

Flussabwärts gerichtete Fischwanderung an mittelgroßen Fließgewässern in Österreich

Fragen zur flussabwärts gerichteten Wanderung von Fischen und die dabei auftretenden Einflüsse von Wasserkraftwerken gewinnen in letzter Zeit zunehmend an Bedeutung. Gerade bei potamodromen Fischarten sind erhebliche Wissensdefizite vorhanden. Hauptziele des hier vorgestellten Projektes sind daher die Erfassung des Ausmaßes stromab gerichteter Wanderungen sowie die Dokumentation der Schädigungen ausgewählter heimischer Fischarten bei der Turbinenpassage. Durch Feld- und Laborversuche sowie Modelle wird der Einfluss der Turbinenpassage auf Fischpopulationen bewertet.

Josef Schneider, Clemens Ratschan, Paul Heisey, Chris Avalos, Jeffrey Tuhtan, Christian Haas, Walter Reckendorfer, Martin Schletterer und Andreas Zitek

1 Einleitung

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fordert die Erhaltung bzw. Erreichung des guten ökologischen Zustandes bzw. Potenzials für Oberflächengewässer. Fische sind ein wesentliches biologisches Qualitätselement (BQE), welches als Indikator für den ökologischen Zustand, insbesondere für hydromorphologische Belastungen von Fließgewässern, verwendet wird. Um den Zielzustand zu erreichen, wurde in Österreich und Deutschland als eine prioritäre Maßnahme die Sanierung von Kontinuumsunterbrechungen gesetzlich verankert.

Der Schwerpunkt der Maßnahmen in den ersten beiden Umsetzungsperioden der WRRL liegt auf der Wiederherstellung flussaufwärts gerichteter Wanderungen, hinsichtlich Fischschutz und Fischabstieg sieht der Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan noch Forschungsbedarf [1]. Wesentliche Faktoren sind das Einzugsgebiet (diadrome vs. potamodrome Arten), die Lage im Flusssystem (Rhithral vs. Potamal) und der Anlagentyp (Klein- vs. Großkraftwerk) sowie der eingesetzte Turbinentyp [2], [3]. Daher wurden in Österreich verschiedene Forschungsprojekte initiiert, welche diese Fragestellung in verschiedenen Skalen analysieren:

- I) ein Projekt beschäftigt sich mit dem Aspekt Fischabstieg an Kleinwasserkraftwerken [4],
- II) das FIDET-Projekt analysiert Fischpräsenz und Fischverhalten in alpinen Gewässern [3] und

III) das gegenständliche Projekt analysiert vor allem die Auswirkungen von Turbinen bedingter Mortalität auf heimische Fischpopulationen.

Fragen zur Flussabwärtswanderung von Fischen durch Turbinen von Wasserkraftwerken haben in letzter Zeit auch international an Bedeutung gewonnen. Der Fokus lag hier zumeist auf der Erforschung der Flussabwärtswanderung diadromer Fischarten, wie Aal und Lachs. Seit einigen Jahren werden nun auch die Flussabwärtswanderungen sowie standortspezifische Schädigungsraten anderer heimischer Fischarten untersucht, wobei zunehmend auch Anlagen mittlerer Größe betrachtet werden [5], [6].

Grundsätzlich spielen aus Sicht einer transparenten Entscheidungsfindung im Sinne der WRRL sowohl eine schlüssige Argumentation hinsichtlich der zu erwartenden Schädigungen auf das Populationsniveau als auch die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen eine Rolle. Die Verhältnismäßigkeit ist insofern relevant, als Maßnahmen zum Fischschutz sehr hohe Kosten und technische bzw. betriebliche Risiken mit sich bringen. Gleichzeitig können alternative Möglichkeiten, beispielsweise Maßnahmen zur Stützung der Populationen durch Verbesserung des Lebensraums und damit der Reproduktion unter Umständen in Hinblick auf die angestrebten Ziele deutlich effizienter sein.

Um zu beurteilen, mit welchen Maßnahmen die Ziele der WRRL am effizientesten erreicht werden können, ist eine populationsbiologische Betrachtung notwendig. Im Hinblick auf die Effizienz und Notwendigkeit von Fischschutzmaßnahmen ist hierfür die Beantwortung von drei Forschungsfragen erforderlich:

- In welchem Ausmaß sind anhand des Wanderverhaltens Turbinendurchgänge unterschiedlicher Stadien der heimischen Fischarten zu erwarten?
- In welchem Ausmaß sind die Fische unterschiedlicher Altersklassen beim Turbinendurchgang signifikanten Schädigungen unterworfen?
- Welche Auswirkungen haben die erhobenen Verletzungsraten auf Populationsniveau?

Die Beantwortung dieser Fragen erfordert Untersuchungen an allen potenziell betroffenen Entwicklungsstadien und zu allen

Kompakt

- In Österreich gibt es derzeit keinen Stand der Technik hinsichtlich Fischschutz und Fischabstieg.
- Bei potamodromen Arten gibt es große Wissensdefizite.
- Ziel des Forschungsprojektes ist es, durch eine Kombination innovativer Methoden die Auswirkungen von Turbinen bedingter Mortalität auf heimische Fischpopulationen zu analysieren.

Fördergesellschaft

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)

Fördernehmer - Auftraggeber

- Energie AG Kraftwerke
- Ennskraft
- EVN
- E-Werke Reutte
- Illwerke
- KELAG
- LINZ STROM

Oesterreichs Energie

- ÖBB
- Salzburg AG
- TIWAG
- Verbund Hydro Power
- Wels Strom
- Wien Energie

Auftragnehmer

DI Dr. Andreas Zitek, MSc
(EcoScience)

Technische Universität Graz
(TU Graz)

ezb-TB Zauner GmbH

Sub-Auftragnehmer

Tallinn University of
Technology

I AM HYDRO GmbH

Paul Heisey,
Normandeau Ass. Inc.

© Schneider

Bild 1: Beteiligte Partner des Projektes

signifikanten Schädigungsursachen, wie Schädigungen durch Kontakt mit mechanischen Bauteilen (Turbinenschaufeln) und auch Auswirkungen schneller Druckschwankungen (Barotrauma). Die dazu notwendigen Methoden werden im vorliegenden Projekt z. T. neu entwickelt, weiterentwickelt bzw. erstmals in Österreich angewandt. Die Neuheit des hier vorgestellten Projektes liegt darin, dass

1. erstmals in Europa umfassend eine Kombination modernster Technologien zur Bewertung möglicher Schäden unterschiedlicher Altersstadien beim Turbinendurchgang für ausgewählte typische Fischarten angewandt wird,

2. durch die Weiterentwicklung des „Barotrauma Detection Systems“ (BDS) und dessen Einsatz in Österreich Erfahrungen hinsichtlich physikalischer Parameter beim Turbinendurchgang von Fischen gewonnen werden können,
3. durch die Errichtung einer Barotrauma-Kammer an der TU Graz erstmals in Europa Untersuchungen hinsichtlich druckänderungsbedingter Schädigung beim Turbinendurchgang an heimischen Fischarten möglich sind,
4. durch eine entsprechende Modellbildung zwischen physikalischen Parametern und Schädigungsraten eine Übertragbarkeit auf nicht untersuchte Standorte erreicht wird,

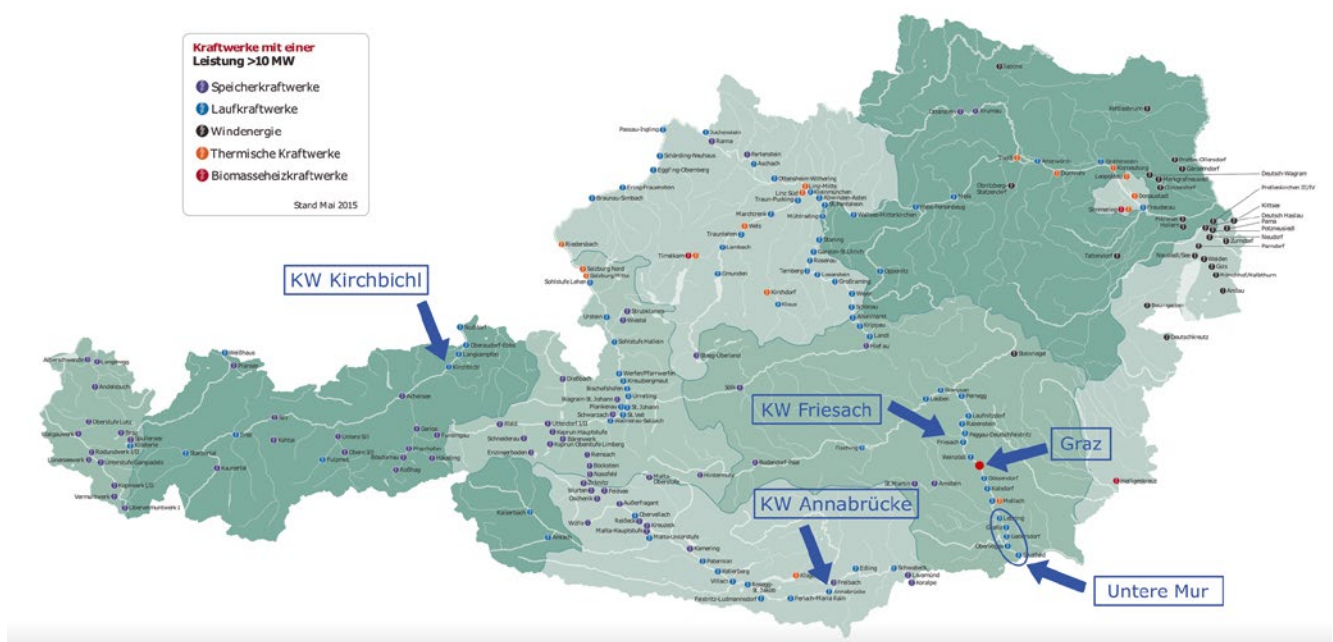


Bild 2: Übersichtskarte Projektstandorte

5. das Ausmaß von stromab gerichteten (Rück-) Wanderungen von Fischpopulationen in einer längeren Flussstrecke mit mehreren Kraftwerksanlagen, an denen Fischaufstiegsanlagen errichtet sind, untersucht wird, und dass
 6. diese Ergebnisse auf Basis eines altersklassenbasierten, dynamischen Modells auf Populationsniveaus umgelegt werden.
- Die Zusammensetzung der beteiligten Projektpartner ist in **Bild 1** dargestellt.

2 Methodische Grundlagen des Projektes

Im Folgenden werden die jeweiligen methodischen Ansätze zur Beantwortung der Forschungsfragen präsentiert. **Bild 2** zeigt eine Übersicht der Standorte, in denen spezifische Untersuchungen vorgesehen sind.

2.1 Erfassung der stromabwärts gerichteten Fischwanderung

Eine wesentliche Fragestellung im Projekt ist die flussabwärtsgerichtete Nachlaichwanderung von Adultfischen. Dabei werden der Anteil von Fischen einer Population, die über ein oder mehrere Kraftwerke flussauf aber auch flussab wandern sowie deren Abstiegswege untersucht. Erfasst werden des Weiteren die zeitlichen Muster sowie die Unterschiede von Arten.

Für diese Untersuchungen kommen telemetrische Methoden, wie Passive-Integrierte-Transponder (PIT), zum Einsatz, die eine schonende Individualmarkierung einer großen Zahl von Fischen und ihre Lokalisierung im Bereich von Fischaufstiegsanlagen gestatten. Die Tiere werden mittels Reusen- und Elektrofischungen gefangen. Zudem ermöglichen Telemetrie-Transmitter eine laufende Lokalisierung der markierten Fische auch im Bereich der Stauräume.

Diese Methodik soll an den Kraftwerksstandorten Lebring, Gralla, Gabersdorf, Obervogau und Spielfeld, entlang der unteren Mur in der Steiermark (**Bild 2**) eingesetzt werden. Diese Kraftwerks-Kette ist mit Fischaufstiegsanlagen ausgestattet, die in den letzten Jahren gemäß dem Stand der Technik errichtet wurden. Der dort vorkommende Fischbestand setzt sich auch aus den Mittelstrecken-Wanderern Nase und Barbe zusammen, welche erwiesenermaßen die Fischaufstiegsanlagen für strom-

aufgerichtete Laichwanderungen nutzen. Anzumerken ist, dass teilweise auch die vorhandenen Fischaufstiegsanlagen für den Abstieg genutzt werden. Die gewonnenen Daten werden mit publizierten Daten aus der wissenschaftlichen Literatur verglichen und entsprechend interpretiert.

2.2 Erfassung der physikalischen Bedingungen beim Turbinendurchgang

Die physikalischen Parameter in Turbinen, denen Fische beim Durchgang ausgesetzt sind, werden durch speziell entwickelte Sensoren (**Bild 3 links**), die flussauf in den Turbinenzulauf zugegeben werden und durch die Turbinen durchtreiben, systematisch erfasst.

Die Sensoren werden vom Centre for Biorobotics der Tallinn University of Technology (CfB) entwickelt und als BDS bezeichnet. Sie beinhalten 3-D-Rotationssensoren, 3-D-lineare Beschleunigungssensoren, einen 3-D-Orientierungssensor, drei Drucksensoren sowie einen Temperatursensor. Das Wiederauffinden erfolgt mittels Ballon tags [7]. Die Dichte des BDS entspricht jener des umgebenden Wassers und die Komponenten sind so angeordnet, dass der Schwerpunkt in der Mitte liegt. Die maximale Messfrequenz liegt bei 1 000 Hertz. Das BDS speichert die Daten auf eine SD-Karte, die nach der Bergung des Sensors ausgelesen wird.

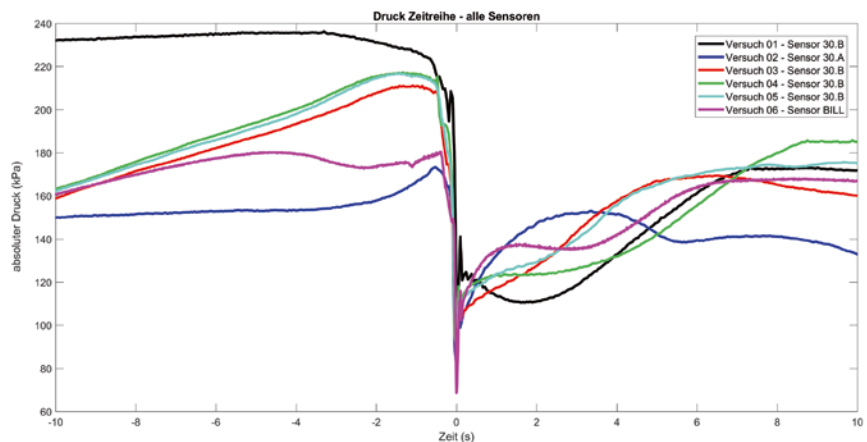
Bild 3 rechts zeigt ein Beispiel von Druckverläufen von BDS bei einem Turbinendurchgang. Deutlich erkennbar ist bei den meisten Durchgängen der Druckanstieg, bis die Sensoren die Laufradebene erreichen. An dieser Stelle kommt es zu einem rapiden Druckabfall. Direkt nach dem Laufrad steigt der Druck wieder in Abhängigkeit vom Unterwasserspiegel an. Augenscheinlich ist das breite Band von Drücken, das durch die unterschiedlichen Zugabetiefen, aber auch durch die verschiedenen Wanderwege (Stromlinien) erklärbar ist.

2.3 Feststellung von möglichen Schädigungen von Fischen beim Turbinendurchgang

Bei diesem Arbeitspaket des Projektes geht es um die Schädigungsraten von Fischen, die durch Turbinen wandern, wobei hier das besondere Augenmerk auf Schädigungen gelegt wird, die durch Anlagenteile (z. B. Leitapparat, Laufradschaufeln) hervorgerufen werden. Es werden bei Freilandversuchen an zwei Standorten die Verletzungs- und Überlebensraten bei der



Bild 3: BDS-Sensor



© Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Graz, (links) und Druckverlauf beim Durchgang eines BDS durch die Turbinen der Anlage Friesach (rechts)

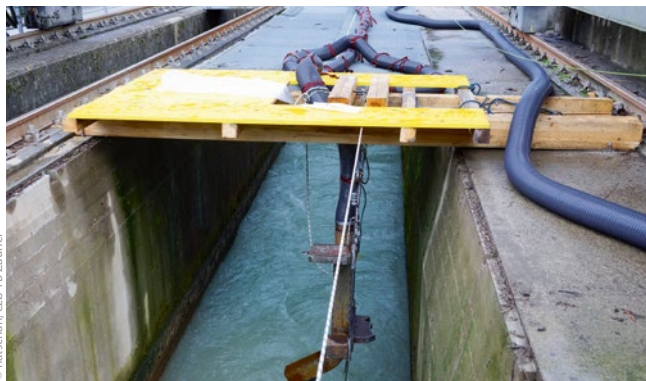


Bild 4: Injektionseinheit zur Absenkung in den Zulauf der Turbine (links), Aitel mit aufgeblasenen Ballon tags (rechts)

Passage adulter und juveniler Fische der charakteristischen Leitfischarten Nase, Aitel und Äsche durch Turbinen sowie die Schweregrade an Verletzungen untersucht.

Dabei werden Ballon tags sowie Telemetriesender an den Versuchstieren befestigt und diese über Injektionsvorrichtungen in den Einlaufbereich der Turbinen geschickt. Die im Laufe der Jahre von der Firma Normandeau Associates Inc speziell entwickelten Ballon tags [7] haben die Eigenschaft, dass sie sich nach dem Durchgang durch die Turbine automatisch aufblasen, so dass die Fische im Unterwasser mittels Booten wieder eingesammelt werden können.

Die Fische werden einerseits sofort auf augenscheinliche Verletzungen untersucht, andererseits weitere 48 Stunden gehältert und beobachtet, damit auch Spätfolgen des Durchganges erfasst werden können. In **Bild 4** links ist ein Beispiel für die vorgesehene Zugabeeinheit ersichtlich. Das Bild 4 rechts zeigt einen wiedergefangenen Adultfisch nach dem Turbinendurchgang mit aufgeblasenen Ballon tags.

2.4 Barotrauma – Klassifizierung der Fischarten hinsichtlich Sensibilität für Schädigungen beim Turbinendurchgang

Hinsichtlich der Beurteilung der Sensibilität einzelner repräsentativer Fischarten bezüglich Schäden, die druckbedingt auftreten können [8], werden Versuche an Larven und Jungfischen in einer Druckkammer durchgeführt [9]. **Bild 5** zeigt die schema-

tische Systemskizze einer Barotrauma-Kammer. Die in den Kammern eingesetzten Fische werden dabei mittels eines sich sehr schnell bewegenden Kolbens, der in die Kammer ragt, instationären Druckverläufen ausgesetzt.

In Österreich wird eine solche Kammer erstmals installiert, was wesentlich ist, um Versuche mit heimischen Fischarten durchführen zu können. Die Kammer wird vom Ingenieurbüro I am Hydro GmbH entwickelt und an der TU Graz errichtet. Für diese Versuche werden Fischarten unterschiedlicher Gruppen der Familien *Cyprinidae*, *Thymallidae*, *Salmonidae* und *Percidae* eingesetzt. In der Druckkammer können die Druckverläufe, wie sie bei unterschiedlichen Turbinen auftreten, nachgebildet und somit Turbinendurchgänge für die in der Kammer eingesetzten Fische simuliert werden. Beim Versuch werden zuerst die Fische von oben in die Kammer eingebracht und je nach der Ausgangstiefe, in der diese natürlicherweise migrieren, bis zu 24 Stunden an einen bestimmten Ausgangsdruck akklimatisiert. Der Druck wird über die Wasserzu- und -ableitung eingestellt. Danach erfolgt die entsprechende plötzliche Änderung des Druckverlaufes durch die Bewegung eines Kolbens.

Nach den Versuchen werden charakteristische barotraumatische Effekte, wie Verletzungen der Schwimmblase, Gasblasen oder Hämorrhagien, erfasst. Die Fische werden hinsichtlich verzögerter Effekte 48 bis 72 Stunden nach der Versuchsdurchführung beobachtet.

2.5 Blade-Strike- sowie CFD-Modellierung

Die mit Feldversuchen und Tests im Labor ermittelten Daten werden mit Hilfe von Blade-Strike-Modellen aber auch mittels

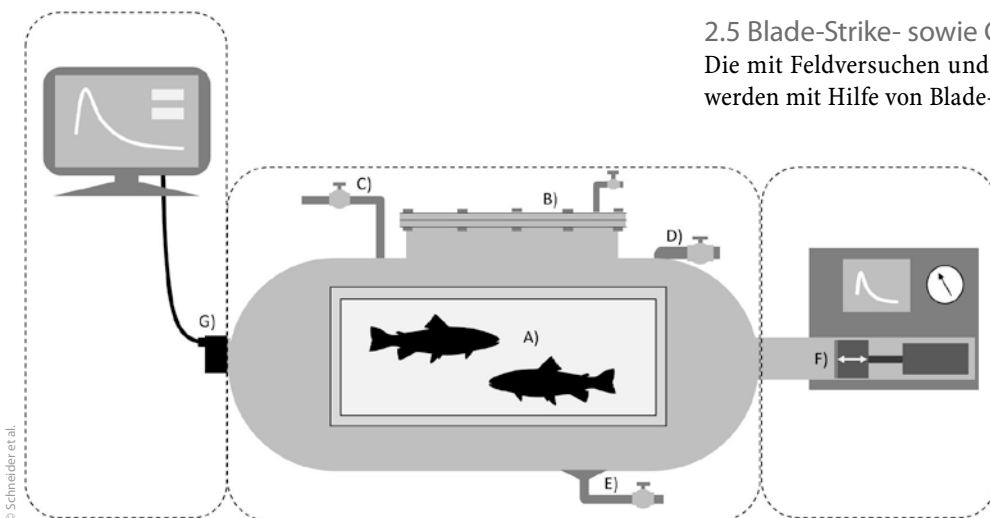


Bild 5: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur barotraumatischen Untersuchung: A) Druckkammer mit Sichtfenster; B) abnehmbarer Deckel mit integrierter Entlüftung; C) Frischwasserzufuhr; D) Wasserabfuhr; E) Bodenablass; F) Steuereinheit mit integriertem, pneumatischen Kolben; G) Monitoring-Einheit für Wasserqualitätsparameter

herkömmlicher numerischer Modellierung (CFD) weiterverarbeitet [10].

Mittels Blade-Strike-Modellen kann man die Wahrscheinlichkeit der Kollision von Fischen mit Turbinenschaufeln ermitteln. Dabei gehen Parameter, wie Turbinentyp, Form und Anzahl der Schaufeln, Drehzahl, Durchmesser der Turbine aber auch Größe und Orientierung sowie Form der Fische, in die Formeln ein.

Hydrodynamische CFD-3-D-Modelle ermöglichen die Strömung in der Turbine zu simulieren, wobei damit z. B. Fließgeschwindigkeiten oder Drücke an jeder beliebigen Stelle berechnet werden können. Die Modelle können mit den BDS-Daten kalibriert werden und die Ergebnisse dieser Modellierungen gehen in die Populationsmodellierung ein.

2.6 Modellierung von Fischpopulationen unter den gegebenen Einflussfaktoren hinsichtlich Fischwanderung, Habitatverfügbarkeit und möglichen Schädigungen

Um die in diesem Projekt behandelten Fragen schlussendlich beantworten zu können, sind so genannte strukturierte Altersklassenmodelle notwendig. Diese Modelle erlauben es, den Einfluss unterschiedlicher Mortalitätsfaktoren auf verschiedene Alters- oder Größenklassen zu modellieren [11] sowie den Effekt von Fischschutzmaßnahmen in mittleren bis großen Gewässern auf Populationen im Vergleich zu alternativen Maßnahmen zu beurteilen. Das im Rahmen dieses Projektes eingesetzte und entsprechend den Notwendigkeiten des Projektes angepasste und erweiterte FishPop-Modell ist speziell zur Simulation für Wanderungen von potamodromen Fischarten in energiewirtschaftlich genutzten Gewässern entwickelt worden [12]. Die Erstellung verschiedener Szenarien sowie eine umfassende Sensitivitätsanalyse dienen zur Identifikation von Schlüsselfaktoren und Schlüsselaltersstadien sowie der letztendlichen Bewertung der Auswirkung von turbinenbedingten Schädigungen in Bezug zu anderen Faktoren, wie z. B. der Habitatqualität oder der Wirkung von Fischschutzmaßnahmen.

Bild 6 zeigt das Konzept, das hinter dem Altersklassenmodell steht. Dabei werden mögliche Schädigungen auf die einzelnen Altersstadien angewendet, und die resultierende Altersklassen-

stärke je Jahr berechnet (Bild 6 links). Zusätzlich können mittels der FishPop-Software auch Habitatverfügbarkeit und Qualität, unterschiedliche Effizienzen der Auf- und Abwanderung an multiplen Querbauwerken, zufällige Umweltschwankungen, wie z. B. Hochwasser oder besonders gute oder schlechtere Fortpflanzungsbedingungen, berücksichtigt werden (Bild 6 rechts).

3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der vorliegende Beitrag beschreibt die methodischen Ansätze eines aktuellen Forschungsprojektes, das sich vor allem mit den Auswirkungen der Schädigung von Fischen beim Turbinendurchgang auf Fischpopulationen in mittelgroßen alpinen Gewässern befasst. Dabei werden einerseits umfassende Feldversuche sowie Beobachtungen im Labor durchgeführt und mit bekannten Informationen aus der Literatur verglichen und kombiniert, andererseits kommen hydraulische und ökologische Modelle zum Einsatz. Da zurzeit noch wenig Kenntnisse bezüglich Flussabwärtswanderung potamodromer Arten in Österreich bzw. Europa verfügbar sind, wird dieses Forschungsprojekt, das Ende 2019 abgeschlossen sein wird, neue Kenntnisse bezüglich Flussabwärtswanderung und damit verbundene Auswirkung der Wasserkraftnutzung auf Fischpopulation hervorbringen. Ziel ist es, wissenschaftliche Grundlagen für die Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung und zum Schutz von Fischpopulationen zu schaffen.

Danksagung

Das hier beschriebene Projekt „Flussabwärts gerichtete Fischwanderung an mittelgroßen Fließgewässern in Österreich: Populationsbiologische Grundlagen und Implikationen für den Fischschutz und Fischabstieg“ ist ein Forschungsprojekt von Oesterreichs Energie Forschung & Innovation. Das Projekt wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen eines Collective Research Projektes (857 801) gefördert.

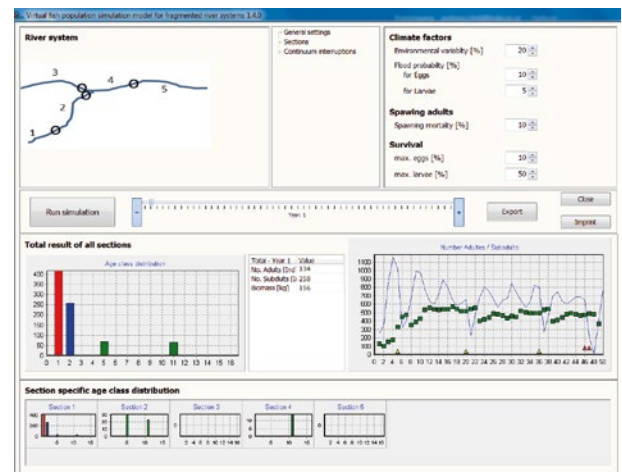
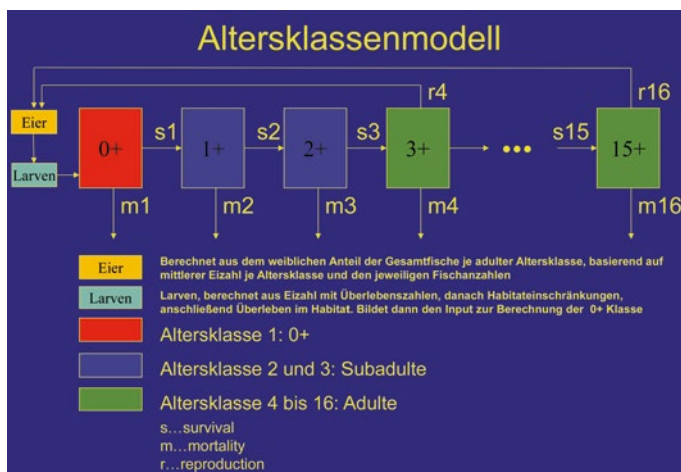


Bild 6: Konzept des strukturierten Altersklassenmodelles: Berechnungsschritte des Altersklassenmodelles (links), Eingabemaske FishPop-Modell (rechts)

Autoren

DI Dr. Josef Schneider

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Graz
Stremayrgasse 10
8010 Graz, Österreich
schneider@tugraz.at

Mag. Clemens Ratschan

ezb-TB Zauner GmbH
Marktstrasse 35
4090 Engelhartzell, Österreich
ratschan@ezb-fluss.at

Paul G. Heisey

J. Christopher Avalos
Normandeau Associates, Inc.
1921 River Road,
Drumore, PA 17518, USA
pheisey@normandeau.com
cavalos@normandeau.com

Dr. Jeffrey A. Tuhtan

Centre for Biorobotics, Department of Computer Systems
Tallinn University of Technology
Akadeemia tee 15A – 111
Tallinn 12618, Estland
jetuht@ttu.ee

Ing. Christian Haas

I am Hydro GmbH
Märtishofweg 2
78112 St. Georgen
Christian.haas@iamhydro.com

Mag. Dr. Walter Reckendorfer

Verbund Hydro Power GmbH
Europaplatz 2
1150 Wien, Österreich
Walter.Reckendorfer@verbund.com

Mag. Dr. Marin Schletterer

Tiroler Wasserkraft AG-TIWAG
Eduard-Wallnöfer-Platz 2
6020 Innsbruck, Österreich
Martin.schletterer@tiwag.at

DI Dr. Andreas Zitek, M. Sc.

EcoScience
Alois-Czedik-Gasse 3/4, 1140 Wien
Andreas.zitek@ecoscience.at

Literatur

- [1] Böttcher, H.; Unfer, G.; Zeiringer, B.; Schmutz, S.; Aufleger, M.: Fischschutz und Fischabstieg – Kenntnisstand und aktuelle Forschungsprojekte in Österreich. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft (2015).

- [2] Reckendorfer, W.; Loy, G.; Ulrich, J. et al.: Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation – die Sicht der Betreiber großer Wasserkraftanlagen. In: WasserWirtschaft 107 (2017), Heft 2-3, S. 82-86.
- [3] Schmidt, M.; Schletterer, M.: Fischdetektion an großen Flusskraftwerken – Fallbeispiel Kirchbichl. In: WasserWirtschaft 107 (2017), Heft 2-3, S. 65-70.
- [4] Rauch, P.; Pinter, K.; Pröll, F. et al.: Fischschutz und Fischabstieg – Darstellung der Forschungsaktivität in Österreich. In: Universität für Bodenkultur Wien (Hrsg.), Limnologie der Zukunft, Tagungsband, 2016.
- [5] Holzner, M.: Untersuchungen über die Schädigungen von Fischen bei der Passage des Mainkraftwerks Dettelbachs. Dissertation an der Technischen Universität München, Inst. f. Tierwissenschaften, 2000.
- [6] Schneider J.; Hübner, D.; Korte, E.: Funktionskontrolle der Fischaufstiegs- und Fischabstiegshilfen sowie Erfassung der Mortalität bei Turbinendurchgang an der Wasserkraftanlage Kostheim am Main. Frankfurt am Main, 2012.
- [7] Heisey, P. G.; Mathur, D.; Rineer, T.: A reliable tag-recapture technique for estimating turbine passage survival: application to young-of-the-year American shad (*Alosa sapidissima*). In: Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49 (1992), Nr. 9, S. 1 826-1 834.
- [8] Brown, R. S.; Colotelo, A. H.; Pflugrath, B. D. et al.: Understanding barotrauma in fish passing hydro structures: a global strategy for sustainable development of water resources. In: Fisheries 39 (2014), Nr. 3, S. 108-122.
- [9] Miller B.; Boys C.: Design of Specialist Barochambers for the Study of Barotrauma. In: 11th ISE 2016, Melbourne, Australia, 2016, S. 440-447.
- [10] Deng, Z.; Carlson, T. J.; Ploskey, G. R.; Richmond, M. C.; Dauble, D. D.: Evaluation of blade-strike models for estimating the biological performance of Kaplan turbines. In: Ecological Modelling (2007), 208 (2-4), S. 165-176.
- [11] Scheuerell, M. D.; Hilborn, R.; Ruckelshaus, M. H. et al.: The Shiraz model: a tool for incorporating anthropogenic effects and fish-habitat relationships in conservation planning. In: Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 63 (2006), Nr. 7, S. 1 596-1 607.
- [12] Zitek, A.; Haunschmid, R.; Ratschan, C.; Vogl, R.: Simulating the effects of hydropower dams on potamodromous fish populations with a special focus on downstream migration in river systems affected by multiple human pressures. In: 5th European River Restoration Conference, 11.-13.09.2013, Vienna.



Weitere Empfehlungen aus
www.springerprofessional.de:

Fischwanderung

Koller-Kreimel, V.: Fischaufstiegsanlagen in Österreich – Vorgaben der WRRL, Stand der Umsetzung und Ausblick. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 02-03/2017. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.
www.springerprofessional.de/link/12114390

Böttcher, H. et al.: Fischschutz und Fischabstieg – Kenntnisstand und aktuelle Forschungsprojekte in Österreich. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Ausgabe 07-08/2015. Wien: Springer, 2015.
www.springerprofessional.de/link/12041708

Josef Schneider, Clemens Ratschan, Paul Heisey, Chris Avalos, Jeffrey Tuhtan, Christian Haas, Walter Reckendorfer, Martin Schletterer and Andreas Zitek

Downstream fish migration in middle-sized rivers in Austria

Questions concerning the impact of hydropower plants on downstream migration of fish have traditionally focused on diadromous species and are gaining importance worldwide. In Europe, in this regard mainly studies have been performed considering Atlantic Salmon and European Eel, whereas e.g. the potential effects on native potamodromous freshwater fish fauna largely remain unknown. Fish are critical biological indicators regarding the good ecological status or potential of rivers as codified in the European Water Framework Directive. Therefore, the primary objectives of this project are to systematically assess the extent of downstream migration of fish and to record the degree of damage of selected native fish species during turbine passage. The investigations are carried out at hydropower plants with Kaplan turbines in medium-sized water bodies (mean flow > 100 m³/s) with different target species. The selected species are the index species of two important water regions; the Hyporhithral (European grayling, *Thymallus thymallus*) and the Epipotamal (Nase, *Chondrostoma nasus*). The information gained in this study will be used to describe the population dynamics of selected fish species in middle-sized Austrian rivers considering the impacts of turbine passage. This is of special relevance, as protective measures such as racks upstream of turbines to screen fish on medium to large power plants entail substantial costs, with smaller life stages still not be hindered to enter turbines during downstream migration.