



# Fischabstieg – Fischschutz – Fischschäden

Beiträge aus der Forschung an der TUM

Mathilde Cuchet<sup>1</sup> und Franz Geiger<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ecohydraulic Consulting Cuchet, <sup>2</sup>Technische Universität München



## Motivation

Eine effiziente Umsetzung des **Populationsschutzes** bedarf hinsichtlich der Fischabstiegsthematik einer Bewertung der damit verbundenen **Gesamtschädigungsraten**. Diese ergeben sich aus der Verteilung der Fische auf verschiedene Abstiegskorridore einerseits und den mit den jeweiligen Passagewegen verbundenen Schädigungsraten andererseits. Im Rahmen verschiedener Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an der Technischen Universität München (TUM) wurden und werden sowohl Schutz- und Abstiegssysteme erarbeitet als auch Untersuchungen zu Schädigungsraten durchgeführt. Die Resultate erlauben Gesamtbetrachtungen zur Anlagenverträglichkeit und zur Bemessung erforderlicher Maßnahmen.

## Passageverteilungen

An der Versuchsanlage Obernach der TUM wurden **Fischverhaltensuntersuchungen** durchgeführt, um die **Effizienz von Fischschutz- und Fischabstiegs-Konzepten** mit **geneigten und horizontalen Rechen** zu bewerten. Die Schutzwirkung bezüglich nicht-rechengängiger Fische als auch die Passageverteilung von rechengängigen Fischen wurde in Abhängigkeit von Fischart, Fischgröße, Rechenneigung, Rechenstababstand, Anströmgeschwindigkeit des Rechens und Gestaltung des Bypasses untersucht.

Die Resultate zeigen, dass die Effizienz durch das **Gesamtsystem aus Rechen und Bypass** bestimmt wird und fischart- und -größenpezifisch ausfällt, wobei durch die Ausrichtung von Strömungsrichtung und Rechenfläche zueinander eine Leitwirkung zum Einstieg in den Bypass zu gewährleisten ist. Grundsätzlich nimmt die Effizienz mit steigender Körperlänge des Fisches, mit abnehmender Rechenstabweite, mit flacherer Neigung der Rechenfläche gegenüber der Strömung und mit geringerer Anströmgeschwindigkeit der Rechenfläche zu.

Anhand der Datensätze wurden **Modelle** ausgearbeitet, die eine Prognose der Effizienz von Fischschutz- und -abstiegseinrichtungen erlauben und gute Übereinstimmung mit Monitoringresultaten an größerer Anlagen zeigen (Abb. 1, Schneider 2012, Tomonova 2016).

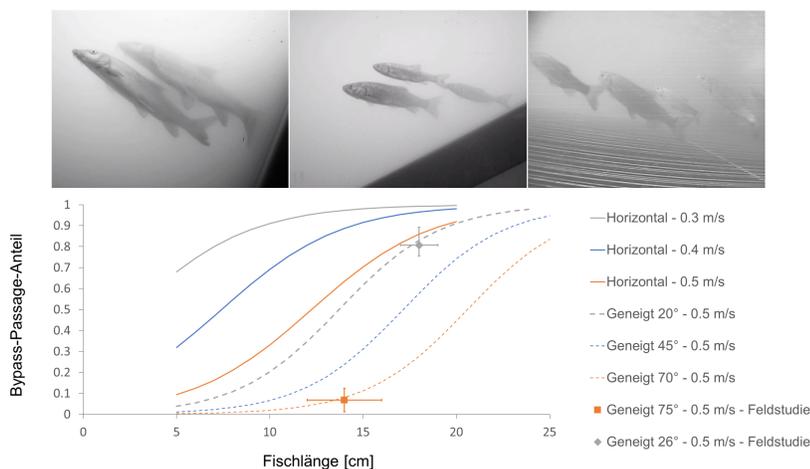


Abbildung 1. Schwimmverhalten von Fischen an verschiedenen Rechenanordnungen (oben) und exemplarische Modellierung der Passageverteilung zwischen Bypass und Rechen/Turbine für 20 mm Rechen (unten)

## Schädigungsraten

Prinzipiell sind bei allen Abwanderungskorridoren die damit verbundenen Schädigungsraten zu berücksichtigen, so beispielsweise auch jene beim Abstieg über Wehranlagen. Beim Fischabstieg an Wasserkraftanlagen kommt den **Mortalitätsraten bei der Turbinenpassage** besondere Bedeutung zu. Hierfür besteht eine Reihe von Modellen, welche in Abhängigkeit von Turbinengestaltung und -betrieb sowie Fischart und -größe, die resultierende Mortalitätsraten prognostizieren.

Grundsätzlich und insbesondere bei niedrigen Fallhöhen ist die Bewertung der Kollisionswahrscheinlichkeit von Fisch und Laufrad von wesentlicher Bedeutung für die Qualifizierung der Mortalitätsraten. Hierfür standen bisher zwei konkurrierende Ansätze zur Verfügung (von Raben 1958, Monten 1985). Ein an der TUM entwickeltes Modell führt beide Formulierungen auf unterschiedliche zugrundeliegenden Annahmen zum Fischverhalten während der Turbinenpassage zurück. **Das Modell erlaubt die Berücksichtigung der Orientierung des Fisches, des genauen Passageortes als auch der Schwimmbewegung.**

Auch ist für eine akkurate Modellierung die **hydraulische Situation am Laufrad** korrekt zu berücksichtigen (s. Abb. 2), wobei in der Praxis verbreitete Ansätze zu deutlichen Verfälschungen führen können. Demgegenüber erlaubt eine hydraulische Analyse entsprechend dem Turbinen-Design-Prozess eine adäquate Modellierung.

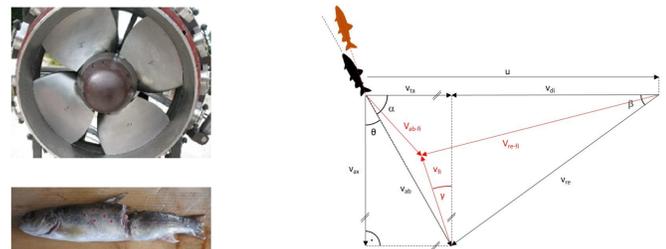


Abbildung 2. Laufrad einer Kaplan turbine (links oben), Bachforelle nach Laufradtreffer (links unten) und Geschwindigkeitsbetrachtungen an der Laufradvorderkante (rechts)

Ausgehend von den Erkenntnissen zum Einfluss des Fischverhaltens auf die Mortalitätsraten wurde an der TUM mit der **IDA-Technologie** eine Methode entwickelt, die durch eine Beeinflussung des Fischverhaltens während der Turbinenpassage eine Reduzierung der Mortalitätsraten bewirkt und kosteneffiziente ökol. Aufwertungen an Bestandsanlagen erlaubt.

## Synthese

Ausgehend von den Passageverteilungen und den turbinenbezogenen Schädigungsraten lassen sich die anlagenbezogenen **Gesamtschädigungsraten** prognostizieren, wobei sich gegenläufige Abhängigkeiten bzgl. Fischlänge, artspezifischem Schwimmvermögen und Abflussverteilung vorteilhaft für die Umsetzung von Fischschutz und Fischabstieg über entsprechende Spektren dieser Parameter auswirken (s. Abb. 3).

Die Modelle ermöglichen prinzipiell eine ökologisch und ökonomisch effiziente Umsetzung von anlagenspezifischen Schutzziele durch **bauliche oder betriebliche Maßnahmen**.

Für Details der Arbeiten sei auf Cuchet (2014) und Geiger et al. (2016 und 2017) verwiesen.

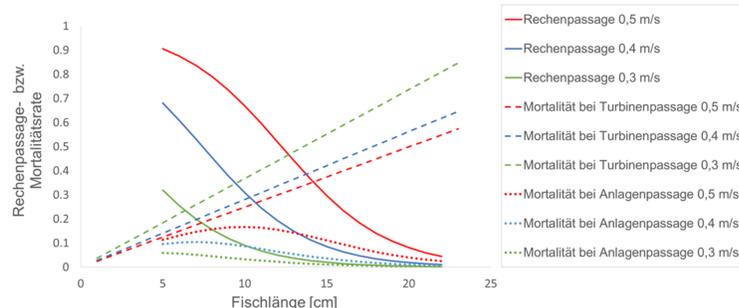


Abbildung 3. Beispielhafte Passageverteilungen und Schädigungsraten bzgl. Turbine und Anlage

## FIThydro



Das **EU Horizon 2020 Projekt FIThydro** befasst sich unter anderem auch intensiv mit der ökologischen Durchgängigkeit und insbesondere der Thematik des Fischabstiegs. Im Rahmen des Projektes werden auch die Möglichkeiten zur Prognose von Schädigungsraten beim Turbinendurchgang sowie die IDA Technik weiterentwickelt. Näheres zum Projekt erfahren sie auf [www.FIThydro.eu](http://www.FIThydro.eu).



## Kontakt

Dr. Mathilde Cuchet  
Ecohydraulic Consulting Cuchet  
mathilde.cuchet@hycor.de  
www.HYCOR.de

Franz Geiger  
Technische Universität München  
franz.geiger@tum.de  
www.obernach.de

## Referenzen

- Cuchet M.: Fish protection and Downstream Migration at Hydropower Intakes, ISBN: 978-3-943683-08-0 (2014)
- Geiger F., Schäfer S., Rutschmann P.: Monitoring of downstream passage of small fish at the TUM-Hydro Shaft Power Plant Prototype, Test report no. 429, Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering, Technical University of Munich (2016)
- Geiger F., Cuchet M., Rutschmann P.: Experimentelle Untersuchungen von Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftkonzepten mit geneigten und horizontalen Rechen, Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V., ISBN-Nr. 978-3-9818302-1-7 (2017)
- Monten E.: Fish and turbines – Fish injuries during passage through power station turbines, Vattenfall, Stockholm (1985)
- Schneider J., Hübner D., Korte E.: Funktionskontrolle der Fischaufstiegs- und Fischabstiegshilfen sowie Erfassung der Mortalität bei Turbinendurchgang an der Wasserkraftanlage Kostheim am Main, Bürogemeinschaft für fisch- und gewässerökologische Studien - BFS (2012)
- Tomanova S., Courret D., Alric A.: Protecting Fish from Entering Turbines: The Efficiency of a Low-Sloping Rack for Downstream Migration of Atlantic Salmon Smolts, SHF-HydroES (2016)
- von Raben K.: Zur Beurteilung der Schädlichkeit der Turbinen für Fische, Wasserwirtschaft 48:60-63 (1958)