

Christine Weber, Ruedi Bösiger, Armin Peter und Stefan Vollenweider

Fischwanderung in genutzten Gewässern – Herausforderungen und Lösungen

Nicht nur der Lachs und der Aal sind Wanderfische. Alle Fischarten in unseren Gewässern unternehmen im Laufe ihres Lebens kleinere oder größere Wanderungen. Wehre und Dämme, aber auch Sohlenschwellen und Verrohrungen machen diese Wanderungen oft unmöglich. Die internationale Fachtagung in Biel, Schweiz, vom vergangenen November zeigte, dass zahlreiche Lösungsansätze zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit verfügbar sind und dass ein großer Bedarf an transdisziplinärem Erfahrungsaustausch besteht.

1 Die Wiederherstellung der freien Fischwanderung

Flüsse und Bäche gehören zu den am stärksten genutzten Ökosystemen weltweit. Die jahrhundertelange Nutzung hat ihre Spuren hinterlassen, in Form von Begradigung, Ausleitung, Verschmutzung, Verrohrung und Fragmentierung. Letztere lässt sich in Zahlen fassen, z. B. für die Schweiz: Hier zerstückeln über 101 000 künstliche Abstürze von mehr als 50 cm

Höhe das Fließgewässernetz. Dies entspricht gut 1,6 Abstürzen pro km Fließgewässer [1].

Die Gesetzgebung verschiedener Länder verlangt die Wiederherstellung der freien Fischwanderung. Beispielsweise soll in der Schweiz die Durchgängigkeit für Fische an Kraftwerksanlagen bis ins Jahr 2030 sichergestellt werden, und zwar flussauf- wie abwärts.

Eine dreitägige, internationale Fachtagung bot Ende Oktober 2014 in Biel,

Schweiz, die Gelegenheit für einen Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaft, Verwaltung, Wasserkraftbranche, Privatwirtschaft und NGO. Nachfolgend fassen wir wichtige Informationen zusammen.

2 Herausforderungen für wandernde Fische

Wanderfische wurden in der Vergangenheit gleichgesetzt mit bekannten Langdistanzwanderern, wie Lachs, Aal oder Stör. Diese legen auf ihrem Weg zu geeigneten Laichplätzen bis zu mehrere tausend Kilometer zurück, oft in großen, auffälligen Schwärmen. Den Langdistanzwanderern galt lange die Hauptaufmerksamkeit in Management und Forschung. Wie Armin Peter von der Eawag, Schweiz, ausführte, haben jüngere Studien nun aber zwei Dinge eindrücklich gezeigt:

- Die meisten Fischarten wandern. Beispielsweise legen auch Kleinfische wie die Groppe Distanzen von mehreren Hundert Metern zurück. Zudem setzen sich Fischpopulationen häufig aus wandernden und residenten Individuen zusammen. Diese unterscheiden sich z. B. aufgrund ihrer Körpergröße.
- Wanderungen finden längst nicht nur zur Laichzeit statt (**Bild 1**), sondern u. a. auch zur Suche von Nahrung oder Refugien während Hochwasser.

Diese beiden Tatsachen haben großen Einfluss auf die Struktur und Funktion



Bild 1: Aufwandernde Seeforelle an der Areuse, Kanton Neuenburg, Schweiz (Quelle: A. Peter)

von Fischgemeinschaften und sind in Monitoringaktivitäten zur Fischwanderung, z. B. an Kraftwerksanlagen, gezielt zu berücksichtigen.

In der Schweiz haben Untersuchungen zur Fischgängigkeit von Kraftwerksanlagen einen großen Sanierungsbedarf aufgezeigt. Franziska Schwarz und Andreas Knutti vom schweizerischen Bundesamt für Umwelt informierten, dass von den 1 852 überprüften Kraftwerksanlagen je 600 sanierungsbedürftig sind bezüglich Auf- resp. Abstieg. Dabei besteht auch Handlungsbedarf bei Anlagen, die bereits mit Fischaufstiegsanlagen (FAA) ausgerüstet sind: Die große Mehrheit dieser FAA (64 %) ist nur begrenzt oder gar nicht funktionstüchtig. Oft liegt dies am fehlenden Unterhalt oder an baulichen Mängeln.

3 Lösungen für nicht-kraftwerksbedingte Hindernisse

Die Mehrheit der Wanderhindernisse stellen nicht-kraftwerksbedingte Abstürze dar, wie z. B. Schwellen zur Sohlensicherung oder Verrohrungen, auf welche hier nicht weiter eingegangen wird. Sohlenschwellen können Absturzhöhen von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Metern bewirken. Blockrampen bieten sich als fischgängige Alternativen bei engen Platzverhältnissen an. Sie werden entweder klassisch gesetzt bzw. geschüttet oder in aufgelöster Form gebaut. Bei Funktionskontrollen in Labor und Feld haben sich die aufgelöst unstrukturierten Rampen (**Bild 2**) besonders bewährt, wie Simona Tamagni von der Schweizer beffa tog-nacca gmbh ausführte. Einerseits zeigten

sie sich beständig unter Hochwasserabfluss, andererseits erwiesen sie sich als passierbar auch für wenig schwimmstarke Fischarten wie die Groppe. In den Feldexperimenten mit markierten Fischen unterschiedlicher Arten wurden maximale Gefälle von <3 % in der Äschen- und <2,5 % in der Barbenregion identifiziert. Eine Praxisanleitung zum Bau von aufgelöst unstrukturierten Rampen ist zurzeit in der Schweiz in Erarbeitung.

Zuflüsse münden häufig über künstliche Abstürze in eingetiefte, begradigte Talgewässer. Haupt- und Seitengewässer sind dadurch oft nicht mehr miteinander vernetzt, und den Fischen ist der Zugang in die ökologisch wichtigen Kleingewässer verunmöglicht. Zudem wird der Lebensraum Mündung stark monotonisiert. In naturnahen Gewässern stellen Mündungen äußerst vielfältige, dynamische Lebensräume im Flussverlauf dar. Im Fließgewässermanagement wird ihre Bedeutung aber oft noch unterschätzt, wie die Schweizer Marcelo Leite, Tsticky SA, und Sandro Peduzzi, Kanton Tessin, aufzeigten. An ausgewählten Projekten illustrieren die beiden, dass See- und Flussmündungen ein hohes Potential zur Wiederherstellung der Fischwanderung sowie zahlreiche Synergien bieten, beispielsweise für die Aufwertung der Naherholung.

4 Fischaufstiegsanlagen

Das Wehr bei Geesthacht im Unterlauf der Elbe ist mit Europas größter FAA ausgerüstet. Henrik Hufgard vom Institut für angewandte Ökologie, Kirtorf-Wahlen, zeigte eindrücklich, wieviel aus einem

kontinuierlichen Monitoring sowie aus der Kombination verschiedener Monitoringmethoden (z. B. tägliche Erfassung Aufsteiger, PIT-tagging) bezüglich Aufstiegszeitpunkt und Wanderdistanz der Fische gelernt werden kann. 1,2 Mio. Individuen stiegen im neuen Doppelschlitzpass im Verlauf der vergangenen drei Jahre auf, zeitweise bis zu 30 000 Individuen einzelner Arten pro Tag. Diese Zahlen übertreffen die bisherigen Beobachtungen im älteren Umgehungsgerinne um Faktor 10. Eine Hauptaufstiegszeit war bei den potamodromen Arten nicht erkennbar.

Stephan Heimerl, Fichtner Water & Transportation, Stuttgart, informierte über das neue DWA-Merkblatt M-509 [2]. Er fasste die Herausforderung, bestehendes und kontinuierlich auch neues Wissen umzusetzen, prägnant zusammen mit dem Ausspruch „Nach dem Merkblatt ist vor dem Merkblatt“. In der aktuellen Ausgabe des DWA-Merkblatts wird der Bautyp der FAA nicht mehr nach naturnah und naturfern unterschieden – nicht das äußere Erscheinungsbild steht im Vordergrund, sondern v. a. die Funktionalität.

Der Überprüfung dieser Funktionalität widmete sich der Beitrag von Ted Castro-Santos vom Andromous Fish Research Center, USA. Er identifizierte drei Schlüsselemente, die die Zeitdauer für den Aufstieg und damit die Funktionalität der Anlage bestimmen: Auffindbarkeit, Einstieg, Durchquerung. Alle drei Elemente gilt es in der Funktionskontrolle zu berücksichtigen. Eine ausschließliche Zählung der passierenden Fische ist unzureichend, da dadurch die Zahl der aufstiegs-willigen, aber blockierten Fische nicht einbezogen wird. Auch die Umwelt- und



Bild 2: Die aufgelöst strukturierte Rampe an der Wyna bei Suhr, Kanton Aargau, wurde auf der Tagungsexkursion besucht (Quelle: A. Peter)



Bild 3: Wasserkraftwerk Unkelmühle an der Sieg, Blick vom Oberwasser (Quelle: A. Peter)

Betriebsbedingungen in der FAA sind festzuhalten (z. B. Temperatur, Trübung etc.), handelt es sich dabei nicht um konstante Fixgrößen, sondern um zeitlich dynamische Faktoren, die den Fischaufstieg begünstigen oder behindern können. Ein kontinuierliches Monitoring einer FAA ermöglicht es, Lehren zu ziehen, Änderungen vorzunehmen und dadurch Verbesserungen zu erzielen (adaptives Management). Softwarelösungen können Betrieb und Auswertung der Monitoringaktivitäten unterstützen.

In Österreich liegt der Schwerpunkt der Revitalisierungstätigkeit auf der Wiederherstellung der Durchgängigkeit, wie Stefan Schmutz von der BOKU Wien ausführte. Ein Leitfaden unterstützt die Planung [3]. Zur Wiederherstellung des Fischabstiegs werden auch neue Ansätze getestet, wie z. B. Seilrechen, die zusätzlich eine Geschiebepassage erlauben.

Roger Pfammatter vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband betonte, dass von Kraftwerksseite her der grundsätzliche Handlungsbedarf nicht in Frage gestellt wird, dass jedoch auch die Nutzungsansprüche, insbesondere hinsichtlich Betriebssicherheit und Stromproduktion, bei der Entwicklung von Lösungen einbezogen werden sollten.

5 Lösungen für den Fischabstieg an kleinen bis mittleren Kraftwerksanlagen

Insgesamt wurden im Rheineinzugsgebiet zwischen 2000 und 2013 gegen 500 Stauwehre durchgängig gestaltet, dies aber fast ausschließlich hinsichtlich Aufstieg, wie Marc de Rooy von der Expertengruppe Fisch der IKSR berichtete. Seit 2013 wird seitens IKSR vermehrt in die Wiederherstellung des Fischabstiegs investiert, beispielsweise mit Studien zu Leitsystemen, Turbinenpassage oder zu kumulativen Effekten von Kraftwerksketten. Eine Untersuchung an der 2011 neugebauten Zentrale Kostheim offenbarte je nach Fischart Mortalitätsraten von bis zu 50 %. Insbesondere kleinere Individuen und Arten (<30 cm Körperlänge) sowie Aale passierten den 20-mm-Vertikalrechen oder endeten in der Rechenreinigungsmaschine. Stababstände von 10 bis 12 mm haben sich als effizienter erwiesen, beispielsweise in den (deutlich kleineren) Kraftwerken Auer Kotten oder Unkelmühle (**Bild 3**). Gravierende kumulative Effekte zeigte eine



Bild 4: Modell der fischfreundlichen Alden-Turbine, das Modell wird von Voith Hydro für hydraulische und betriebliche Tests verwendet (Quelle: Alden Research Lab)

Studie an der Mosel: Absteigende Aale konnten nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 3 % sämtliche Kraftwerke des Flusses unverletzt passieren.

Einen Überblick über den Schutz absteigender Fische mittels Leitrechen und Bypass-Systemen gab Christof Bauerfeind vom Ingenieurbüro Floecksmühle, Aachen. Er betonte, dass sich für kleine und mittlere Wasserkraftanlagen in der Regel ein mechanischer Fischschutz am besten bewährt, während Verhaltensbarrieren, beispielsweise mit Licht, kaum funktionsfähig sind. Die Wahl der Maßnahme muss abhängig von den Zielarten im Gewässer getroffen werden. Konkrete Empfehlungen dazu finden sich in einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamts [4]. Vertikalrechen mit einem Stababstand von 10 mm werden zur Zeit bis ca. 30 m³/s Durchfluss pro Turbine installiert, entsprechende Horizontalrechen bis zu ca. 50 m³/s Durchfluss pro Turbine. Alle Anlageteile sind mit glatter Oberfläche auszugestalten, zudem ist ein ausreichendes Wasserpolster zu schaffen, das den Fisch umgibt. Rechenreiniger und Bypass sollen leicht und auf das Verhalten der Fische abgestimmt steuerbar sein. Allenfalls ist grobes Geschwemmsel früh abzutrennen.

Gemäß gesetzlicher Anforderungen müssen in Frankreich bis 2017/18 rund 1 000 Zentralen mit Abstiegshilfen ausgerüstet werden, wie Dominique Courret von der ONEMA, Frankreich, berichtete. Verschiedene Maßnahmen werden zurzeit diskutiert und v. a. in kleineren Zentralen bereits umgesetzt, mit dem Hauptaugenmerk auf Lachs, Meerforelle und Aal.

Auch betriebliche Maßnahmen kommen zum Zug: An der Dordogne wird die Turbinierung während der Aal-Wanderung für ca. 40 Nächte eingestellt. Eine Hauptschwierigkeit und Gegenstand laufender Forschung ist es, das benötigte Zeitfenster zu wählen resp. vorherzusagen (z. B. Zeitpunkt und Dauer). Man stützt sich dabei auf kontinuierlichen Messungen von Abwanderungsaktivität oder Umweltbedingungen. Diese Maßnahme kann u. U. mit einem größeren Produktionsausfall verbunden sein. Auch fischfreundliche Turbinen kommen zum Einsatz, wie z. B. VLH-Turbine oder Wasserkraftschnecke. Für beide Turbinentypen bestehen noch Fragezeichen bezgl. der Passierbarkeit durch adulte Lachse und Meerforellen. Schließlich werden mechanische Barrieren wie Louver eingebaut.

6 Lösungen für die Turbinenpassage und den Fischabstieg an größeren Kraftwerksanlagen

Bei der Passage von Kraftwerksturbinen können Fische unterschiedliche Verletzungen erleiden, so z. B. mechanisch durch Schläge durch die Turbinenschaukeln oder durch Zerdrücken, durch schnellen Druckabfall oder durch Scherkräfte. Die Schädigungen reichen vom Abrieb der Schuppen über innere Verletzungen bis hin zum Tod, der sofort oder verzögert auftreten kann. Laut Steve Amaral vom Alden Research Lab, USA, sterben je nach Turbinentyp und -betrieb 5 bis 30 % der Fische bei der Turbinenpassage. Der Verlauf einer Turbinenpassage lässt sich im Feld anhand verschiedener Markierungs- und Erhebungsmethoden untersuchen, so z. B. mittels Netzen (Hamen), Ballontags oder Telemetrie. Die Haupttodesursachen sind zumeist mechanischer Art, wobei die Mortalitätsrate abhängt von der Form der Turbinenschaukeln und dem Abstand zwischen diesen, der Umdrehungszahl, der Fachgrößen und der Geschwindigkeit des Fisches. Fischfreundliche Turbinen, wie z. B. der Minimum-Gap-Runner, zeichnen sich entsprechend durch eine geringe Anzahl Schaukeln aus. Sie haben einen großen Durchmesser, eine relativ geringe Umdrehungszahl, geringe Fallhöhen sowie nur einen geringen Unterdruck. Damit lassen sich Mortalitäten deutlich verringern (<3 %), wie auch mit der in Entwicklung begriffenen Alden-Turbine (**Bild 4**), welche in Tests Mortalitäten von



Bild 5: Aal vor der Leiteinrichtung im Modell an der VAW-ETHZ (Quelle: D. Flügel)

0 bis 2 % bei 20 cm langen Individuen verschiedener Fischarten hervorrief.

Louvers und Bar racks dienen dazu, Fische von den Turbinen großer Kraftwerksanlagen fern zu halten. In einem umfangreichen schweizerischen Forschungsprojekt von VAW und Eawag (**Bild 5**) wurden 34 Konfigurationen von Louvers und Bar racks getestet (Winkel des Leitrechens, Stababstand, Fließgeschwindigkeit, mit oder ohne Bodenblech). Die Projektleiter Robert Boes von der VAW und Armin Peter von der Eawag präsentierten folgende Resultate aus den Versuchen mit Wildfängen von fünf Fischarten (Aal, Äsche, Bachforelle, Barbe, Schneider): Der Leitrochen zeigte eine gute Leiteffizienz, die hydraulischen Verluste variierten jedoch stark. Generell schnitten die Bar Racks besser ab als die Louver. Der Leitrochen mit Bodenblech zeigte eine höhere Leiteffizienz. Weitere Experimente sind nötig, um die Konfiguration des Bypasses zu testen. Die Übertragbarkeit der Resultate auf eine reale Situation ist an einer Pilotanlage abzuklären.

7 Schlussfolgerungen

Die Fachtagung machte folgende Punkte deutlich:

- Alle Fischarten sind auf eine gute Durchwanderbarkeit der Gewässer angewiesen, auch Arten, die nur kürzere Distanzen zurücklegen.
- Blockrampen als Ersatz von Sohlenschwellen haben ein hohes Potenzial für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit.
- Die Einmündungen kleinerer Gewässer ins Hauptgewässer sind Schlüsselstellen für die Durchgängigkeit, die es prioritär zu revitalisieren gilt.
- Die rasche Auffindbarkeit, der Einstieg und die Durchquerung der FAA sind Schlüsselemente, die die Zeitdauer für den Aufstieg bestimmen. Sie sind bei der FAA-Funktionskontrolle spezifisch zu beurteilen.
- Fische treten in Fischpässen auch außerhalb ihrer Laichwanderungen gehäuft auf.
- Die Sicherstellung der freien Fischwanderung stellt eine große Herausforderung dar. Die transdisziplinäre Zusammenarbeit, insbesondere mit den Kraftwerken sowie Umwelt- und Fischereiverbänden ist wichtig. Adaptives Management ermöglicht es, die Funktionalität der Anlagen nachträglich zu verbessern.
- Erfahrungen aus Deutschland und Frankreich zeigen, dass für kleinere Kraftwerke erfolgreiche Konzepte für den schonenden Fischabstieg bestehen.
- Turbinenmortalitäten sind problematisch und müssen künftig z. B. mit fischfreundlichen Turbinen drastisch reduziert werden. Diese Turbinen zeichnen sich unter anderem durch große Durchmesser, eine langsame Umdrehungszahl und eine geringe Anzahl von Turbinenschaufeln aus. Die Überlebensraten sollten möglichst 97 % und mehr betragen.
- Für den Fischabstieg an großen Kraftwerksanlagen liefern mechanische Verhaltensbarrieren (Bar Racks) vielversprechende Resultate. Es sind jedoch

weitere Untersuchungen und Pilotprojekte an Anlagen nötig.

Hinweis

Organisiert wurde die Fachtagung von der Wasser-Agenda 21, dem Akteurnetzwerk der Schweizer Wasserwirtschaft. Im Netzwerk sind Bundesämter, kantonale Behördenorganisationen, wissenschaftliche Institutionen sowie Fach-, Branchen- und Interessenverbände zusammengeschlossen. Für das Tagungsprogramm zeichneten sich die Autoren dieses Artikels verantwortlich. Tagungsband, Vorträge und Kurzzusammenfassungen finden sich auf der Website der Wasser-Agenda 21 unter: www.wa21.ch/Biel-Bienne2014. Die Vorträge sind als Podcast in drei Sprachen (dt/fr/en) unter folgendem Link zugänglich: www.youtube.com/user/WasserAgenda21

Autoren

Christine Weber

Dr. Armin Peter

Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs
Seestrasse 79
6047 Kastanienbaum, Schweiz
christine.weber@eawag.ch
armin.peter@eawag.ch

Ruedi Bösiger

WWF Schweiz
Hohlstrasse 110
8010 Zürich, Schweiz
ruedi.boesiger@wwf.ch

Stefan Vollenweider

Wasser-Agenda 21
Überlandstrasse 133
8600 Dübendorf, Schweiz
stefan.vollenweider@wa21.ch

Literatur

- [1] Zeh Weissman, H.; Könitzer, C.; & Bertiller, A.: Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie). Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. Bundesamt für Umwelt, Bern, 2009.
- [2] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. In: DWA-Merkblätter (2014), M 509.
- [3] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.). Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen. Wien, 2012.
- [4] Keuneke, R.; Dumont, U.: Erarbeitung und Praxiserprobung eines Maßnahmenplans zur ökologisch verträglichen Wasserkraftnutzung. In: UBA-Texte (2011), Nr. 72.