

Leitströmung an Fischaufstiegsanlagen: Bewertung und Optimierung über ethohydraulische Modellierung

Schlüsselkomponente an Fischaufstiegsanlagen ist deren Auffindbarkeit. Eine Erweiterung des Habitatmodells CASiMiR ermöglicht die Bewertung der Leitströmung durch die Kombination von Numerik und Ethohydraulik. Über einen agentenbasierten Ansatz und die Particle-Tracking-Methode lassen sich Migrationspfade von aufsteigenden Fischen, unter Annahme idealer Rheotaxis, ermitteln. Der Ansatz ermöglicht eine adaptive Planung von Fischpässen durch Optimierung von Position, Geometrie und Ausrichtung der Einstiege und Anpassung des Dotierabflusses.

Ianina Kopecki, Matthias Schneider, Jeff A. Tuhtan, Johannes Ortlepp, Stefan Thonhauser und Martin Schletterer

1 Einleitung

Eines der Hauptziele der WRRL ist die Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Gewässer. Dies hat in den letzten Jahren zur Sanierung und Neuerrichtung einer großen Zahl von Fischaufstiegshilfen geführt. Diese sind in der Regel nach dem Stand der Technik hergestellt [3], [11] und die hydraulischen Bedingungen in der Fischaufstiegsanlage (FAA, in Österreich: Fischwanderhilfe = FWH) entsprechen den Vorgaben für die jeweilige biozönotische Region. In Zusammenhang mit der Funktionalität von FAA spielt aber auch die Positionierung des Einstieges und damit die Auffindbarkeit im Unterwasser eine maßgebliche Rolle.

Besonders wichtig ist die Auffindbarkeit des FAA-Einstieges unter den typischen Abflüssen der Hauptwanderphasen der betroffenen Fischarten. Aber auch außerhalb der Migrationsperioden der Wanderfische sind Wanderbewegungen z. B. zum Revier- und Habitatwechsel von Bedeutung. Die Durchwanderbarkeit sollte daher über das gesamte Jahr und bei einem breiten Spektrum von Abflusssituationen gewährleistet sein. In Deutschland und Österreich wird i.d.R. gefordert, dass der Fischaufstieg an mindestens 300 Tagen und bei einem Abflussspektrum zwischen Q30 und Q330 bzw. W30 und W330 möglich ist [3], [6]. D. h. für die Bewertung der Funktionsfähigkeit sind sehr unterschiedliche Abflusssituationen zu betrachten.

Kompakt

- Die Auffindbarkeit von FAA ist maßgebend für deren Funktionalität.
- Ein Erweiterungsmodul des Habitatmodells CASiMiR kombiniert hydraulische Modellierung und ethohydraulische Richtwerte.
- Das Werkzeug unterstützt die Optimierung und Planung von FAA hinsichtlich Position, Geometrie und Dotation.

Neue Entwicklungen in der Ökohydraulik, im Besonderen die Eulersche-Lagrangesche-Agenten-Methode (ELAM), liefern wertvolle Grundlagen und Werkzeuge für die Sanierung von existierenden FAA und den Entwurf neuer Anlagen [7], [8]. Die hier vorgestellte Methode kombiniert die Lagrangesche Formulierung für die Simulation der Bewegung eines virtuellen Fisches (dieser repräsentiert ein Individuum oder den Teil einer Population) mit dem Strömungsfeld, welches mit dem Eulerschen Formalismus beschrieben wird. Der resultierende Euler-Lagrange-Hybrid-Algorithmus ist durch Umgebung-Reaktions-Regeln ergänzt, um das Verhalten eines sogenannten Stellvertreter-Fisches zu imitieren. Für den Abstieg von Jungfischen durch Wasserkraftanlagen oder die Ausbreitung von Süßwassermuscheln wurden bereits praktische ELAM-Anwendungen beschrieben [5], [8].

Im vorgeschlagenen Ansatz bilden 2-D-HN-Simulationen die Basis für die Bewertung der Auffindbarkeit von FAA. Zuerst werden berechnete Fließgeschwindigkeitsverteilungen mit Hilfe des so genannten ethohydraulischen Diagramms [1] evaluiert. Regionen mit absoluten Fließgeschwindigkeiten unterhalb des rheotaktischen Richtwertes (also unterhalb des Wertes, ab dem bei Fischen eine klare strömungsbasierte Orientierung beobachtet wird), wie auch solche, die die kritische Sprintgeschwindigkeit der jeweiligen Fischart überschreiten, werden identifiziert und visualisiert. Dieser erste Schritt beinhaltet lediglich die Analyse der absoluten Werte der Fließgeschwindigkeit (Skalar) und nicht ihre Richtung (Vektor). In einem weiteren Schritt wird die Richtung der Fließgeschwindigkeit berücksichtigt und daraus ein theoretischer Wanderpfad abgeleitet. Dies erfolgt unter der Annahme „idealer“ positiver Rheotaxis, d. h. es wird eine Ausrichtung und Bewegung der Organismen gegen die Strömung vorausgesetzt. Über- oder Unterschreitung der Richtwerte für die mögliche Wanderung führt zum Abbruch der berechneten Migrationspfade.

Im Zuge eines Planungsprozesses kann unter Verwendung dieses Ansatzes adaptiv durch Optimierung der Lage des Einstieges und seiner Geometrie sowie ggf. Anpassungen der Leitströmung eine optimale Variante betreffend der Anlagenauslegung gefunden werden.

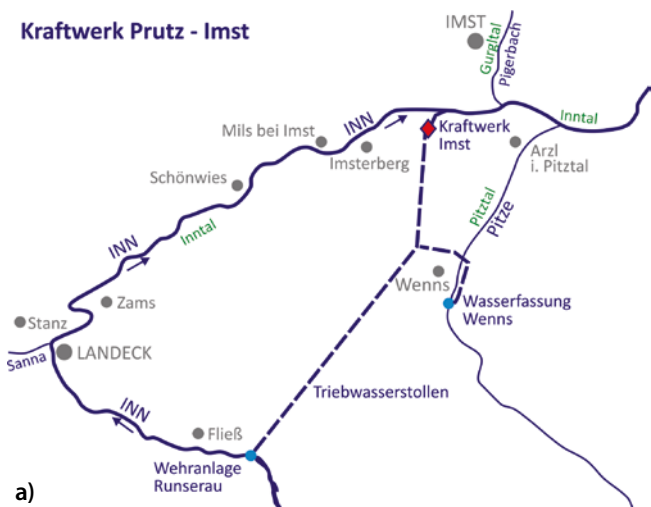


Bild 1: Kraftwerk Imst in Tirol, Österreich: a) Lage der Wehranlage Runserau, des Druckstollens und des Krafthauses bei Imst, b) Foto der Anlage Runserau vom Unterwasser (Quelle: TIWAG)

2 Fallstudie

Die Anwendung der Methode wird anhand der neuen FAA am Wehr Runserau am Inn vorgestellt. Das Wehr Runserau liegt 8 km oberhalb der Stadt Landeck. An dieser Anlage der TIWAG – Tiroler Wasserkraft AG wird das Triebwasser für das Kraftwerk Imst entnommen. Das Kraftwerk Imst nutzt als Laufwasserkraftwerk das natürlich vorhandene Gefälle des Inns zwischen den Gemeinden Fließ und Imst. Der 12,3 km lange Triebwasserstollen durch das Venetmassiv schneidet das „Innknie“ bei Landeck ab und erlaubt eine für ein Laufkraftwerk ungewöhnlich große Fallhöhe von 143,5 m zu erzielen. (Bild 1a). Mit einer Kapazität von 89 MW und einer jährlichen durchschnittlichen Leistung von 550 GWh/a gehört die Anlage Prutz-Imst zu den größten Kraftwerken Österreichs. Die drei 13 m breiten Wehrfelder sind mit jeweils 10 m hohen Doppelhakenschützen ausgerüstet, wodurch die oberen und unteren Schützen getrennt geregelt werden können (Bild 1b). Das Triebwasser wird auf der rechten Seite des Inns entnommen und fließt zunächst in einen

Entsander mit vier Kammern. Der Spülauslass dieses Entсандers befindet sich unterwasserseitig am rechten Ufer und weist eine Kapazität von bis zu 10 m³/s auf.

Die im Rahmen der Untersuchung betrachteten Fischarten wurden gemäß der fischökologischen Zuordnung des Gewässerabschnitts (Metarhithral, wobei ober- und unterhalb Hyporhithral-Abschnitte liegen) gewählt: Bachforelle (*Salmo trutta*) und Koppe (*Cottus gobio*) sind die Leitarten für den betrachteten Inn-Abschnitt und die Äsche (*Thymallus thymallus*) wird als typische Begleitart geführt [2].

Auf Basis einer Restwasseruntersuchung mit dem Habitatmodell CASiMiR wurde eine Mindestwasserabgabe von 5 m³/s festgelegt, welche sowohl die Durchgängigkeit innerhalb der Ausleitungsstrecke als auch gute Habitatbedingungen für Äsche und Bachforelle sicherstellt.

Seit Dezember 2015 ist an der Wehranlage Runserau auf der linken Uferseite der erste Fischlift Österreichs in Betrieb [12]. Hauptgründe für die Installation waren die großen Wasserspiegelschwankungen im Oberwasser und die sehr beengten Platz-

Bodenhöhe [m ü. NN]

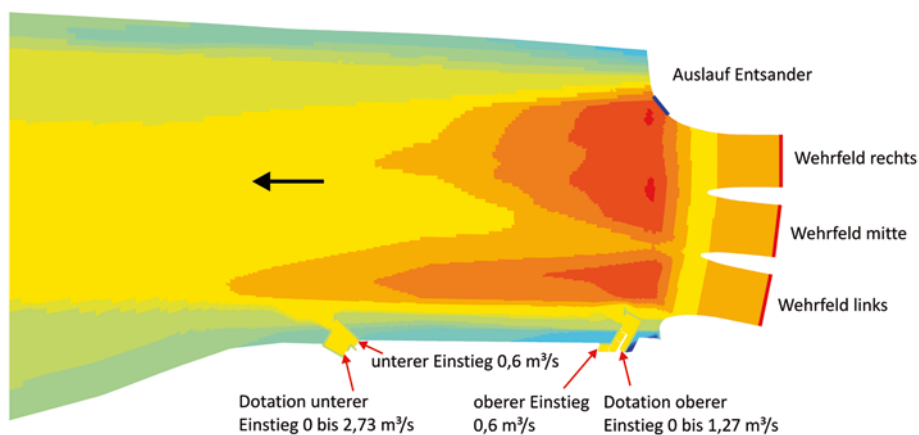
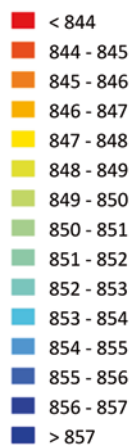


Bild 2: Inn unterhalb des Wehrs Runserau: Karte der Sohlhöhen, Lage des oberen und unteren Einstiegs, Dotationszugabestellen, Auslauf des Entсандers, Wehrfelder (Quelle: sje/ TIWAG)

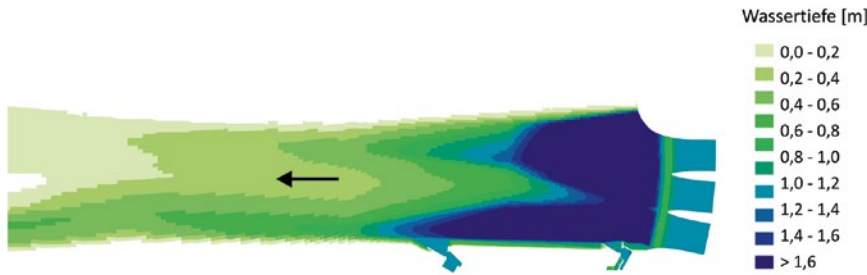


Bild 3: Berechnete Wassertiefen für eine Gesamtdotation von 5,0 m³/s (Quelle: sje/ TIWAG)

verhältnisse. Zwei Vertical-Slot-Pässe führen die Fische aus dem Unterwasser in die Reuse des Fischliftes. Der wehrnahe Fischpass mit dem Eingang im unmittelbaren Nahbereich der Wehranlage weist zehn Becken auf und wird mit einem Abfluss von 0,4 m³/s dotiert, der wehrferne Fischpass besteht aus 15 Becken und wird mit einem Abfluss von 0,6 m³/s dotiert (**Bild 2**). Der Gesamtdotierabfluss von 5 m³/s kann über Bypassleitungen variabel auf die vom Inn in die beiden Fischpass-Sektionen führenden Einstiegsbereiche aufgeteilt werden.

Die durchgeführten Untersuchungen beschäftigten sich in erster Linie mit der Analyse der optimalen Abflussverteilung zwischen den beiden Einstiegen. Die Auffindbarkeit wurde für verschiedene Varianten der Leitstrom-Dotation in den FAA-Einstiegen und zusätzliche Dotation über den Entsander in Kombination mit unterschiedlichen Wehrüberfällen beurteilt.

3 Methodik

Die Beurteilung der Leitströmung (in A: Lockströmung) besteht aus drei Schritten:

- Hydrodynamisch-numerische Modellierung von Abflussszenarien
- Evaluierung der Fließgeschwindigkeitsverteilungen mit Hilfe der ethohydraulischen Grenzwerte für Leitfischarten
- Berechnung der Aufstiegspfade mit Hilfe eines Particle-Tracking-Algorithmus.

3.1 Hydrodynamisch-numerische Modellierung

Die Länge des modellierten Abschnitts unterhalb des Wehrs beträgt 550 m. Dies wird als ausreichend angesehen, um die Strömungsverhältnisse nahe dem Wehr abzubilden und die Mig-

rationenpfade der Leitfischarten zu bestimmen. Das Modell bildet die beiden untersten Kammern der FAA ab. Das hydrodynamische Modell Hydro_AS-2D [9] wurde anhand von gemessenen Wasserspiegellagen für Gesamtabflüsse des Inns zwischen 5 und 105 m³/s kalibriert. Dies erfolgte unter Verwendung von Daten aus dem Jahr 2013. Die erhaltenen Verteilungen der Wassertiefen (**Bild 3**) wurden unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Durchwanderbarkeit analysiert. Diese Beurteilung ist relevant für die Bewertung der Wanderpfade.

3.2 Evaluierung der Fließgeschwindigkeitsverteilungen

Die Beurteilung der Fließgeschwindigkeitsfelder für die Abflusskombinationen durch die FAA-Einstiege, den Entsanderspülauslass und über die Wehrfelder basiert auf der Anwendung eines sogenannten ethohydraulischen Diagramms [1]. Dieses Diagramm definiert Fließgeschwindigkeitsklassen im Hinblick auf das Wanderverhalten und die Schwimmfähigkeit von Fischen. Die Klassenbeschreibung sowie die Klassenrichtwerte sind für Äsche und Bachforelle in **Tabelle 1** gegeben.

Ein Beispiel für eine Abflussbeurteilung bezüglich der verhaltensrelevanten Geschwindigkeitsklassen zeigt **Bild 4**. Die violett gefärbten Areale repräsentieren die Bereiche, in denen Fische ihre Orientierung entgegen der Strömung verlieren können und als Folge benachbarte Gebiete durchsuchen müssen, um Bereiche mit geeigneten Fließgeschwindigkeiten zu finden. Die grünen Bereiche sind optimal für die Migration adulter Fische. In den hellgrünen Bereichen ist es auch für Jungfische möglich, sich entgegen der Strömung zu orientieren. Gelbe Bereiche können leistungsschwache Exemplare nur überwinden, wenn dies in sehr kurzer Zeit mit gesteigerter Geschwindigkeit möglich ist.

Tabelle 1: Rheotaktische Geschwindigkeitsbereiche (Quelle: [1])

Geschwindigkeitsbereich [m/s]	Definition
0,00-0,15	Beeinträchtigte Rheotaxis: Die Rheoaktive Geschwindigkeit wird auch für Jungfische unterschritten, so dass sich aufwandernde Fische nicht an der Strömung orientieren können.
0,15-0,30 0,30-1,00	Optimaler Geschwindigkeitsbereich: In diesem Fließgeschwindigkeitsbereich wird die Fließgeschwindigkeit, die eine positive Rheotaxis auslöst, für die Zielarten überschritten, die gesteigerte Schwimmgeschwindigkeit jedoch unterschritten oder allenfalls erreicht. Der untere Wert dieser Klasse beträgt ca. 0,15 m/s für Jungfische und 0,3 m/s für adulte Exemplare der Äsche und Bachforelle.
1,00-1,75	Suboptimaler Geschwindigkeitsbereich: Geschwindigkeiten zwischen Optimum und Pessimum, welche Fische nur für eine relative kurze Zeit halten können. Meist nur von den schwimmstärksten Exemplaren genutzt.
>1,75	Pessimaler Geschwindigkeitsbereich: Geschwindigkeiten höher als die maximale (Sprint-) Geschwindigkeit, welche von Fischen nur wenige Sekunden gehalten werden kann. Er repräsentiert den für Wanderung ungeeigneten Bereich.

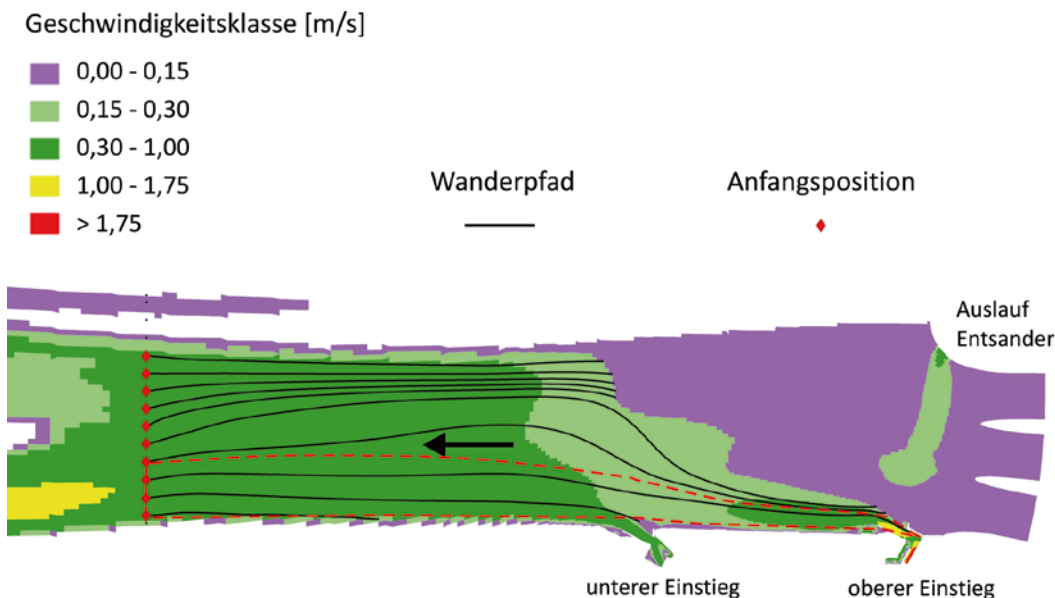


Bild 4: Modellauswertung mit Darstellung der maßgebenden Fließgeschwindigkeitsklassen für das Schwimmvermögen von Äsche und Bachforelle, Startpositionen der Fische im Modell und berechnete Schwimmpfade für die Dotationsvariante: 1,67 m³/s unterer Einstieg, 3,33 m³/s oberer Einstieg, 5,0 m³/s Entsander (Quelle: sje/TIWAG)

3.3 Berechnung der Migrationspfade

Um die Pfade stromaufwärts wandernder Fische zu berechnen, wird ein inverser Lagrangescher Particle-Tracking-Algorithmus verwendet. Die subsequente Position eines Partikels (in diesem Fall eines virtuellen Fisches) in einem stationären Eulerschen Strömungsfeld ist definiert durch:

$$X_{t+\Delta t} = X_t - U_i \Delta t \quad (1)$$

Hierbei ist X die Position (x, y) [m] des Partikels zum Zeitpunkt t, t+1 [s], U_i die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit (u, v) [m/s] in der Zelle i und Δt der Zeitschritt. Δt wurde an die Zellengröße des Modells angepasst.

Der Algorithmus wurde über einen agentenbasierten Ansatz als neues Modul des Habitatmodells CASiMiR-Fish [4] implementiert, indem virtuelle Fische das Verhalten von realen Fischen nachahmen. Zu Beginn der Berechnung werden die Fische an einem Querprofil am unteren Rand des Modells positioniert (Bild 4) und „dürfen“ dann entlang der nach Gl. (1) berechneten Pfade stromaufwärts schwimmen.

Zu jedem Zeitschritt der Berechnung wird überprüft, ob der Fisch seine Bewegung stromaufwärts fortsetzen kann oder nicht. Abhängig von der Schwimmleistung der Zielart werden die Wanderpfade unterbrochen, wenn die Geschwindigkeit in einer Zelle:

- unter einen Grenzwert für eine positive Rheotaxis fällt, welcher für juvenile Äsche und Bachforelle auf 0,15 m/s gesetzt wurde, oder
- den Wert der maximalen Sprintgeschwindigkeit des Fisches übersteigt, welche nach Angaben in Adam und Lehmann [1] 1,75 m/s beträgt (Tabelle 1).

Der Bereich, der alle Pfade einschließt, die den FAA-Eingang erreichen, ist die „rheoaktive Hülle“. Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung der Fließgeschwindigkeiten über der Wassertiefe umfasst diese in Wirklichkeit einen 3-D-Raum. Da ein 2-D-Modell eingesetzt wurde, wird die rheoaktive Hülle durch eine Fläche beschrieben (Bild 4, rote Umrandung).

4 Ergebnisse

Die Szenarien mit verschiedenen Kombinationen der Dotationen durch die FAA-Einstiege, durch den Entsander und variierenden Wehrüberfall erzeugen unterschiedliche Bedingungen für stromaufwärts wandernde Fische. Im Folgenden werden einige Ergebnisse exemplarisch beschrieben.

Fische, die auf der orographisch linken Seite flussaufwärts schwimmen, haben eine gute Chance, den unteren Eingang aufzufinden. Äschen, welche bevorzugt ufer- und bodenfern im Stromstrich schwimmen, und eher am Ufer wandernde Bachforellen haben gleich gute Chancen, den Einstieg zu erreichen. Aufgrund der in den letzten Jahren beobachteten Gewässermorphologie im Abschnitt unterhalb des Wehrs sind am linken Ufer tendenziell größere Wassertiefen als am rechten Ufer zu erwarten, so dass davon ausgegangen werden kann, dass beim Mindestabfluss die linke Flussseite bevorzugt wird.

Bei einem Mindestabfluss von insgesamt 5 m³/s bringt ein Aufteilen des Abflusses in 3,33 m³/s am unteren Einstieg und 1,67 m³/s beim oberen Einstieg einen geringen Vorteil im Gegensatz zum umgekehrten Fall, die rheotaktische Hülle ist etwas vergrößert (**Bilder 5a** und **5b**). Der obere Einstieg ist in diesem Fall für migrierende Fische nicht „direkt sichtbar“, da seine Leitströmung im Wehrkolk in relativ geringem Abstand zum Einstieg verschwindet und die Fließgeschwindigkeit unter den rheotaktischen Richtwert fällt. Jedoch bietet er Fischen, die den unteren Einstieg verpasst haben und aktiv am Wehr entlang suchen, eine Möglichkeit den Einstieg in die FAA zu finden. Eine Verdopplung des Abflusses durch den oberen Einstieg von 1,67 m³/s auf 3,33 m³/s verlängert den für Fische „sichtbaren“ Bereich im Kolk von ca. 20 m auf 40 m (Bild 5 b).

Die Situation ändert sich deutlich, wenn die Mindestdotations von 5 m³/s durch einen Wehrüberfall überlagert wird. Exemplarisch wird bei einem Überfall von 35 m³/s eine Abfuhr über das rechte und mittlere Wehrfeld betrachtet. Bei den hohen Fließgeschwindigkeiten im Zentrum und entlang des linken Ufers ist es wahrscheinlich, dass Fische bei dieser Abflusssituation

rechtsufrig stromauf wandern (**Bild 5c**). Somit ist zu erwarten, dass die meisten Fische in den Kolk vor dem Wehr ziehen. Dort ist es für sie möglich, durch aktives Suchen den oberen Einstieg aufzufinden. Daher wird es als sinnvoll angesehen, dass die Dotation im oberen Einstieg während dieser Phasen erhöht wird.

5 Diskussion

Das Wanderverhalten von Fischen wird im vorgestellten Modell auf die hydraulischen Komponenten und hierbei die Rheotaxis reduziert. Eine Einbeziehung des Suchverhaltens und aktiv-passive Verhaltensmuster könnten die Genauigkeit des Modells verbessern. Die Korrelation der Modellergebnisse mit dem Verhalten von Fischen könnte mittels Telemetrie-Daten untersucht werden und die im Modell verwendeten Annahmen könnten verifiziert und ggf. optimiert werden. Ebenso könnte die Anwendung von 3-D-HN-Modellen die Methode verbessern und besonders in der Umgebung der FAA-Einstiege und bei großen Wassertiefen die Bestimmung der rheoaktiven Hülle eine weitere Dimension hinzufügen.

Die vorgeschlagene Methode stellt einen innovativen und verbesserten, aber dennoch vereinfachten Ansatz dar, das Wanderverhalten von Fischen zu modellieren. Die genauen Mechanismen der Fischwanderung sind bislang nicht in allen Details bekannt. Der vorliegende Ansatz basiert auf der Annahme einer „idealen“

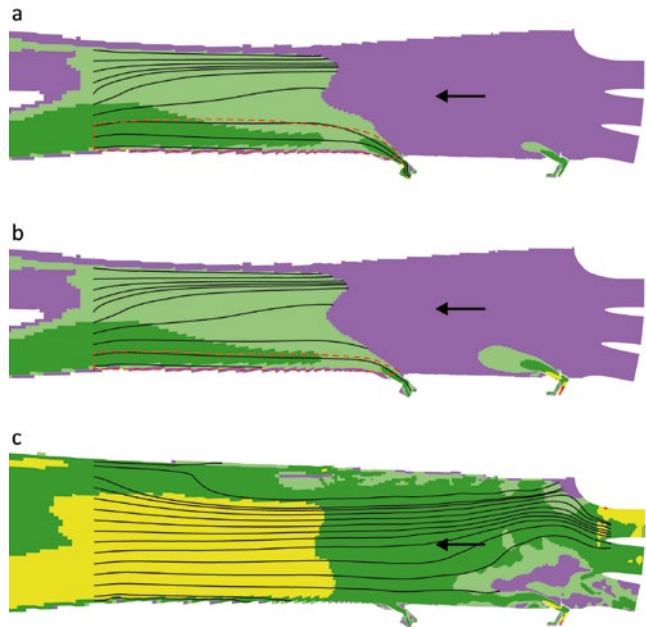


Bild 5: Maßgebende Geschwindigkeitsklassen (Tabelle 1) und Fischschwimmpfade für folgende Dotationsvarianten: a) unterer Einstieg 3,33 m³/s, oberer Einstieg 1,67 m³/s; b) unterer Einstieg 1,67 m³/s, oberer Einstieg 3,33 m³/s; c) unterer Einstieg 1,67 m³/s, oberer Einstieg 3,33 m³/s, rechtes Wehrfeld 21 m³/s, mittleres Wehrfeld 14 m³/s (Quelle: sje/TIWAG)

Energie aus Wasser

Unsere logische Alternative



ANDRITZ HYDRO ist innerhalb der ANDRITZ Gruppe einer der größten Anbieter im Markt für hydraulische Stromerzeugung. Am Standort in **Ravensburg** – mit ca. 500 Mitarbeitern – wickeln kompetente Teams weltweit komplexe Projekte erfolgreich ab. Die tiefen Kenntnisse im Engineering für Francis- und Pump-

turbinentechnologie basieren auf langjährigen Erfahrungen, ständiger Qualifizierung der Mitarbeiter und Innovationskraft. In den eigenen Werkhallen werden Turbinenkomponenten wie Laufräder, Absperrvorrichtungen mit höchster Präzision gefertigt und das inzwischen seit über 150 Jahren.

ANDRITZ HYDRO GmbH

Escher-Wyss-Weg 1, 88212 Ravensburg, Tel: +49 (751) 295 11-0, Fax +49 (751) 295 11-999, Email: contact-hydro.de@andritz.com

www.andritz.com/hydro-de

Rheoreaktion, also darauf dass sich Fische entgegen der Strömung orientieren. Er fokussiert sich auf die Strömung und vernachlässigt weitere Aspekte des Wanderverhaltens, wie z. B. das periodisch auftretende aktiv-passive Abtreiben bei Erschöpfung [10] oder ein aktives Suchverhalten bei Verlust der klaren Strömungsorientierung. Dennoch zeigt bereits dieser vereinfachte Ansatz, dass die modellhafte Abbildung einer Bewegung gegen die Fließrichtung bei der Annäherung an Querbarrieren deutlich weitergehende Aussagen liefert als die reine Betrachtung von Geschwindigkeitsklassen. Die Berücksichtigung von durchgehenden Migrationspfaden führt zu einer umfassenderen Beurteilung und ermöglicht eine Erhöhung der Planungssicherheit bezüglich der Auffindbarkeit von FAA. Die Ausprägung der Leitströmung kann für verschiedene Abflussbedingungen und morphologische Szenarien analysiert werden. Die vorgeschlagene Methode ist ein Planungs-Werkzeug, das wichtige Hinweise zur Optimierung der Position von Einstiegen, sowie der Richtung und Stärke der Leitströmung geben kann und so eine verbesserte FAA-Auslegung unterstützt.

Die Ausprägung der Leitströmung kann mit dem neuen CASiMiR-Modul für verschiedene Abflussbedingungen und morphologische Szenarien bestimmt werden. Dies ist vor allem bei Gewässern mit hoher Dynamik von Bedeutung, da sich die Geometrie unterhalb von Querbauwerken im zeitlichen Verlauf verändern kann.

Durch den Vergleich mit 2-D- oder 3-D-Telemetriedaten, mit welchen das Verhalten von Fischen unterhalb von Migrations-

barrieren untersucht werden kann, sollten weitere Erkenntnisse über die Beziehung zwischen Fischbewegungspfaden und vorhandene Präferenzen hinsichtlich der Strömungsausprägung gewonnen werden. Diese könnten Eingang in den agentenbasierten Ansatz Eingang finden.

Autoren

Dr.-Ing. Ianina Kopecki

Dr.-Ing. Matthias Schneider

Dr.-Ing. Jeffrey A. Tuhtan

sje – Ecohydraulic Engineering GmbH

Viereichenweg 12

70569 Stuttgart

kopecki@sjeweb.de

mailbox@sjeweb.de

tuhtan@sjeweb.de

Dipl.-Ing. Johannes Ortlepp

HYDRA Büro für Gewässerökologie Mürle und Ortlepp

Mühlweg 17

75223 Öschelbronn

ortleppj@gmail.com

DI Stefan Thonhauser

Dr. Martin Schletterer

TIWAG – Tiroler Wasserkraft AG

Eduard-Wallnöfer-Platz 2

6020 Innsbruck, Österreich

stefan.thonhauser@tiwag.at

martin.schletterer@tiwag.at

Ianina Kopecki, Matthias Schneider, Jeff A. Tuhtan, Johannes Ortlepp, Stefan Thonhauser and Martin Schletterer

Fishway Attraction Flow: Assessment and Optimization using Ethohydraulic Modelling

Local detectability is one of the key aspects in establishing functional fish passage structures. Herein we present a novel method as extension of the habitat analysis system CASiMiR for assessing the attraction flow towards a fish pass. The method combines state-of-the-art 2D-hydrodynamic-modelling with recent findings from ethohydraulics. Computed flow velocity fields are evaluated using the "ethohydraulic diagram" allowing for the determination of regions with flow velocities below rheotaxis thresholds as well as those exceeding the critical velocity of target fish species. Additionally, computed pathlines using an agent-based modeling approach allow for the analysis of possible upstream migration paths assuming ideal rheotaxis. The method allows for an adaptive fish passage design including the optimization of an entrance position and geometry in conjunction with the amount of attraction flow.



Weitere Empfehlungen aus
www.springerprofessional.de:

Ethohydraulik

Adam, B.; Appelhoff, D.: Ethohydraulik — Die Kunst aufsteigende Fische am Kraftwerk abzuholen. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 07-08/2015. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
www.springerprofessional.de/link/6109990

Jäger, P.: Funktionskontrolle von Fischwanderhilfen in Österreich. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 07-08/2015. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
www.springerprofessional.de/link/6110036

Literatur

- [1] Adam, B.; Lehmann, B.: Ethohydraulik. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
- [2] BAW(Hrsg.): Leitbildkatalog. 2012. (www.baw.at; Aufruf: 01.07.2016).
- [3] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.): Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen. 2012 (www.lebensministerium.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewasser_ngp/massnahmenprogramme/leitfaden_fah; Abruf: 01.07.2016).
- [4] Sje (Hrsg.): CASiMiR. (www.casimir-software.com; Aufruf: 01.07.2016).
- [5] Daraio, J. A.; Weber, L. J.; Newton, T. J.; Nestler, J. M.: A methodological framework for integrating computational fluid dynamics and ecological models applied to juvenile freshwater mussel dispersal in the Upper Mississippi River. In: Ecological Modelling 221 (2010), Nr. 2, S. 201-214.
- [6] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und ländlichen Raum NRW (Hrsg.): Handbuch Querbauwerke. Düsseldorf, 2005.
- [7] Goodwin, R. A.; Nestler, J. M.; Loucks, D. P.; Chapman, R. S.: Simulating Mobile Populations in Aquatic Ecosystems. In: Journal of Water Resources Planning and Management 127 (2001), Nr. 6, S. 386-393.
- [8] Goodwin, R. A.; Nestler, J. M.; Anderson, J. J.; Weber, L. J.; Loucks, D. P.: Forecasting 3-D fish movement behavior using a Eulerian-Lagrangian-agent method (ELAM). In: Ecological Modelling 192 (2006), Nr. 1, S. 197-223.
- [9] Nujić, M.: Hydro_AS-2d, ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis – Benutzerhandbuch. Rosenheim, 2006.
- [10] Pavlov, D. S.: Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR. In: FAO Fisheries Technical Paper (1989), Nr. 308.
- [11] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. In: DWA-Merkblätter (2014), M 509.
- [12] Schletterer, M.; Reindl, R.; Thonhauser, T.: Options for re-establishing river continuity, with an emphasis on the special solution "fish lift": examples from Austria. In: Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA) 4/1: 109128, 2016.