migration-aids>




www.boku.ac.at/HFA


Downstream solutions

Austrian wide collaborative project


www.boku.ac.at/HFA

How to get fish downstream?

- **Spill flow**
 - Efficiency? Mortality? Injuries? Depending on species, fish size and type of spill flow
- **Turbines**
 - Mortality? Injuries? Depending on species, fish size and type of turbine
- **Via upstream fish passes**
 - Efficiency?
- **Via downstream fish passes**
 - Efficiency? Depending on species, fish size and type fish pass


www.boku.ac.at/HFA

Planned case studies

- Murau
- Thaya
- Mondseeache
- Antiesen/Mühlheimer Ache
- Salzburg Fritzbach
- Behavioural experiments Lunz/HyTEC

„HYDROCONNECT“ - „Albrecht fishLift inside“



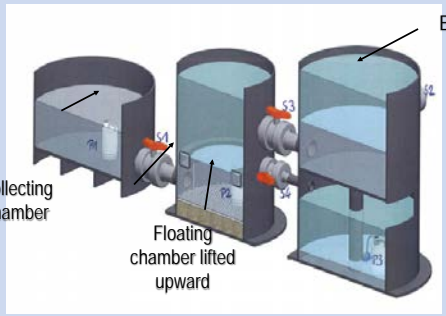

- $\Delta H = 3,15m$
- $AD = 1,4m$ $ID = 0,8m$
- $Q = 200$ l/s
- 20 U/min
- Power $>4kW$



www.boku.ac.at/hfz

Innovative Fish-lift-lock-system


Der Wasserwirt, Bernhard Monai, <http://www.der-wasserwirt.at>



Collecting chamber

Floating chamber lifted upward

Exit



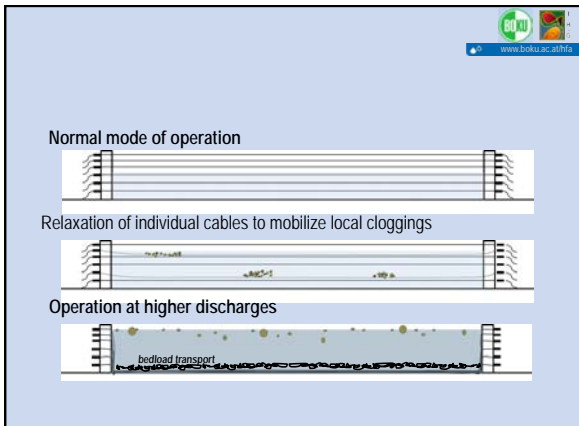
www.boku.ac.at/hfz

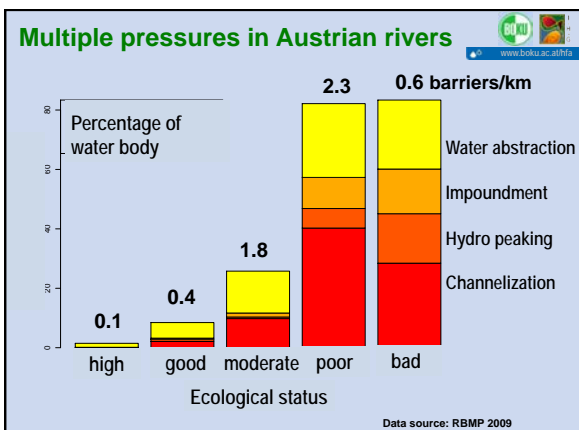


Der Seilrechen - ein neues Fischschutzkonzept der Universität Innsbruck

Aufleger et al.

<http://www.seilrechen.de/deutsch/home/>





SUMMARY

- Restoration of **continuity** disruptions are the main objectives of river restoration in Austria
- Research in Austria focuses on **potamodromous** species
- Downstream fish passage is still an **unsolved** problem
- Innovative** solutions are required
- Additional restoration efforts covering the **hydromorphological** dimension of river systems are necessary in order to achieve the good ecological status (potential) according to the WFD

Ted Castro-Santos,

Anadromous Fish Research Center (USA)

*Passage performance of fishways:
toward a holistic understanding of effectiveness and
a framework for adaptive design*

Passage performance of fishways: toward a holistic understanding of effectiveness and a framework for adaptive design.

T. Castro-Santos

USGS-S.O. Conte Anadromous Fish Research Center

Abstract

Although fishways have been designed and built for hundreds of years, rigorous methods for measuring performance have only recently been developed. Where these methods have been applied managers are often surprised to find that performance falls short not only of what was hoped, but of what was believed. This is because the most obvious indicators of passage (presence of fish existing the upstream end of a fishway, for example) fail to account for the population that is trying to pass. On a deeper level, these metrics fail to consider the purpose of fishways from the perspective of movement theory and ecological connectivity, which underscore the true purpose of the structures.

For a fishway to be effective, whether for upstream or downstream movement, passage must be safe and timely for the community of organisms that wish to pass. This means that managers need to know, among other things, which species are attempting to pass and the timing and purpose of their movements. Having settled on a suite of species for evaluation appropriate methods will allow monitors to know when individual animals arrive in the river reach where the fishway is located, how quickly they are able to find the fishway entrance, the readiness with which they enter, and how quickly they pass.

Each of these three steps (approach, entry, passage) includes a time component, and on each step some proportion of the population will fail to advance to the next step. They may, however, return to try again later. This means individual animals may be exposed to different and varying operational and environmental parameters that change over time. In order to understand drivers of passage performance, these covariates must be accounted for. The appropriate statistical framework for doing this is event-time analysis, commonly known as survival analysis. By applying this analytical tool to experimental designs managers and engineers can design and interpret telemetry studies that evaluate passage performance in units that are both robust, readily interpretable, and consistent with the objectives of fish passage. By integrating these studies with the design process, a framework for adaptive management is established from the outset, allowing for modification and optimization of the final design.

Christine Weber,

Eawag (CH)

Synthese erster Tag

Roger Pfammatter,

Schweiz. Wasserwirtschaftsverband SWV (CH)

*Begrüssung zweiter Tag:
Die Fischwanderung als Herausforderung für die
Wasserkraft*



Roger Pfammatter, Schweiz. Wasserwirtschaftsverband SWV

Die Fischwanderung als Herausforderung für die Wasserkraft

Die Wasserkraft ist die wichtigste erneuerbare Stromquelle des Alpenraums. In der Schweiz deckt sie rund 60% des Strombedarfs und ist mit ihren wertvollen Speicherleistungen sowie flexiblem Kraftwerkseinsatz das unbestrittene Rückgrat der Versorgung. Technisch ausgereift, politisch erwünscht, einheimisch, erneuerbar und praktisch frei von Treibhausgasen ist die Wasserkraft der energiepolitische Trumpf des Alpenraums – und mehr noch: sie ist der Schlüssel für eine nachhaltige Energieversorgung. Gleichzeitig ist auch die Artenvielfalt ein wichtiges Gut, das es zu schützen und zu pflegen gilt. Die weitere Ökologisierung der Wasserkraft ist deshalb im Sinne der nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen zu begrüssen.

Spannungsfeld Ökologie – Ökonomie

Die sehr weitgehenden gesetzlichen Forderungen zur Gewährleistung von „Fischschutz“ und „freier Fischwanderung“ (BGF Art. 9 und 10) stellen die Kraftwerksbetreiber aber vor grosse und zuweilen (noch) unlösbare technische und wirtschaftliche Probleme. Ein Wasserkraftwerk führt zwangsläufig zu einem Unterbruch im Fliesskontinuum und bleibt ein Hindernis im Gewässer. Wo wirksame Massnahmen möglich sind, resultieren meist grosse Investitions- und Betriebskosten sowie Produktionsverluste. Beides ist der Wirtschaftlichkeit nicht zuträglich. Und auch wenn die Massnahmen seit der Gesetzesänderung im Jahre 2011 (EnG Art. 15bis) über Netzentgelte finanziert werden sollen ist zu beachten, dass 1) dies keine Fehlinvestitionen rechtfertigt, 2) die Finanzierung nur bis zum vielerorts nahenden Konzessionsende gilt, und 3) gemäss anlaufender Praxis und entgegen dem Gesetzestext (!) nicht die „vollständigen Kosten“ übernommen werden sollen, was inakzeptabel ist. Aber auch unbesehen der Finanzierungsfragen gilt es technisch ausgereifte und verhältnismässige Lösungen zu entwickeln und umzusetzen, welche einerseits die negativen Auswirkungen auf den aquatischen Lebensraum reduzieren und andererseits die Konkurrenzfähigkeit der wichtigsten erneuerbaren Stromquelle nicht schmälern. Nur solche Lösungen werden die notwendige breite Akzeptanz der Akteure finden.

Weitgehend funktionierende Aufstiege

Die Kraftwerksbetreiber nehmen ihre Verantwortung in diesem Spannungsfeld wahr und engagieren sich bei der Lösungssuche und -umsetzung. So ist die Aufwärtswanderung über technische Anlagen oder Umgehungsgewässer an vielen Kraftwerken und teilweise bereits seit Jahrzehnten mehrheitlich gut gelöst. Optimierungsbedarf besteht natürlich bei der Gestaltung einzelner Anlagen, aber auch generell bezüglich der Dotierung; die nachweislich stark reduzierte Wanderung in den Wintermonaten würde vielerorts eine saisonale Dotierung und damit die Reduktion von Verlusten rechtfertigen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen auch, dass kraftwerkspezifische Lösungen besser sind als die Anwendung starrer Dimensionierungskriterien; Fischzählungen sind der einzig relevante Gradmesser der Wirksamkeit und sind entsprechend zu forcieren. Überhaupt ist dem Nachweis der ökologischen Wirksamkeit angesichts der riesigen Investitionen grössere Beachtung zu schenken und sind entsprechende systematische Beobachtungsprogramme aufzubauen.

Komplexe Abwärtswanderung

Die Gewährleistung einer schonenden Abwärtswanderung stellt eine ungleich schwierigere Herausforderung dar. Fische orientieren sich naturgemäss an der Hauptströmung im Gewässer, und diese führt in der Regel zum Maschinenhaus und durch die Turbinen. Nun sind sowohl die Turbinen- wie auch die Wehrpassagen bei Überfall je nach Maschinentyp und Druckverhältnissen durchaus funktio-



nierende Wege. Belastbare und breit akzeptierte Aussagen zu kraftwerkspezifischen Verletzungs- und Mortalitätsraten fehlen aber weitgehend und sind noch zu erarbeiten. Ebenso fehlt gesichertes Wissen zum gross- und kleinräumigen Wanderverhalten der in der Schweiz vorkommenden rund 80 verschiedenen Fischarten mit ihren unterschiedlichen Präferenzen. Hier besteht grosser Bedarf für Grundlagenforschung, damit die richtigen Schwerpunkte gesetzt und die richtigen Massnahmen umgesetzt werden. Klar ist, dass Lösungen mit Feinrechen und Bypässen wie sie bei kleineren Anlagen eingesetzt werden, bei den grossen direkt angeströmten Flusskraftwerken mit Ausbauwassermengen von 150 m³/s und mehr aufgrund viel grösserer Fließgeschwindigkeiten, anderer Strömungsverhältnisse und deutlich grösserem Schwemmholzanfall nicht realisierbar sind. Und auch wenn neuere Forschungsprojekte, wie beispielsweise das von den Kraftwerken bereits vor Jahren initiierte Projekt zum Fischabstieg an grossen Kraftwerksanlagen (vgl. dazu den Beitrag von VAW-ETHZ und Eawag), interessante Resultate zu Leiteinrichtungen im Labor hervorbringen: die Arbeiten zeigen vor allem, dass wir noch sehr wenig wissen. Und dass wir bei grossen Anlagen noch meilenweit von einem technischen Standard entfernt sind.

Anforderungen an die Massnahmen

Es braucht also noch viel gemeinsame Denk- und Entwicklungsarbeit. Aus Sicht der Wasserkraft sind dabei für die grossen, direkt angeströmten Anlagen folgende Anforderungen an die Massnahmen zu beachten: 1) Nachgewiesene ökologische Wirksamkeit; 2) Keine Schmälerung der Verfügbarkeit und Einsatzsicherheit der Kraftwerke auch bei schwierigen betrieblichen Voraussetzungen (Schwemmholz, Hochwasser); 3) Möglichst geringe Energieverluste (Fallhöhenverluste, Störung des Strömungsfeldes); 4) Verhältnismässige Investitionskosten und möglichst geringe Betriebskosten sowie Sicherstellung der gesetzlich vorgesehenen Finanzierung der „vollständigen“ Kosten; und 5) Hohe Planungssicherheit mit ausgereiftem Stand der Technik. Die Umweltanforderungen rundum die Wasserkraft sind in den letzten Jahrzehnten rasant angewachsen – nachgelagert zum ebenfalls rasant gestiegenen gesellschaftlichen Wohlstand und damit einhergehendem Bewusstsein für ökologische Anliegen. Die ökologischen Verbesserungen sind im Sinne einer nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung zu unterstützen; sie dürfen aber nicht dazu führen, dass die Wasserkraft ihre Konkurrenzfähigkeit verliert und die Abhängigkeiten von endlichen fossilen Energieträgern weiter steigt.

Fazit

Aufgrund der grossen Bedeutung der Wasserkraft für die Versorgungssicherheit, ihrer wichtigen Rolle beim Hochwasserschutz und der riesigen Investitionen ist von Experimenten rund um die Fischwanderung dringend abzuraten. Auch von zuweilen geäusserten unsinnigen Forderungen – wie beispielsweise der Wiederherstellung einer autochthon einmal vorhanden gewesenen Fischfauna – ist Abstand zu nehmen und stattdessen auf die wirklich wichtigen Massnahmen zum Erhalt der bestehenden Populationen zu setzen. Dazu sind machbare, technisch ausgereifte und verhältnismässige Lösungen zu entwickeln und umzusetzen, bei denen der Nachweis der ökologischen Wirksamkeit erbracht werden kann. Dabei ist immer auch der Blick aufs Ganze zu wahren; die vielen gesamtgesellschaftlichen Vorteile der Wasserkraft sind bei den Abwägungen mit in die Waagschale zu werfen. Der in den letzten Jahren entstandene und über weite Strecken sehr konstruktive Dialog zwischen den verschiedenen Akteuren ist erfreulich und stimmt zuversichtlich, dass bei intakter Kompromissfähigkeit Massnahmen gefunden werden, die der Wasserkraft als bereits ökologische Bestleisterin in der Stromproduktion nicht schaden, sondern nützen.

Kontakt:

Schweiz. Wasserwirtschaftsverband SWV
Rütistrasse 3a, 5401 Baden
T: 056 222 50 69
roger.pfamatter@swv.ch
www.swv.ch

Christof Bauerfeind,
Ingenieurbüro Flocksmühle (D)

Leitrechen und Bypass-Systeme im Überblick

FISCHABSTIEG AN KLEINEN/ MITTLEREN KRAFTWERKEN, LEITRECHEN UND BYPASS-SYSTEME IM ÜBERBLICK

Dipl.-Ing. Christof Bauerfeind, Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH,
Bachstraße 62-64, 52066 Aachen

1 LEITRECHEN, BYPASS-SYSTEME, EMPFEHLUNGEN UND BEISPIELE

Die Problematik der flussabwärts gerichteten Wanderung an Wasserkraftanlagen ist häufig schwieriger zu lösen als die der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit.

Der Stand der Technik kann wie folgt beschrieben werden:

- Fischschutzanlagen müssen – anders als Fischaufstiegsanlagen – immer auf bestimmte Zielarten ausgelegt werden. An jedem Standort bzw. Gewässer ist daher im ersten Schritt zu ermitteln, welche Arten mit welcher Effektivität geschützt werden müssen, um das Überleben der jeweiligen Population zu gewährleisten (vgl. Anforderungen des WHG). Dabei sind alle Randbedingungen (die ggf. ebenfalls ökologisch zu verbessern sind) sowie die kumulierte Gesamtwirkung aller Wasserkraftanlagen auf die Populationen zu ermitteln. Daraus können die erforderlichen Schutz- bzw. Überlebensraten der Fische und ihrer Entwicklungsstadien sowie die notwendigen Schutzmaßnahmen festgelegt werden.
- Verhaltensbarrieren durch Nutzung von Licht, Strom, Schall und Leiteinrichtungen haben sich als nicht ausreichend funktionsfähig erwiesen.
- Ein wirksamer Schutz der Fische kann nur durch mechanische Barrieren in Form von Rechen mit geringen lichten Stababständen erreicht werden. In Deutschland stehen dabei vor allem die diadromen Arten im Vordergrund. Dabei sind fachlich folgende Bemessungswerte anzusetzen [1,2]:
 - Anströmgeschwindigkeit im Kanal vor dem Rechen: max. 0,5 m/s
 - Lichte Rechenstabweite zum Schutz von Lachssmolts: max. 10 mm
 - Lichte Rechenstabweite zum Schutz von Blankaalen: max. 15 mm.
- Für die nur im Binnenland lebenden „potamodromen“ Fische können bei Bedarf die lichten Rechenabstände in Abhängig von der Körpergröße der zu schützenden Fische festgelegt werden. Im Bundesland Hessen gilt mittlerweile die generelle Forderung nach einer Rechenstabweite von max. 15 mm.
- Bei 10 mm-Rechen mit vertikalen Rechenstäben (die jedoch in der Regel flach zur Sohle geneigt werden) können heute Recheneinheiten (mit einer Rechenreinigungsmaschine) bis ca. 30 m³/s gebaut werden.
- Die Verluste am Rechen können durch eine ausreichend große Fläche und effiziente Rechenreinigungsmaschinen sowie durch geeignete Rechenprofile auf ein Minimum begrenzt werden. Dazu liegen mittlerweile Erfahrungen vor.

- Bei 10 mm-Rechen mit horizontalen Rechenstäben liegt die aktuelle Begrenzung bei ca. 50 m³/s pro Einheit.
- Es müssen in jeden Fall geeignete Bypasseinrichtungen für die Zielarten vorgesehen werden. Häufig können diese mit einer Weiterleitung des Geschwemmsels kombiniert werden.
- Bei tiefen Temperaturen können feine Rechen in der Nähe der Wasseroberfläche leichter vereisen. Daher müssen die klimatischen Bedingungen bei der Gestaltung derartiger Rechen in jedem Fall berücksichtigt werden.
- Abhängig von der Größe der Wasserkraftanlage und den örtlichen Bedingungen können insbesondere bei der Nachrüstung bestehender Anlagen erhebliche ökonomische Belastungen auftreten. Daher ist eine sorgfältige Planung die Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz der beschriebenen Techniken.
- An großen Wasserkraftanlagen ($Q_a > 100 \text{ m}^3/\text{s}$) werden beim heutigen Stand der Technik 10 / 15 mm-Rechen nicht eingesetzt werden können.

Hier bietet sich die Nutzung folgender Lösungen an:

- Fischfreundliches Betriebsmanagement, ggf. gesteuert durch Frühwarnsysteme wie den MIGROMAT
 - Installation von Bypasseinrichtungen
 - Modifizierung der Turbinen (z.B. bei Austausch von Laufrädern)
- Prinzipielle Anordnung von Leitrechen und Bypass-Systemen:

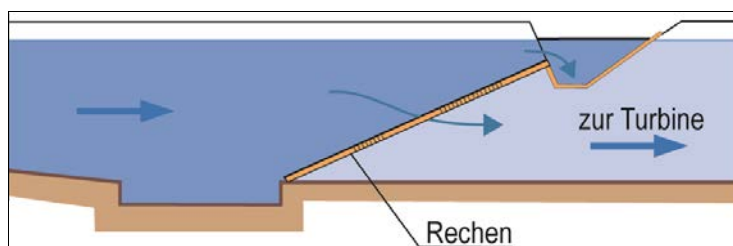


Bild 1 Überströmter Rechen mit vertikalen Stäben mit querlaufender Rinne, die als Bypass für oberflächennah abwandernde Fische genutzt werden kann.

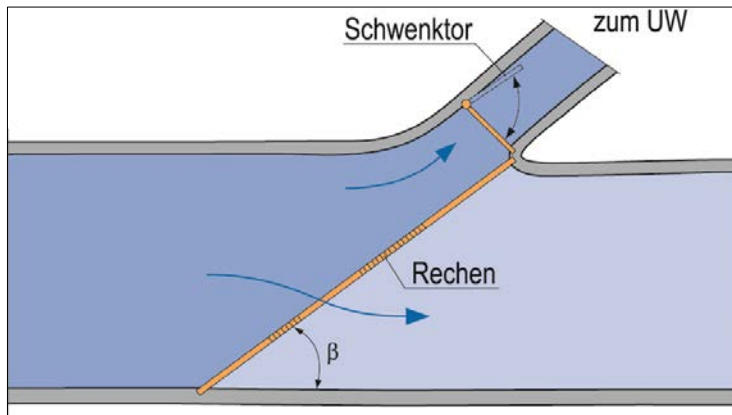


Bild 2 Schräg in einem Gerinne angeordneter Horizontalrechen mit seitlicher Abspülung des Rechengutes und der absteigenden Fische.

- Beispiele ausgeführter Anlagen:



Bild 3 Wasserkraftanlage in Roermond (NL), ausgerüstet mit einem vertikalen Fischschutz-Rechen mit einem Stababstand von 10 mm, links im Bau, rechts in Betrieb-



Bild 4 Horizontalrechen mit lichtem Rechenabstand von 12 mm an einer Wasserkraftanlage mit einem Ausbaudurchfluss von 16 m³/s



Bild 5 Pilotprojekt NRW Unkelmühle / Sieg; Luftansicht, 3D-Modell, $Q_a = 27 \text{ m}^3/\text{s}$



Bild 6: Pilotanlage Unkelmühle / Sieg: 10 mm-Rechen mit vertikalen Rechenstäben, ca. 30° gegen die Sohle geneigt mit oben liegender Spülrinne, als Bypass für die oberflächennahe Abwanderung.



Bild 7 Pilotanlage Unkelmühle / Sieg: Neue Doppelschütze vor der Rechenanlage.

2 FISCHSCHONENDER BETRIEB

- Konstruktiv sorgfältige, glatte Gestaltung aller Anlagenteile, die mit Fischen in Kontakt kommen können
- Ausreichendes, den Fischkörper umgebendes Wasserpolster
- Auf Fischverhalten abstimmbare, leicht einstellbare Steuerung von Reiniger und Bypass
- Vermeidung abrupter Änderungen bei Fließvorgängen
- Ggfs. Vorabscheidung von grobem Geschwemmsel

3 ZUSAMMENFASSUNG

Für die Realisierung eines wirksamen Fischschutzes stehen mittlerweile erprobte Techniken zur Verfügung. Aktuell können Vertikalrechen mit einem lichten Stababstand von 10 mm bis ca. 30 m³/s pro Einheit installiert werden. Entsprechende Horizontalrechen sind bis zu ca. 50 m³/s pro Einheit verfügbar.

Die Entscheidung, welche Schutzmaßnahme erforderlich ist, hängt ab von den Zielarten und dem Einfluss der Wasserkraftanlage auf die Populationen in einem Gewässer.

Diese Zusammenhänge wurden u.a. in einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamts untersucht [2]. Darin wurde eine Vorgehensweise erarbeitet, mit der selbsterhaltende Fischpopulationen in Gewässergebieten mit Wasserkraftanlagen etabliert werden können. Für kleine und mittlere Wasserkraftanlagen muss in der Regel ein mechanischer Fischschutz vorgesehen werden. Bei einer geringen Zahl großer Wasserkraftanlagen, die passiert werden müssen, kann es ausreichend sein, die lokale Überlebensrate mit Managementmaßnahmen, gut auffindbaren Bypässen und Modifikationen der Turbinen zu verbessern.

4 LITERATUR

[1] DUMONT, U., P. ANDERER, U. SCHWEVERS (2005): „Handbuch Querbauwerke“, Hrsg. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 213 Seiten.

[2] KEUNEKE, R., DUMONT, U. (2011): „Erarbeitung und Praxiserprobung eines Maßnahmenplans zur ökologisch verträglichen Wasserkraftnutzung“. – UBA-Texte 72/2011. www.umweltbundesamt.de

Marc de Rooy,

ICPR, expert group fish (NL)

*Downstream fish migration –
state of play in the River Rhine*

Downstream fish migration – state of play in the River Rhine

Marc de Rooy, on behalf of the ICPR, expert group FISH



Salmon as symbol for a healthy Rhine

The Atlantic Salmon used to be a widely spread species in the Rhine system. Historical figures on the supply to fish auctions count up to almost 250.000 in 1885. After that peak, the amounts diminished, until the complete extinction of the Salmon in the Rhine system in 1958.

In 1986, the Sandoz disaster practically wiped out the life in the main stream of the Rhine, when a storage of chemical pesticides burned down. Already one year later, the ministers of the Rhine bordering countries brought the Rhine Action Plan into life. The ministers took the Salmon as symbol of a healthy Rhine, which was a rather brave thing to do given the fact that it was an extinct species at that time.



In the years that followed, the water quality improved significantly. Nowadays we work with the 'Master Plan Migratory Fish Rhine', that aims at the restoration of a healthy aquatic ecosystem, which allows the existence of a population of Atlantic Salmon. This objective is to be achieved by restoring river continuity – not only for Salmon but for all species – by restoring habitats, and reintroducing young Salmons.

Between 2000 and 2013, almost 500 barrage weirs were made passable for fish, 250 hectares of habitats were made accessible, and millions of young Salmons (and other species) had been stocked. All over the Rhine system the benefits of these actions are to be seen, by growing numbers of fish that had not been seen since long. There are even places where the stocking of Salmon can be reduced because of natural reproduction.

Since 2007, the trend of growing numbers of returning Salmons seems to develop in the reversed direction (although the most recent numbers of 2014 seem to be more encouraging). There are several possible reasons for this development: natural predators that get used to the growing amounts of Smolts, differences in monitoring (in the Netherlands fishing with fykes is forbidden since 2011), works in the river system (e.g. land reclamation for the Rotterdam Harbour, temporal closure of the fish pass in Iffezheim), and also the effect of hydropower installations is mentioned.

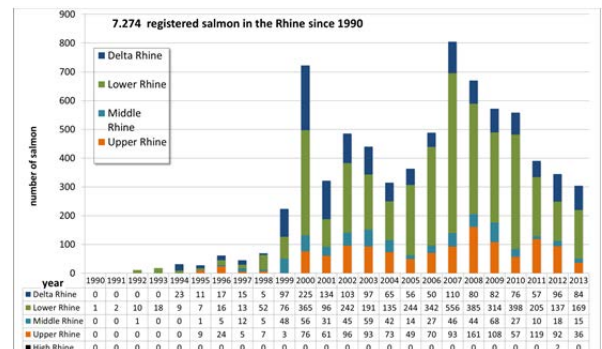
With the growing numbers of fish migration along the river, it became clear that not only the upstream, but also the downstream migration must be secured. The effects of hydropower installations that are becoming more and more visible. Partly this is because there are more fish that can be damaged, partly because the policies on renewable energy increased the number of hydropower installations. In 2013, the Rhine Ministers stated that for juvenile Salmon or adult Eel, the downstream migration in the turbine areas is critical because of the great danger of injuries, particularly in cases of successive hydropower plants. The Ministers asked the ICPR to intensively work on the joint determination of innovative techniques of downstream migration at transverse structures.

Recent research in the Rhine basin

In the Rhine system, the Kaplan turbine seems to be the dominant type used, especially along the main stream of the river. Other types are the Francis and the Banki-Mitchell turbine. In smaller newly built stations, the Archimedes screw sometimes is used. In the recent past, research has been done Rhine to guidance systems for downstream migration, to alternative turbines, and to success rates of downstream migration.

ICPR

For the benefit of the Rhine and of all waters running into the Rhine, the members of the International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR) – Switzerland, France, Germany, Luxemburg, the Netherlands and the European Commission successfully cooperate with Austria, Liechtenstein and the Belgian region of Wallonia as well as Italy. Nine states and regions in the Rhine watershed closely co-operate in order to harmonize the many interests of use and protection in the Rhine area.



Guidance systems

The hydropower plant in Kostheim ($\pm 3.5\text{m}$ head, $2 \times 80\text{m}^3/\text{s}$ horizontal Kaplan), located close to the mouth of the Main river into the Rhine, was newly built between 2007 and 2009, with a bypass system for upstream and downstream fish migration. The downstream facility consists of a



vertical grid with a distance between the bars of 20 mm and a special pass for eel. At design, the estimated mortality percentage was 10% or less during downstream passage. However, in 2011 tests showed a mortality percentage of 50%, depending on the species. Smolts passed the installation tail first and were stripped of their scales before being struck by the turbines. Several other fish ended in grid cleaner.



Other research proved grids with bar distances of 10-12 mm more successful, like the installations of Auer Kotten (Wupper river, 3m head, $14\text{m}^3/\text{s}$, Kaplan) and Unkelmühle (Sieg river, $\pm 3\text{m}$ head, $28\text{m}^3/\text{s}$, 3x Francis). However, these are smaller installations.

Alternative turbines

The most widely used designs date back to the 19th century (Francis and Banki-Mitchell) and the beginning of the 20th century (Kaplan), times when fish migration was not an issue. When passing the hydropower installation, fish can be harmed by obstacles in their path (turbine blades or guiding vanes), by the differences in pressure, and by high flow rates and turbulences. Apart from this 'direct' damage, also 'indirect' effects can occur, for instance a higher predation rate after passing a hydropower installation. The 'fish friendly' turbines like the 'Very Low Head' turbine and the 'Archimedes screw' try to avoid high



flow velocities, big pressure differences and obstacles in the way. It seems that this brings restrictions to the head and flow rate of the turbines, since they operate with a maximum head of about 3m, and a maximum flow rate of about $30\text{m}^3/\text{s}$. Several reports exist in which no effects were found with this kind of turbines, but a study to an Archimedes screw in Krechting (Bocholter Aa river) still found a mortality of 5% (especially fish smaller than 10cm seemed very vulnerable).

Success rates of downstream migration

The effect of hydropower on fish migration does not only depend on individual installations, but also on the amount and type of installations in a certain river stretch. A study on the Moselle (2009) regarding Eel, showed that fish that have to pass all hydropower installations only have 3% chance of reaching the mouth of the Moselle unharmed. A recent study on the Ill (2014) on Eel and Salmon (Smolts) took into account the spread of the populations in the river basin, their periods of downstream migration and the hydrological data during those periods, as well as the data on the hydropower installations in the river basin. It concluded a reduction of the production of the Salmon with 26% and of the Eel of 29% because of hydropower.

A combined German-Dutch study to the success rate of downstream migration of Smolts from the Sieg river using telemetry, showed that only 18% successfully reached the North Sea. It must be kept in mind that in this stretch of the river, there are very few hydropower installations, in side branches of the river.

Conclusion

After the successful improvement of water quality and river continuity in the River Rhine, the Salmon could be reintroduced. With the growing numbers of fish migration along the river, it became clear that not only the upstream, but also the downstream migration must be secured. Hydropower installations form a serious threat, not only for migrating Smolts, but also for Eel.

In the recent past several developments have focused on smaller hydropower installations ($\leq 50\text{m}^3/\text{s}$). The actual effectiveness of measures must be checked on site. For bigger installations, new developments are urgently needed.

Dominique Courret,

Pôle Ecohydraulique ONEMA - IMFT - IRSTEA IMFT (F)

*Solutions pour la dévalaison des Poissons au niveau
des centrales hydroélectriques en France*

SOLUTIONS POUR LA DÉVALAISON DES POISSONS AU NIVEAU DES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES EN FRANCE

RESUME

D. COURRET

10 OCTOBRE 2014

En France, la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006 a amené à établir sur l'ensemble du territoire "une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant" (Art. L. 214-17 du Code de l'Environnement). Ces listes ont été produites entre Juillet 2012 et Octobre 2013 selon les bassins. Les obligations s'appliquent aux ouvrages existants à l'issue d'un délai de cinq ans après leur publication, soit en 2017-2018. De manière approximative, on estime qu'il y aurait plus de 15 000 ouvrages présents sur les cours d'eau listés, dont 8 000 nécessiteraient d'être équipés de dispositifs de franchissement piscicole à la montaison et dont environ 1 000 centrales hydroélectriques nécessiteraient également des dispositifs de dévalaison. La problématique de dévalaison se pose également au niveau des prises d'eau de refroidissement des centrales thermiques classiques et nucléaires, ainsi qu'au niveau des prises d'eau pour l'irrigation ou l'adduction d'eau potable.

Concernant la dévalaison, les espèces prises en compte sont principalement 1) le saumon atlantique et la truite de mer, au stade smolt et selon les populations au stade adulte, du fait d'une dévalaison depuis les parties amont des cours d'eau les amenant souvent à franchir de nombreux aménagements hydroélectriques, et 2) l'anguille, au stage argenté, étant donné qu'elle subit des mortalités importantes au passage par les turbines du fait de leur grande taille. La problématique se pose avec moins d'acuité pour les autres espèces amphihalines comme les aloses (nombre d'aménagements hydroélectriques à franchir généralement faible) ou les lamproies (mortalités au passage par les turbines a priori faible). Toutefois, les cours d'eau colonisés par ces espèces le sont également par l'anguille ; elles devraient donc pouvoir bénéficier des solutions mises en place. La dévalaison des espèces holobiotiques est à ce jour peu ou pas prise en compte, hormis pour la truite et en particulier au niveau des prises d'eau en montagne présentant des taux de mortalité élevés.

Quatre types de solutions pour la dévalaison ont été examinés : 1) les arrêts ciblés de turbinage en période de dévalaison, 2) les barrières comportementales, 3) les turbines ichtyocompatibles, et 4) les prises d'eau ichtyocompatibles.

Les arrêts ciblés de turbinage en période de dévalaison constitue une solution envisagée notamment pour l'anguille. Toute la difficulté réside dans le ciblage des événements de dévalaison pour ne pas générer de pertes de production rédhibitoires. Les recherches pour cibler les événements de dévalaison, soit à l'aide de bacs d'activité tels que le Migromat®, soit via des modèles à partir des paramètres du milieu (débit, turbidité, température, météorologie, ...), se sont révélées décevantes ou n'ont pas encore abouties à des résultats opérationnels jusqu'à présent. Une difficulté supplémentaire est que la période de dévalaison des anguilles semble bien plus étendue que prévu.

Les tests in situ des barrières comportementales sensorielles (stimuli visuel, électrique ou auditif) se sont tous révélés décevants avec des efficacités faibles, spécifiques et très sensibles aux conditions de milieu (turbidité, bruit ambiant, ... et surtout conditions hydrauliques). Une barrière à infrasons a notamment été testée pour l'anguille en 2008 et 2009, mais n'a pas montré d'effet répulsif significatif.

A ce jour, seuls 2 types de turbines sont considérés ichtyocompatibles : les turbines VLH (chutes entre 1,4 et 2,8 m et débits de ≈ 10 à $30 \text{ m}^3/\text{s}$) et les vis hydrodynamiques (chute entre 1 et 10 m et débit de $\approx 0,1$ à $10 \text{ m}^3/\text{s}$), avec toutefois encore des questionnements pour les adultes de saumon et de truite de mer.

Les prises d'eau ichtyocompatibles, constituées de grilles à faible espacement associées à un ou plusieurs exutoires, donnent de bonnes garanties d'efficacité dans la mesure où les principes de conception et les critères suivant sont respectés. Les prises d'eau ichtyocompatibles doivent permettre 1) d'arrêter les poissons et les empêcher de passer par les turbines, 2) de les guider vers l'exutoire et 3) de les acheminer à l'aval de l'aménagement sans dommages. Deux configurations sont envisageables : 1) un plan de grille quasi-vertical et orienté en plan par rapport à la direction de l'écoulement, l'exutoire est alors positionné à l'extrémité aval du plan de grille, et 2) un plan de grille très incliné en coupe par rapport à l'horizontale et disposé perpendiculairement à l'écoulement, un ou plusieurs exutoires selon la largeur de la prise d'eau sont alors positionnés au sommet du plan de grille. Les critères de dimensionnement des prises d'eau vis-à-vis de la dévalaison des poissons portent 1) sur l'espacement libre maximal entre les barreaux pour arrêter les poissons, 25 mm pour les smolts (barrière comportementale), et 15–20 mm pour les anguilles (nécessité d'installer une barrière physique), 2) sur la vitesse normale au plan de grille pour ne pas risquer le placage des poissons sur la grille ou leur passage prématuré au travers, 50 cm/s maximum pour les smolts et les anguilles en tenant compte des hétérogénéités des écoulements, 3) sur l'inclinaison du plan de grille par rapport à l'horizontale avec un angle $\leq 26^\circ$ ou l'orientation par rapport à la direction de l'écoulement avec un angle $\leq 45^\circ$, pour assurer le guidage des poissons, et 4) sur la conception des exutoires. Des critères sur le nombre, la taille et la vitesse en entrée des exutoires sont bien définis pour les plans de grille inclinés, ce qui permet de calculer le débit d'alimentation nécessaire à partir des caractéristiques de la prise d'eau : de 5.5% du débit maximum turbiné pour les petites prises d'eau, jusqu'à 2-3% pour les prises d'eau de plus de $20\text{-}30 \text{ m}^3/\text{s}$. Les critères de conception des exutoires pour les plans de grille orientés restent encore en partie à définir.

Au final, pour les prises d'eau jusqu'à environ $100 \text{ m}^3/\text{s}$, les solutions acceptées en France à ce jour sont les turbines ichtyocompatibles et les prises d'eau ichtyocompatibles qui constituent la solution la plus mise en œuvre. Les plans de grille inclinés sont privilégiés par rapport aux plans de grille orientés, car ils présentent moins de contraintes sur les pertes de charges et la courantologie. La mise en œuvre des plans de grille inclinés est toutefois difficile au niveau des prises d'eau profondes ou à fortes variations de niveau d'eau. Au niveau des prises d'eau existantes, des compromis sont parfois à trouver sur l'implantation du plan de grille et la conception des exutoires du fait de difficultés techniques (par contre, pas de dérogation sur l'espacement libre entre barreaux et la vitesse normale). De manière approximative, plus de 50 prises d'eau ichtyocompatibles sont déjà en place, et de nombreux autres projets sont en cours.

Pour les prises d'eau plus importantes, les réflexions sont plus récentes et toujours en cours (évaluation des taux de mortalité, faisabilité de prises d'eau ichtyocompatibles, masque de surface pour les smolts, arrêt de turbinage pour l'anguille, ...).

Pour la truite, les critères de conception des prises d'eau ichtyocompatibles (espacement libre entre barreau, vitesse normale) doivent être adaptés au stade que l'on cherche à protéger. Dans le cas des prises d'eau par en-dessous classiques ou de type Coanda, de bonnes conditions de dévalaison peuvent être obtenues sous certaines conditions (espacement libre entre barreau, inclinaison vers l'aval de la grille, conditions de réception).

Steve Amaral,

Alden Research Laboratory (USA)

*Turbines and fish:
the status of fish-friendly hydropower turbines*

Fish Migration in Water Resources – Challenges And Solutions

TURBINES AND FISH: THE STATUS OF FISH-FRIENDLY HYDROPOWER TURBINES

Stephen V. Amaral
Alden Research Laboratory, Inc.

Over the past 20 years, extensive research has been conducted to develop a better understanding of injury mechanisms that lead to mortality of fish passing through hydro turbines. The information and data from this research has been used to develop fish-friendlier turbine designs. Additionally, advancements in sampling techniques, theoretical strike probability and mortality models, and numerical modeling techniques have contributed to a greater ability to effectively assess turbine survival, and the relative importance of the various injuries mechanisms, for a wide range of turbine designs. Injury mechanisms include strike and grinding, cavitation, rapid and large decreases in pressure, and shear and turbulence. For many turbines (particularly at low head projects), strike damage is often the primary cause of fish mortality. However, there may also be considerable potential for barotrauma to occur at some projects depending on turbine design and operation and the ability of affected species to adjust their swim bladder volume in response to rapidly decreasing pressures. Laboratory studies examining strike injuries and barotrauma have led to recommendations for improving fish survival through turbines by implementing design modifications that meet specified criteria for reducing the potential for injury. Evaluations of full-scale installations of Voith Hydro's fish-friendly Minimum Gap Runner (MGR) design have demonstrated high survival rates and increases in generating efficiency. Despite promising results from a pilot-scale biological evaluation and subsequent design enhancements to improve generating capabilities, a full-scale demonstration of the fish-friendly Alden turbine has yet to be conducted. Several low head turbines designs that are considered to be fish-friendly have also been developed, and some of these have been evaluated for biological performance in pilot or full-scale applications. Continued research on the biological and engineering aspects of fish-friendly turbine designs should result in future advancements of these technologies and provide several viable options for a wide range of hydropower projects.

Robert Boes

VAW-ETHZ (CH)

Armin Peter,

Eawag (CH)

*Fischabstieg an grossen Kraftwerksanlagen – Resultate
Forschungsprojekt VAR*

Fischabstieg an grossen Kraftwerksanlagen – Resultate Forschungsprojekt VAR

Robert Boes und Armin Peter

Kurzfassung Teil Boes

Flusskraftwerke können die flussabwärts gerichtete Wanderung von Fischen beeinflussen. Beim aktuellen Ausbaustandard der meisten Anlagen wählt die Mehrzahl der migrierenden Fische in Ermangelung geeigneter, alternativer Abwanderungskorridore die Turbinenpassage, welche Schädigungen zur Folge haben kann. Deshalb besitzt die Implementierung von Fischschutzsystemen, die potentiell gefährliche Gewässerbereiche für Fische unattraktiv machen oder absperren, eine hohe Priorität bei der ökologischen Aufwertung von Flusskraftwerken.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit der Eawag (Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs) wurden bauliche Massnahmen zum Fischschutz an physikalischen Modellen geprüft und so weiterentwickelt, dass sie aus heutiger Sicht in fischökologischer und betrieblicher Hinsicht erfolgversprechend eingesetzt werden können. Der Fokus der Untersuchung lag auf mechanischen Verhaltensbarrieren wie *Louvers* und *Bar Racks*. Diese rechenartigen Anlagenteile sind zwar aufgrund der relativ grossen lichten Weite von einigen Zentimetern zwischen den Rechenstäben für die meisten Fische physisch passierbar, sie bewirken jedoch infolge der turbulenten Strömung im Nahfeld Meid- und Leitreaktionen. Die Fische sollen dadurch am Rechen entlang bis zu einem Bypass und auf kurzem Weg ins Unterwasser geleitet werden.

Die Versuchsreihen an einem ethohydraulischen Modell mit Lebendfischen verschiedener Arten ergaben überwiegend gute Leitwirkungen. Hinsichtlich der Rechenverluste sind *Bar Racks* gegenüber *Louvers* im Vorteil. Die dadurch verursachten Energieverluste liegen im Bereich typischer Werte an Einlaufrechen von grossen Wasserkraftwerken an Schweizer Mittellandflüssen. *Bar Rack*-Systeme beeinflussen zudem die Turbinenanströmung in deutlich geringerem Ausmass als *Louver*. Beide Leitsysteme werden jedoch bei Schwemmholtzaufkommen und gleichzeitigem Turbinenbetrieb verlegt und erfordern daher ein entsprechendes Schwemmholtzmanagement, z.B. durch eine angepasste Wehrsteuerung. Die an physikalischen und ethohydraulischen Modellen im Labor gewonnenen Ergebnisse müssen bzgl. Übertragbarkeit auf bestehende grosse Wasserkraftwerke durch Versuche an

noch zu errichtenden Pilot-Leitrechen im Prototypmassstab bestätigt werden. Erst dann kann ihre Tauglichkeit hinsichtlich des Fischschutzes an grossen Kraftwerken abschliessend beantwortet werden.

Kurzfassung Teil Peter

Die ethohydraulischen Modellversuche wurden im Herbst 2013 sowie im Sommer 2014 durchgeführt. Stellvertretend für die zirka 40 Fischarten, welche in Aare und Rhein vorkommen, verwendeten wir drei rheophile grössere Fischarten (Äsche, Bachforelle, Barbe), eine Kleinfischart (Schneider) sowie mit dem Aal eine eurytope (strömungs-indifferente) Art. Sämtliche Fische wurden aus natürlichen Gewässern gefangen und für kurze Zeit in den Hälterungsbecken im Labor an die Wassertemperaturen adaptiert. Die Fische wurden in Fliesskanal zuerst in ein geschlossenes Startabteil eingesetzt. Nach 10-15 Minuten wurde das Gitter entfernt und die Fische konnten frei nach unten abwandern. Ziel war es, verschiedene Konfigurationen des Leitrechens mit unterschiedlichen Fliessgeschwindigkeiten zu testen und Fische sicher in den Bypass zu lenken. Ein Durchschwimmen des Leitrechens (Louver oder Bar Rack) würde in der Realität ein Einsteigen in den Turbinenweg bedeuten.

Generell wiesen die verschiedenen Konfigurationen mit Bar Racks eine deutlich höhere Leitwirkung für Fische auf als diejenigen mit den Louvers. Beim lichten Abstand der Rechenstäbe schnitt der Abstand von 5 cm klar besser ab als der 11 cm Abstand. Besonders die Konfigurationen von 15° oder 30° Ausrichtung des Leitrechens, mit Bar Racks und 50 cm lichtigem Abstand, bei Fliessgeschwindigkeiten von 60 cm/s, lenkten die Fische grösstenteils in den sicheren Bypass. Eine deutliche Verbesserung der Leitwirkung konnte mit dem Einsatz eines Bodenbleches erzielt werden. Der Aal, die Bachforelle, die Barbe, aber ganz speziell die Äsche reagierte auf den Einsatz des Bodenbleches in sehr positiver Weise und die Fische konnten mit einer Erfolgsquote von 90-100 % in den Bypass gelenkt werden. Das Verhalten der Fische wurde mit 3-4 Videokameras und durch Direktbeobachtungen ausführlich dokumentiert. Abwandernde Fische nähern sich einem Hindernis in der Regel „tail first“- schwanzvoran, den Kopf gegen die Strömung gerichtet.

Die Experimente im Sommer waren erfolgreicher als im Winter: die Fische zeigten sich deutlich abwanderungswilliger, ganz speziell die Äschen. Die durchgeführten Versuche waren für die Fische sehr schonend. Es kam zu keinen Verletzungen und die Fische konnten nach wenigen Tagen wieder gesund in ihre Gewässer zurückgebracht werden.

Mit den durchgeführten Experimenten gelang es, vielversprechende Konfigurationen für grosse Kraftwerksanlagen mit hoher Leiteffizienz für die Fische zu identifizieren. Einige Konfigurationen mit Bodenblech leiteten gar 100 % der Fische in den Bypass. Wie weit diese Laboruntersuchungen auf die reale Situation übertragbar sind und Fische von den Turbinen fernhalten, gilt es an einer Pilotanlage zu untersuchen.

Ateliers: Themendiskussion in Gruppen,

Damien Sidler, Corealis

Le dispositif de dévalaison de Chancy-Pougny (f)

Reinhard Hassinger, Universität Kassel

Fische abholen - Rechenreinigung mit Fischheberinne (d)

Daniel Bernet, Kanton Bern

*Sanierung Fischgängigkeit –
Integrale Planung im Kanton Bern (d)*

Ted Castro-Santos, Anadromous Fish Research Center

Passage performance of fishways (e)

Fazit:

Ricardo Mendez, Aypo

Stefan Schmutz, BOKU Wien

Roland Seiler, Schweizerischer Fischerei-Verband

Bruno Polli, Kanton Tessin



LISTE DER TEILNEHMENDEN

170 Teilnehmende (Stand: 20. Oktober 2014)

REFERENTEN UND MODERATION

Stephen V. Amaral, Alden Research Laboratory, Inc., 30 Shrewsbury St., Holden, USA
amaral@aldenlab.com

Ruedi Bösiger, WWF Schweiz, Hohlstrasse 110, Zürich
ruedi.boesiger@wwf.ch

Christof Bauerfeind, Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Bachstr.62- 64, Aachen, Deutschland
christof.bauerfeind@floecksmuehle.com

Daniel Bernet, Fischereiinspektorat, Kanton Bern, Schwand, Münsingen
daniel.bernet@vol.be.ch

Robert Boes, VAW Forschungsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich
boes@vaw.baug.ethz.ch

Ted Castro-Santos, USGS-S.O. Conte Anadromous Fish Research Center, One Migratory Way, Turners Falls, USA
tcastrosantos@usgs.gov

Dominique Courret, IMFT - Pôle Ecohydraulique ONEMA, Allée du professeur Camille Soula, Toulouse, France
dcourret@imft.fr

Hannes Germann, Ständeratspräsident, Bützistrasse 5, Opfertshofen
hannes.germann@parl.ch

Reinhard Hassinger, Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau Uni Kassel, Kassel, Deutschland
vpuw@uni-kassel.de

Stephan Heimerl, FICHTNER Water & Transportation GmbH, Sarweystr. 3, Stuttgart, Deutschland
stephan.heimerl@fwt.fichtner.de

Henrik Hufgard, Institut für angewandte Ökologie, Elbuferstrasse 206, Marschacht, Deutschland
h.hufgard@schwevers.de

Andreas Knutti, Bundesamt für Umwelt BAFU, Papiermühlestrasse 172, Ittigen
andreas.knutti@bafu.admin.ch

Marcello Leite Ribeiro, Stucky SA, Rue du Lac 33, Renens
mleiteiribeiro@stucky.ch

Ricardo Mendez, Axpo Power AG, Parkstrasse 23, Baden
Ricardo.Mendez@axpo.com

Stephan Müller, Bundesamt für Umwelt BAFU, Papiermühlestrasse 172, Ittigen
stephan.mueller@bafu.admin.ch

Sandro Peduzzi, Cantone Ticino, Ufficio dei corsi d'acqua, Viale Stefano Franscini 17, Bellinzona
sandro.peduzzi@ti.ch

Armin Peter, Eawag, Seestrasse 79, Kastanienbaum
armin.peter@eawag.ch

Roger Pfammatter, SWV, Rütistrasse 3A, Baden
r.pfammatter@swv.ch

Bruno Polli, Ufficio della caccia e della pesca, Via Franco Zorzi 13, Bellinzona
bruno.polli@ti.ch

Marc de Rooy, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Plesmanweg 1-6, Den Haag, Holland
marc.de.rooy@minienm.nl

Stefan Schmutz, BOKU Universität für Bodenkultur Wien, Max-Emanuel-Strasse 17, Wien, Österreich
stefan.schmutz@boku.ac.at

Franziska Schwarz, Bundesamt für Umwelt BAFU, Papiermühlestrasse 172, Ittigen
franziska.schwarz@bafu.admin.ch

Roland Seiler, Zentralpräsident, Schweizerischer Fischerei-Verband, Badweg 10, Moosseedorf
roland.seiler@roland-seiler.ch

Damien Sidler, COREALIS, 7, chemin du Fief-de-Chapitre, Genève
damien@corealis.ch

Simona Tamagni, Beffa Tognacca sagl, A San Rocch, Claro
stamagni@fluvial.ch

Stefan Vollenweider, Wasser-Agenda 21, Überlandstrasse 133, Dübendorf
stefan.vollenweider@wa21.ch

Christine Weber, Eawag, Seestrasse 79, Kastanienbaum
christine.weber@eawag.ch

TEILNEHMENDE

Thomas Ammann, WWF Schweiz, Hohlstrasse 110, Zürich
thomas.ammann@wwf.ch

Philipp Amrein, Fachleiter Jagd u. Fischerei, Natur, Jagd und Fischerei Kanton Luzern, Centralstrasse 33, Sursee
philipp.amrein@lu.ch

Eva Baier, WRH Walter Reist Holding AG, Elisabethenstrasse 44, Zürich
mail@evabaier.ch

Christian Balli, Juriste, Office fédéral de l'énergie OFEN, Case postale, Berne
christian.balli@bfe.admin.ch

Lukas Bammatter, BAFU, Sekt. Lebensraum Gewässer, Worblentalstrasse 68, Bern
lukas.bammatter@bafu.admin.ch

Régine Bernard, Directrice, ETEC Ecologie Aquatique, Rue de Lausanne 39, Sion
regine.bernard@etec-vs.ch

Peter Berner, Projektleiter, BVU / ALG Kanton Aargau, Entfelderstrasse 22, Aarau
peter.berner@ag.ch

Anne-Laure Besson, SPC - Section Lacs et cours d'eau, Rue des Chanoines 17, Fribourg
anne-laure.besson@fr.ch

Christoph Birrer, Abteilungsleiter Fischerei, Amt für Natur, Jagd und Fischerei Kanton SG, Davidstrasse 35, St. Gallen
christoph.birrer@sg.ch

David Bittner, Leiter Fachbereich Fischerei Kanton Aargau, Kanton Aargau, Entfelderstrasse 22, Aarau
david.bittner@ag.ch

Nanina Blank, Kanton Aargau BVU, Entfelderstrasse 22, Aarau
nanina.blank@ag.ch

Jürg Bloesch, Alumnus Eawag & IAD, Stauffacherstrasse 159, Zürich
Juerg.Bloesch@emeriti.eawag.ch

Lukas Boller, AquaPlus, Gotthardstrasse 30, Zug
lukas.boller@aquaplus.ch

Christopher Bonzi, WWF, Hohlstrasse 110, Zürich
christopher.bonzi@wwf.ch

Nadine Bramaz, Biologielaborantin, EAWAG, Überlandstrasse 133, Dübendorf
nadine.bramaz@eawag.ch

Julia Brändle, Verantwortliche ökolog. Wasserkraftnutzung, WWF Schweiz, Hohlstrasse 110, Zürich
julia.braendle@wwf.ch

Martina Breitenstein, WFN - Wasser Fisch Natur AG, Winterfeldweg 49, Bern
martina.breitenstein@wfn.ch

Johanna Breitenstein, Service des ponts et chaussées, Pourtalès 13, Neuchâtel
Johanna.Breitenstein@ne.ch

Urs Brütsch, Fachbereich Wasser, WWF Zentralschweiz, Brüggligasse 9 - Postfach 7988, Luzern 7
urs.bruetsch@wwf.ch

Tobias Buser, Wasserbauplaner, Fröhlich Wasserbau AG, Allmendweg 31, Frauenfeld
tobias.buser@froehlichwasserbau.ch

Peter Büsser, Fischereibiologische Untersuchungen, Elfenauweg 31, Bern
pbuesser@gmail.com

Michael Casanova, Pro Natura, Dornacherstrasse 192, Basel
michael.casanova@pronatura.ch

Marco Cortesi, Gestionnaire environnemental, Alpiq Suisse SA, Chemin de Mornex 10, Lausanne
marco.cortesi@alpiq.com

Diego Dagani, BAFU, Worblentalstrasse 68, Ittigen
diego.dagani@bafu.admin.ch

Lukas Denzler, Freier Journalist, Ideen - Recherchen - Geschichten, Binzwiesenstrasse 32, Zürich
lukas.denzler@bluewin.ch

Daniel Devanthery, Ingénieur aménagement des eaux, Etat du Valais - SRTCE - H2G, Rue des Creusets 5, Sion
daniel.devanthery@admin.vs.ch

Tamara Diethelm, WWF, Hohlstrasse 110, Zürich
tamara.diethelm@wwf.ch

Werner Dönni, Fischwerk, Neustadtstrasse 7, Luzern
info@fischwerk.ch

Lucie Dupertuis, WWF Vaud, Avenue Dickens 6, Lausanne
lucie.dupertuis@wwf.ch

Xavier Eggel, Chef de projet, FMV SA, Case postale 506, Rue de la Dixence 9, Sion
info@fmv.ch

Claudia Eisenring, Amt für Umwelt Thurgau, Bahnhofstrasse 55, Frauenfeld
claudia.eisenring@tg.ch

Guido Federer, Fachspezialist Wasserkraft, Bundesamt für Energie, Mühlestrasse 4, Ittigen
guido.federer@bfe.admin.ch

David Flügel, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, EAWAG, Schwandenwiesen 7, Zürich
fluegeldavid@gmx.de

Reto Flury, Leiter Stv. Fachbereich Siedlungswasserbau, HOLINGER AG, Kasthoferstrasse 23, Bern
reto.flury@holinger.com

Karin Gafner, Bereichsleiterin, Fischereiinspektorat Kanton Bern, Schwand 17, Münsingen
karin.gafner@vol.be.ch

François Gerber, Ingénieur de projet, BIOTEC Biologie appliquée SA, Rue du 24-Septembre 9, Delémont
biotec@biotec.ch

Silvia Gerber, Bundesamt für Energie BFE, Postfach, Bern
silvia.gerber@bfe.admin.ch

Brigitte Germann, Techn. Mitarbeiterin, Eawag, Seestrasse 79, Kastanienbaum
brigitte.germann@eawag.ch

Stefan Gerster, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fischerei, Amt für Wald, Jagd und Fischerei, Barfüssergasse 14, Solothurn
stefan.gerster@vd.so.ch

Walter Gostner, Geschäftsführer, Ingenieure Patscheider & Partner GmbH, Glurnserstraße 5/k, Mals (BZ), Italien
info@ipp.bz.it

Werner Götz, Inhaber, Ingenieurbüro Götz, Kasernenstrasse 24, Liestal
werner.goetz@buerogoetz.ch

Fabian Grätzer, Ingenieur, Eichenberger Revital SA, Rheinfelsstrasse 2, Chur
fabian.gratzer@eichenberger-revital.ch

Andreas Gstöhl, Abteilungsleiter, Amt für Umwelt, Postfach 684, Vaduz
andreas.gstoehl@llv.li

Joachim Guthruf, Aquatica GmbH, Hängertstrasse 13 G, Wichtrach
aquatica@freesurf.ch

Florian Haenggeli, WWF Suisse, Dickens 6, Lausanne
florian.haenggeli@wwf.ch

Susanne Haertel-Borer, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, BAFU, Abteilung Wasser, Bern
susanne.haertel-borer@bafu.admin.ch

Jörg Hammer, Bundesamt für Umwelt BAFU, Papiermühlestr. 172, Ittigen
joerg.hammer@bafu.admin.ch

Carol Hemund, Koordinatorin AG-RENAT, Wasser-Agenda 21, Fischereiinspektorat, Schwand 17, Münsingen
carol.hemund@wa21.ch

Martin Henning, Bundesanstalt für Wasserbau, Kußmaul- 17, Karlsruhe, Deutschland
martin.henning@baw.de

Andreas Hertig, Fischereiadjunkt, Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich, Postfach, Zürich
andreas.hertig@bd.zh.ch

Martin Hofmann, Tiefbauamt BS - Infrastruktur - Planung, Wallstrasse 22, Basel
martin.hofmann@bs.ch

Frédéric Hofmann, Etat de Vaud - Direction générale de l'environnement, chemin du Marquisat 1, St-Sulpice
frederic.hofmann@vd.ch

Patricia Holm, Programm MGU, Universität Basel, Vesalgasse 1, Basel
patricia.holm@unibas.ch

Luca Hoppler, privat, Landstrasse 110, Rieden AG
luca.hoppler@gmail.com

Martin Huber Gysi, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, BAFU, Worblentalstr. 68, Ittigen
martin.hubergysi@bafu.admin.ch

Marin Huser, Leiter Fachstelle Oberflächengewässer, Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal
marin.huser@bl.ch

Vincent Jaggi, ECOTEC Environnement SA, Rue François-Ruchon 3, Genève
jaggi@ecotec.ch

Adrian Jakob, BAFU, Papiermühlestrasse, Bern
adrian.jakob@bafu.admin.ch

Dimitri Jaquet, Technicien pêche, Service faune et pêche canton de Genève, Rue des Battoirs 7, Genève
dimitri.jaquet@etat.ge.ch

Roland Jehle, Amt für Umwelt Liechtenstein, Dr. Grass-Str. 12, Vaduz
roland.jehle@llv.li

Hans-Peter Jermann, Kantonaler Fischereiaufseher, Amt für Umwelt und Energie, Hochbergerstrasse 158, Basel
hans-peter.jermann@bs.ch

Bernd Karolus, LUBW, Hertzstraße 173, Karlsruhe, Deutschland
Bernd.Karolus@lubw.bwl.de

Heiner Keller, ANL AG, Freihofweg 11, Aarau
info@anl.ch

Urs Kempf, Abteilungsleiter, Tiefbauamt Kt. Zug, Abt. Wasserbau, Aabachstr. 5, Zug
urs.kempf@zg.ch

Arthur Kirchhofer, WFN - Wasser Fisch Natur AG, Murtenstrasse 52, Gümmenen
arthur.kirchhofer@wfn.ch

Jüre Knörr, fischverstecke.ch, les chéseaux 1, Cortébert
info@fischverstecke.ch

Ulrike Koch, Akademische Mitarbeiterin, Amt für Umwelt und Energie, Basel Stadt, Hochbergerstrasse 158, Basel
ulrike.koch@bs.ch

Carl Robert Kriewitz, ETH Zürich, VAW, Wolfgang-Pauli-Str. 27, Zürich
kriewitz@vaw.baug.ethz.ch

Michael Kugler, Amt für Natur, Jagd und Fischerei Kanton SG, Davidstrasse 35, St.Gallen
michael.kugler@sg.ch

Manfred Kummer, wiss. Mitarbeiter, BAFU, Papiermühlestrasse 172, Ittigen
manfred.kummer@bafu.admin.ch

Daniel Küry, Life Science AG, Greifengasse 7, Basel
daniel.kuery@lifescience.ch

Benjamin Leimgruber, Aqua Viva, Weisteig 192, Postfach 1157, Schaffhausen
benjamin.leimgruber@aquaviva.ch

Stephan Liersch, ARNAL AG, Kasernenstrasse 37, Herisau
stephan.liersch@arnal.ch

Piet Linde, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Demollstr. 31, Wielenbach
piet.linde@lfu.bayer.de

Bänz Lundsgaard-Hansen, Fischereiberatung Fiber, Seestrasse 79, Kastanienbaum
baenz.lundsgaard@eawag.ch

Lena Mahl, Bundesanstalt für Wasserbau, Kußmaulstraße 17, Karlsruhe
lena.mahl@baw.de

Daniel Marbacher, BKW Energie AG, Hydraulische Kraftwerke, Viktoriaplatz 2, Bern 25
daniel.marbacher@bkw.ch

Stephanie Matthias, Bauingenieurin, Staubli, Kurath & Partner AG, Bachmattstrasse 53, Zürich
sk@wasserbau.ch

Christian Mayer, FORNAT AG, Universitätstrasse 65, Zürich
christian.mayer@fornat.ch

Matthias Mende, IUB Engineering AG, Belpstrasse 48, Bern 14
matthias.mende@iub-ag.ch

Kaspar Meuli, Meuli-Kommunikation, Juravorstadt 39, Biel
meuli-kommunikation@bluewin.ch

Marcel Michel, Fischereibiologe, Amt für Jagd und Fischerei Graubünden, Loëstrasse 14, Chur
marcel.michel@ajf.gr.ch

Heinz Möckli, Direktor, WRH AG, Industriestrasse 1, Hinwil
heinz.moeckli@ferag.com

Bernhard Monai, Der Wasserwirt, Hauptplatz 5, Straßburg, Österreich
office@der-wasserwirt.at

David Monnier, ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques), 23 rue des Garennes, MARLY, France
david.monnier@onema.fr

Guillaume Morier-Genoud, Hydraulic Engineer, Pöyry Switzerland, Route des Préalpes 34, Marly
guillaume.morier-genoud@poyry.com

Helena Mühlmann, Öster. Bundesm. für Land- und Forstwirtschaft, Marxergasse 2, Wien, Österreich
helena.muehlmann@bmlfuw.gv.at

Beat Müller, Wasserkraft, AFU SG, Lämmli brunnenstrasse 54, St.Gallen
beat.mueller@sg.ch

Otto Naef, SKF Schweiz. Kompetenzzentrum Fischerei, Wankdorffeldstrasse 102, Postfach 261, Bern 22
otto.naef@bluewin.ch

Boris Neumann, M+G Ingenieure DI Josef Galehr Ziviltechniker GmbH, Leusbündtwe 12, Feldkirch, Österreich
office@m-g.at

Emilie Person, Collaboratrice scientifique, OFEV, Papiermühlestr. 172, Ittigen
emilie.person@bafu.admin.ch

Jérôme Plomb, Ingénieur en environnement, AQUARIUS, Chemin des Moines 4, Chez-le-Bart
jerome.plomb@netaquarius.ch

Christine Reich Peter, privat, Dreitanenstr. 6, Olten
christine.peter@gmx.ch

Johannes Reiss, Geschäftsführer, Büro am Fluss e.V., Schillerstraße 27, Wendlingen am Neckar
johannes.reiss@buero-am-fluss.de

Michael Reist, Ingenieur Wasserkraft, Amt für Wasser und Abfall, Reiterstrasse 11, Bern
michael.reist@bve.be.ch

Arnaud Remy, Directeur Technique, GME, 29 rue des grands meix, Cornimont, France
arnaud.remy@hydropower.fr

Peter Rey, Geschäftsführer, Hydra AG, Lukasstr. 29, St. Gallen
p.rey@hydra-institute.com

Bertrand Rey, Groupe E SA, Route de Morat 135, Granges-Paccot
bertrand.rey@groupe-e.ch

Alexandre Richard, Consultant, Sté SCIMABIO Interface, 5, rue des Quatre Vents - Les Cyclades B, Thonon-les-Bains
arichard74200@gmail.com

Ueli Rickenbacher, Axpo Power AG, Parkstrasse 23, Baden
Ueli.Rickenbacher@axpo.com

Roland Riederer, Gewässer- und Fischökologische Beratung, Schlosshaldenstrasse 32, Wittenbach
riederer.r@bluewin.ch

Christina Riedl, AquaPlus AG, Gotthardstrasse 30, Zug
christina.maria.riedl@gmail.com

Ueli Rippmann, Büro f. Gewässerökologie u. Fischbiologie, Aqua Viva, Bergstrasse 4B, AUW
u.rippmann@bachundfluss.ch

Ruben Rod, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW, Rutenenweg 14, Wädenswil
roru@zhaw.ch

Arne Rüter, German Institut of Hydrology, Am Mainzer Tor 1, Koblenz, Deutschland
rueter@bafg.de

Cyril Sansonnens, Chef de projet, Triform SA, Pérolles 55, Fribourg
cyril.sansonnens@triform.ch

Mirica Scarselli, Leiterin Fachstelle OFG, Amt für Umwelt und Energie, Hochbergerstr. 158, Basel
mirica.scarselli@bs.ch

Eva Schager, Amt für Umwelt Nidwalden, Stansstaderstrasse 59, Stans
eva.schager@nw.ch

Sandra Schalkowski, ewz, Tramstrasse 35, Zürich
sandra.schalkowski@ewz.ch

Rolf Schatz, Präsident, IG Dä Neu Fischer, Sihlstr. 60, Langnau am Albis
rolfschatz@hispeed.ch

Bruno Schelbert, Dep. Bau, Verkehr und Umwelt, Entfelderstrasse 22, Aarau
bruno.schelbert@ag.ch

Martin Schibli, Niederer + Pozzi Umwelt AG, Burgerrietstrasse 13, Uznach
martin.schibli@nipo.ch

Martin Schläpfer, COREALIS, 3 chemin Fief-de-Chapitre, Petit Lancy GE
martin@corealis.ch

René Schoenenberger, Chemielaborant, EAWAG, Ueberlandstrasse 133, Duebendorf
rene.schoenenberger@eawag.ch

Nils Schölzel, Eawag, Sternenried 2, Horw
Nils.Schoelzel@eawag.ch

Steffen Schweizer, Leiter Fachstelle Ökologie, Kraftwerke Oberhasli AG, Grimselstrasse, Innertkirchen
sste@kwo.ch

Philipp Sicher, Geschäftsführer Stv., SKF Schweiz. Kompetenzzentrum Fischerei, Wankdorffeldstr. 102, Bern 22
phisi@bluewin.ch

Markus Sommer, Leiter Ressort Wasser, Amt für Umwelt und Energie, Hochbergerstr. 158, Basel
markus.sommer@bs.ch

Gérard Sommer, Garde-faune pisciculteur, SFFN- section Faune, Les Rives du Lac, Colombier
gerard.sommer@e.ch

Pascale Steiner, ecowert gmbh, Denter Tumas 6, Domat/Ems
pascale.steiner@ecowert.ch

Pascal Steingruber, Verein für umweltgerechte Energie (naturemade), Molkenstrasse 21, Zürich
pascal.steingruber@naturemade.ch

Lucien Stern, Projektleiter Wasserkraft, Amt für Energie und Verkehr Graubünden, Rohanstr. 5, Chur
lucien.stern@aev.gr.ch

David Tanno, Limnex AG, Neumarktplatz 18, Brugg
david.tanno@limnex.ch

Hans Thoenen, Geschäftsführer, Schweiz. Kompetenzzentrum Fischerei, Wankdorffeldstrasse 102, Bern 22
hans.thoenen@kompetenzzentrum-fischerei.ch

Lukas Tomaselli, OePlan GmbH, Schützenstrasse 15, Balgach
l.tomaselli@oeplan.ch

Isabelle Tripet, Biologiste, SFFN, section Faune, Premier-Mars 11, Couvet
isabelle.tripet@ne.ch

Hansjürg Tschannen, Leiter Kraftwerk + Unterwerk, IBAarau Kraftwerk AG, Obere Vorstadt 37 Postfach, Aarau
hansjuerg.tschannen@ibaarau.ch

Jochen Ulrich, Leiter Ökologie und Werkdienst, Energiedienst Holding AG, Baslerstrasse 44, Laufenburg, Deutschland
jochen.ulrich@energiedienst.de

Luca Vetterli, Pro Natura Ticino, Casella postale 2317, Bellinzona
luca.vetterli@pronatura.ch

Roland von Arx, Fachverantwortlicher Bau, Alpiq Hydro Aare AG, Aarburgerstrasse 264, Boningen
ursula.schwery@alpiq.com

Kuno von Wattenwyl, Fischereiverwaltung Kt. SZ, Bahnhofstr. 9, Schwyz
kuno.vonwattenwyl@sz.ch

Kurt Wächter, Limnex AG, Neumarktplatz 18, Brugg
kurt.waechter@limnex.ch

Andres Wäfler, Leiter Abteilung Contracting und Kraftwerke, Energie Wasser Bern, Monbijoustrasse 11, Bern
andres.waefler@ewb.ch

Thomas Wagner, Sigmaplan AG, Thunstrasse 91, Bern
twagner@sigmaplan.ch

René Weber, Stv. Leiter Fachbereich Meliorationen, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Mattenhofstrasse 5, Bern
rene.weber@blw.admin.ch

Stefan Werner, freier Mitarbeiter, Hydra AG, Lukasstr. 29, St. Gallen
s.werner@hydra-institute.com

Jean-Daniel Wicky, Fischereiverwalter, Kanton Freiburg, Postfach 155, Givisiez
jean-daniel.wicky@fr.ch

Andreas Widmer, Basler & Hofmann, Industriestrasse 1, Zollikofen
andreas.widmer@baslerhofmann.ch

Alfred Wittwer, Fachverantwortlicher Ökologie Kraftwerksprojekte, SBB Infrastruktur, Industriestrasse 1, Zollikofen
alfred.wittwer@sbb.ch

Claudia Zaugg, AQUARIUS, Weiheracher 14, Schnottwil
info@netaquarius.ch

Sabine Zeller, Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wasser, Papiermühlestrasse 172, Ittigen/BE
sabine.zeller@bafu.admin.ch

Yvonne Zollinger, Wasser-Agenda 21, Überlandstrasse 133, Dübendorf
yvonne.zollinger@wa21.ch

Frederic Zuber, Dienststelle für Energie + Wasserkraft, Kt. VS, Avenue du Midi 7, Sitten
frederic.zuber@admin.vs.ch

Andreas Zurwerra, Direktor, PRONAT, Kreuzmattstr. 56, Schmitten
Andreas.zurwerra@pronat.ch

KONZEPTION, PROGRAMMGESTALTUNG UND ORGANISATION

Ruedi Bösiger, WWF Schweiz, Hohlstrasse 110, Zürich
ruedi.boesiger@wwf.ch

Armin Peter, Eawag, Seestrasse 79, Kastanienbaum
armin.peter@eawag.ch

Stefan Vollenweider, Wasser-Agenda 21, Überlandstrasse 133, Dübendorf
stefan.vollenweider@wa21.ch

Christine Weber, Eawag, Seestrasse 79, Kastanienbaum
christine.weber@eawag.ch

Yvonne Zollinger, Wasser-Agenda 21, Überlandstrasse 133, Dübendorf
yvonne.zollinger@wa21.ch

Veranstalter / Organisateur:

Wasser-Agenda 21
Forum Chriesbach
Überlandstrasse 133
CH-8600 Dübendorf

Redaktion / Rédaction:

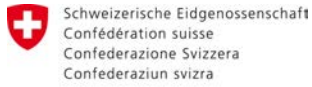
Yvonne Zollinger
Stefan Vollenweider

Druck: ADAG Copy AG, Zürich

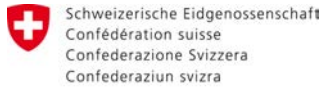
Impressum:

Herausgeber / Editeur: Wasser-Agenda 21,
Forum Chriesbach, Überlandstrasse 133,
CH-8600 Dübendorf

© Wasser-Agenda 21, Oktober 2014

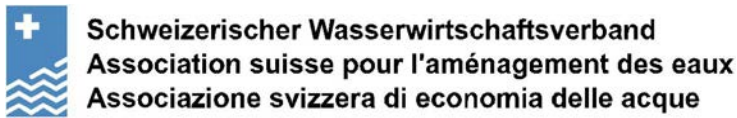


Bundesamt für Umwelt BAFU



Bundesamt für Energie BFE

eawag
aquatic research **ooo**



praktischer umweltschutz schweiz p  s c h

