

FIThydro – neue Ansätze und Bewertungen für das Sedimentmanagement als Bestandteil der Betriebsstrategie an Wasserkraftanlagen

Das Projekt FIThydro befasst sich unter anderem mit der Fragestellung des Einflusses von Sediment auf die Beschaffenheit verschiedener Habitattypen für Fische. Ebenso wird der Einfluss von Management Maßnahmen auf die Eignung von u.a. Umgehungsgerinnen und Restwasserstrecken als Habitate untersucht bzw. die allgemeineren Auswirkungen unterschiedlicher Sediment Management Strategien auf Fische. Ein Kernaspekt in diesem Zusammenhang ist es, für alle untersuchten Bereiche und Fragestellungen die betrieblichen und ökonomischen Auswirkungen bewerten und in Relation zu den erzielten Änderungen setzen zu können.

Kordula Schwarzwälder, Hany Abo-El-Wafa und Peter Rutschmann

1 Das Projekt FIThydro

FIThydro, „Fishfriendly Innovative Technologies for Hydropower“, ist ein Horizon-2020-Projekt im Erneuerbaren-Energien-Call der EU unter der Koordination und Leitung von Prof. Peter Rutschmann von der Technischen Universität München. Beteiligt sind Partner aus Universitäten, Forschungsinstituten, Kraftwerksbetreibern sowie Beratungsfirmen von insgesamt 26 Partnerorganisationen in der EU und der Schweiz. Im Rahmen dieses Projektes untersucht ein internationales Expertengremium die Auswirkungen von Wasserkraft auf die Ökologie des Fließgewässers mit einem Hauptaugenmerk auf Fischen, aber auch Invertebraten sowie Sediment als maßgebende Einflussfaktoren der Ökologie stehen im Fokus. Ziel ist es eine Entscheidungsmatrix für Interessensvertreter, Politiker, Ämter und natürlich Betreiber zu entwickeln. Diese soll es ermöglichen, verschiedene Maßnahmen hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit sowie der Qualität und Effektivität des Ergebnisses, aber auch ihrer Kosteneffizienz und Interaktion mit anderen Maßnahmen zu bewerten. FIThydro untersucht die projekt-relevanten Fragestellungen an 13 Testanlagen (Bestandswasserkraftanlagen) in vier europäischen Regionen: Skandinavien, den Alpen, in Frankreich/Belgien und auf der Iberischen Halbinsel.

Im Zusammenhang mit Durchgängigkeit und Fischwanderung beschäftigt sich FIThydro mit der grundlegenden Untersuchung von bereits angewandten Maßnahmen, gerade auch im Hinblick auf die Wechselwirkungen mit verschiedenen Einflussfaktoren, aber auch damit neue Maßnahmen, Methoden und Lösungen zu entwickeln.

Kompakt

- FIThydro soll fischfreundliche und innovative Lösungen für die Wasserkraft erarbeiten.
- Nutzung von Sedimentmanagement-Maßnahmen für kosteneffiziente Verbesserung der ökologischen Rahmenbedingungen.

2 Die Sediment-Thematik in FIThydro

Ein wichtiger Teil des Projektzieles ist neben dem klassischen Thema des Fischauf- und -abstiegs die Erforschung von Maßnahmen im Bereich des Sedimentmanagements. Dies ist im Rahmen der Kernprojektziele, der sogenannten Objectives, im Rahmen von Objective 4 (Improving fish and fisheries impact mitigation strategies using conventional and innovative cost efficient measures) festgelegt. Hier sollen bekannte und neue, innovative Maßnahmen im Zusammenhang mit unter anderem Sedimentmanagement erarbeitet, bewertet und eingesetzt werden, um die Qualität von Fischhabitaten zu verbessern und Probleme der longitudinalen Durchgängigkeit und Habitatverschlechterung zu verhindern bzw. wieder rückgängig zu machen.

Wasserkraftanlagen wie auch alle anderen Querbauwerke in einem Fließgewässer unterbrechen zwangsläufig das Kontinuum und werden so zu einem Hindernis sowohl für Tiere aller Art in ihrer Wanderbewegung als auch für abtreibendes Schwemmgut oder eben Sediment [1]. Auf diese Weise tragen sie in Folge dazu bei, dass die Qualität der Lebensräume lokal abnimmt bzw. die Art der zur Verfügung stehenden Lebensräume sich ändert und so die Biodiversität verringert wird [2]. Doch nicht nur die statischen Randbedingungen für die Habitatqualität ändern sich, auch die dynamischen, wie beispielsweise das Durchflussregime und hiervon beeinflusste Sedimentumlagerungen und damit Schwankungen der Habitatverfügbarkeit und -zusammensetzung, werden stark beeinflusst bzw. in vielen Fällen unterbunden (**Bild 1**).

In weiterer Folge ändern sich auch lokal Strömungsbedingungen, wie Turbulenzmuster, welche bestimmten Habitatansprüche beeinflussen. Da Fische diese Störungen durchaus brauchen und an diese Umstände angepasst sind [3], tragen solche Änderungen zur Beeinflussung der Lebensraumqualität bei.

Auch variieren die Ansprüche an das Habitat und seine Bedingungen im Laufe des Lebenszyklus von verschiedenen Fischarten zwischen drei und bis zu sechs verschiedenen Varianten von Ansprüchen [4].



Bild 1: Kiesbank in einem Gewässer mit Möglichkeit der Umlagerung und Strukturelementen im Gewässer, welche die Bereitstellung unterschiedlicher Habitatvarianten ermöglichen

Generell ist anzumerken, dass die Sedimentthematik eine sehr umfassende ist, die auf verschiedenen Skalen bis hin zum Einzugsgebiet stattfindet. FIHydro befasst sich mit der Bewertung und Verbesserung der Habitateignung von naturnahen Umgebungsgewässern, Fischpässen und Restwasserstrecken durch gezielte Managementmaßnahmen. Die projekt-relevanten Fragestellungen liegen also eher im kleinskaligen Bereich.

Ein wesentlicher Unterschied bei den untersuchten Bereichen besteht darin, dass es sich bei Restwasserstrecken um bestehende Habitate handelt, deren Qualität sich im Zuge der Wasserkraftnutzung verschlechtert hat oder die in Folge der nutzungsbedingten Änderungen ihre Eignung als Habitat vollständig verloren haben.

Dies muss wiederum nicht zwangsläufig für alle Zielarten gelten, da einige Arten deutlich sensibler reagieren als andere.

Auf dieser Grundlage beschäftigt sich das Projekt mit zwei Hauptthemenrichtungen.

Dies ist zum einen die Untersuchung der zugrundeliegenden Bewertungskriterien hinsichtlich der Qualität von Habitaten. Zum anderen geht es um die Fragestellung verschiedener Varianten von Sedimentmanagement, der Simulation dieser Szenarien sowie deren Auswirkungen und deren Bewertung hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Faktoren.

3 Sediment als Bestandteil der Habitatbewertung

Da basierend auf existierenden Untersuchungen zur Charakterisierung von Habitaten die drei Hauptfaktoren Substrat, Geschwindigkeit und Wassertiefe herangezogen werden, ist zu klären, inwieweit diese Annahme gerechtfertigt ist oder eventuell noch zusätzliche Parameter benötigt werden, um die Qualität eines Habitats abschätzen zu können, wie eben verschiedene taxonomische Gruppen [5], [1]. Auch ist es nötig, gerade im Zusammenspiel mit dem Faktor Sediment und den Möglichkeiten der angenommenen maßen relativ kurzfristigen Änderung der Habitatqualität durch eine Beeinflussung des Sedimenthaushaltes hier besonders sorgfältig die Auswirkungen bewerten zu können. So ist die Zusammensetzung des Sediments gerade für Kieslaicher eine maßgebende Voraussetzung für die Möglichkeit ablaichen zu

können und in Folge auch für das Überleben der Eier und Larven. Eine solche Bewertung kann womöglich nicht alleine auf Grundlage einer Bewertung der Diversität und Anzahl an Fischarten erfolgen, da sich selbige über das Jahr hinweg durch natürliche kleinräumige Wanderbewegungen ändern kann. Auch Besatzmaßnahmen können das Ergebnis beeinflussen.

FIHydro wird im Projektverlauf in diesem Zusammenhang die Kriterien zur Bewertung von Habitaten herausarbeiten, vor allem auch mit Blick auf die Umsetzbarkeit und Praxisnähe einer solchen Bewertung. Hierfür werden verschiedenste Kriterien untersucht und hinsichtlich ihrer Auswirkung abgewogen. Parallel dazu werden Methoden erarbeitet, wie Strömungsbedingungen und Sedimentzusammensetzungen (**Bild 2**) so genau wie möglich bei gleichzeitig möglichst geringem Messaufwand bestimmt werden können.

Hierzu ist es nötig, zuerst auf Basis existierender Untersuchungen die Einflüsse von Sedimentstrukturen auf die Strömung zu quantifizieren [6], [7]. Die Fließmuster wiederum müssen mit möglichst geringem Messaufwand aufgenommen und im Nachgang entsprechend bewertet und gedeutet werden können. Nur dann kann aus einer einfachen Messung ein Rückschluss auf die Strömungsbedingungen und die zugrunde liegende Sedimentstruktur getroffen werden. Diese Informationen werden dann mit den Erkenntnissen aus der Habitatbewertung verknüpft und sollen so den Nutzern ein Werkzeug zur Verfügung stellen, welches eine relativ schnelle und einfache Messung und in Folge Bewertung der Habitatqualität und der existierenden Strukturen ermöglicht. Gleichzeitig sollen hierbei neue Erkenntnisse für die Forschung gewonnen werden.

4 Sedimentmanagement

Der zweite Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung von Änderungsmechanismen. Im Zusammenhang mit der Sedimentverfügbarkeit bedeutet dies vor allem Sedimentmanagement. In Verbindung mit der bereits erörterten Frage der Habitatqualität und deren Bewertung erarbeitet FIHydro auf der Basis von bereits bestehenden Untersuchungen, die Sediment als einen maßgebenden Parameter für Habitatqualität ausweisen, Methoden, wie mit Hilfe eines angepassten Sedimentmanagements die Qualität so umfassend wie möglich verbessert werden kann [8]. Hierbei wird auch Sedimentmanagement als betrieblicher Aspekt beleuchtet, also wie Sediment zu einer Verbesserung des betrieblichen Ablaufes vom Oberwasser in den Unterwasserbereich transportiert werden kann, z. B. mit Hilfe von Wirbelröhren (vortex tube).

Im Zuge von FIHydro sollen also sowohl die nötigen Grundlagen für ein solches Sedimentmanagement geschaffen werden als auch die Auswirkungen von möglichen Änderungsszenarien erarbeitet werden. Solche morphodynamische Fragestellungen sind nicht erst wichtiger Bestandteil ökologischer Verbesserungsmaßnahmen an Gewässern, seit die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) diese speziell als eine solche listet. Hiermit kann vielmehr relativ kurzfristig eine sichtbare Änderung der Habitatqualität für Fische, aber auch für Invertebraten erzielt werden [9]. Diese wiederum stellen als Nahrungsquelle für Fische ein



© Schwarzwälder

Bild 2: Verschiedene Sedimentzusammensetzungen und -strukturen in Gewässern in Abhängigkeit der geologischen und morphologischen Gegebenheiten

weiteres Kriterium zur Beurteilung der Nutzbarkeit eines Fischhabitats dar. Eine solche Änderung im Sedimenthaushalt stellt aber nicht automatisch immer eine Verbesserung dar. Je nach umgesetzter Maßnahme oder auch Interaktion einer solchen mit weiteren Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatqualität kann sich auch ein entgegengesetzter Effekt einstellen. Um derartige negative Auswirkungen zu vermeiden bzw. positive Effekte zu stärken, untersucht FiThydro vor allem die Grundlagen des Einflusses von Morphodynamik und Sediment auf Habitate und deren Qualität.

Basierend auf Erkenntnissen der am FiThydro-Projekt beteiligten Betreiber und Beratungsunternehmen sowie der vorliegenden Literatur untersucht FiThydro besonders diese Auswirkungen von durch Sedimentmanagement erzeugten Änderungen sowohl in Fischpässen und Umgehungsgerinnen als auch in Restwasserstrecken.

Diese möglichen Auswirkungen werden anhand von vorliegenden Daten ermittelt und ausgewertet. Darüber hinaus werden numerische Simulationen von verschiedenen Szenarien an ausgewählten Testanlagen durchgeführt (**Bild 3**). Diese Szenarien bewerten sowohl den Status-quo als auch Varianten, die sich durch unterschiedliche Managementstrategien einstellen. Die Ergebnisse dieser Erkenntnisse werden zum einen mit Blick auf die Änderungen der Habitateignung ausgewertet, aber auch mit schwerpunktmäßiger Betrachtung der Durchführbarkeit und der ökonomischen sowie allgemein betrieblichen Auswirkungen. Es wird also zum einen untersucht werden, welche Maßnahmen welche Auswirkungen haben, aber auch was der finanzielle Umfang zur Umsetzung und zum Unterhalt einer solchen Maßnahme ist, wie lange die Dauer anhält, was andernfalls in

welchen Zeiträumen zu unternehmen ist und wie groß somit der Gesamtnutzen bewertet werden kann.

Dies schließt auch die Überlegungen einer Aufwertung bestimmter Strecken mit ein. So handelt es sich bei den Umgehungsgerinnen oder Fischpässen zumeist um Bereiche, welche bisher nicht als Habitat genutzt wurden und auch nicht als solche angelegt wurden. In vielen Fällen ist eine dauerhafte Nutzung bzw. ein Aufenthalt sogar als unerwünscht betrachtet worden. Mit Hilfe unter anderem eines angepassten Sedimentmanagements könnte eine Nutzung als Habitat jedoch möglich werden, was zu einer Doppelfunktion als Wanderkorridor und Habitat führen könnte [10]. Auch die Diversität von bestehenden Habitaten kann durch solche Maßnahmen positiv beeinflusst werden [11]. Dies könnte es ermöglichen, neue Gebiete als Habitate zu erschließen und so Nischen für eine ausreichende Stabilisierung der Populationen zu schaffen. In diesem Zusammenhang wird auch der Frage nachgegangen, welche Grenzen der Wirkung solcher Ersatzhabitats gesetzt sind.

Im Rahmen dieser Fragestellung ist natürlich auch der Durchfluss eng mit Sedimentmenge und -zusammensetzung verknüpft und hat als solcher direkte Auswirkungen auf die Eignung einer Gewässerstrecke als Habitat, aber auch indirekte durch Rückkopplung mit dem Sediment wie beispielsweise die Auswaschung von Feinmaterial und damit einhergehend Verbesserung der Eignung als Laichhabitat.

Ein Sonderfall hinsichtlich des Durchflusses sind Schwall- und Sunkerscheinungen, das sogenannte Hydropeaking [12]. Dieses wird in FiThydro ebenfalls untersucht, vor allem im Zusammenhang mit der ebenfalls im Objective genannten umweltrelevanten Durchflüssen.



© Schwarzwälder

Bild 3: Erhebung von Grundlagendaten für die Kalibrierung numerischer Simulationen mit Hilfe eines ADCP (Acoustic Doppler Velocimeter)

Alle Ergebnisse, welche im Laufe des Projektes erarbeitet werden, sowohl im Hinblick auf Sediment und Morphologie als auch in anderen Bereichen des Projektes, wie Fischauf- und -abstieg, werden im Rahmen der Open-Access-Strategie der EU frei zugänglich publiziert. So sollen Entscheidungsfindungen bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen an bestehenden Anlagen unterstützt werden. Die Zielgruppen in diesem Bereich des Projektes sind entsprechend mannigfaltig, so werden hier sowohl Betreiber als auch Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit angesprochen und einbezogen. Die als Ergebnis erarbeitete Entscheidungsmatrix soll es ermöglichen, die Anforderungen an die umweltfreundliche Energieproduktion durch Wasserkraft zu erfüllen und gleichzeitig die umweltrelevanten Anforderungen und Ziele der europäischen Gesetzgebung sowie eine sich selbst erhaltende Fischpopulation zu ermöglichen.

Hierbei soll projektbegleitend sowohl die fachliche als auch die breite interessierte Öffentlichkeit informiert werden. Dies geschieht durch Vorträge und Sessions bei Tagungen, Öffentlichkeitsveranstaltungen und Interessensvertreter-Workshops. Für nähere Informationen zum Projekt und seinem Verlauf sowie den erzielten Ergebnissen steht auch eine Webpage zur Verfügung (www.fithydro.eu) und Interessierte können den halbjährlichen Newsletter dort abonnieren.

Hinweis

Dieses Projekt wird von der Europäischen Union im Rahmen von Horizon 2020 - research and innovation unter der Vertragsnummer No 727830 gefördert.

Kordula Schwarzwälder, Hany Abo-El-Wafa and Peter Rutschmann
FIThydro – new approaches and evaluations for sediment management strategies as component of operational strategies for hydropower plants

The project FIThydro funded under the Research and Innovation Actions of Horizon 2020 deals as one of its key issues with the effect of sediment on the existence and quality of habitats for fish. This includes the influence of sediment management measures on bypasses, residual waters and river reaches used as existing or new habitats and the more general effect of such actions on fish. Beside the biological and morphological issues the project focusses further more on the operational and economic effects of such measures and the interactions and relations between such different aspects. These results will be included in the decision support matrix which will be offered by FIThydro as a tool for the operators, stakeholders, authorities, planning institutions and others. FIThydro deals with two main topics related to sediment. One is to gain new information on the habitat structure itself, the parameter which can be used to gain information on the quality of such a habitat and fast and easy ways to measure such. The other is to find and evaluate management strategies by using existing data sets and new numerical simulations as scenario modelling to evaluate the effects and quantify them. The assessment and rating of the results will include the aims of a positive outcome in terms of environment and morphodynamic but also operation and economy.

Autoren

Dipl.-Ing. Kordula Schwarzwälder

Hany Abo-El-Wafa, M. Sc.

Prof. Dr. Peter Rutschmann

Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Technische Universität München

Arcisstr. 21

80333 München

kordula.schwarzwaelder@tum.de

hany.wafa@tum.de

peter.rutschmann@tum.de

Literatur

- [1] Mueller, M.; Pander, J.; Geist, J.: The effects of weirs on structural stream habitat and biological communities: Effects of weirs on streams. In: *Journal of Applied Ecology* 48 (2011), Nr. 6, S. 1 450-1 461.
- [2] Branco, P.; Boavida, I.; Santos, J. M.; Pinheiro, A.; Ferreira, M. T.: Boulders as building blocks: Improving habitat and river connectivity for stream fish. In: *Ecohydrology* 6 (2013), Nr. 4, S. 627-634.
- [3] Wolter, C.; Buijse, A. D.; Parasiewicz, P.: Temporal and Spatial Patterns of Fish Response to Hydromorphological Processes: Fishes Response to Hydromorphology. In: *River Research and Applications* 32 (2016), Nr. 2, S. 190-201.
- [4] Van Leeuwen, C. H. A.; Museth, J.; Sandlund, O. T.; Qvenild, T.; Vøllestad, L. A.: Mismatch between fishway operation and timing of fish movements: A risk for cascading effects in partial migration systems. In: *Ecology and Evolution* 6 (2016), Nr. 8, S. 2 414-2 425.
- [5] Heggenes, J.; Traaen, T.: Downstream migration and critical water velocities in stream channels for fry of four salmonid species. In: *Journal of Fish Biology* 32 (1988), Nr. 5, S. 717-727.
- [6] Sukhodolov, A. N.; Nikora, V. I.: Bursting and flow kinematics in natural streams. In: *Polymeric Additives for High Performing Detergents* (1994), S. 113.
- [7] Paterson, D. M.; Black, K. S.: Water flow, sediment dynamics and benthic biology. In: *Advances in ecological research*(1999), Vol. 29., S. 155-193.
- [8] Milhous, R. T.: Modelling of instream flow needs: The link between sediment and aquatic habitat. In: *Regulated Rivers: Research & Management* 14 (1998), Nr. 1, S. 79-94.
- [9] Haase, P.; Hering, D.; Jähnig, S. C.; Lorenz, A. W.; Sundermann, A.: The impact of hydromorphological restoration on river ecological status: A comparison of fish, benthic invertebrates, and macrophytes. In: *Hydrobiologia* 704 (2013), Nr. 1, S. 475-488.
- [10] Pander, J.; Mueller, M.; Geist, J.: Ecological Functions Of Fish Bypass Channels In Streams: Migration Corridor And Habitat For Rheophilic Species: Functions Of Fish Bypasses. In: *River Research and Applications* 29 (2013), Nr. 4, S. 441-450.
- [11] Lepori, F.; Palm, D.; Brännäs, E.; Malmqvist, B.: Does Restoration of Structural Heterogeneity in Streams Enhance Fish and Macroinvertebrate Diversity? In: *Ecological Applications* 15 (2005), Nr. 6, S. 2 060-2 071.
- [12] Boavida, I.; Santos, J. M.; Ferreira, T.; Pinheiro, A.: Barbel habitat alterations due to hydropeaking. In: *Journal of Hydro-environment Research* 9 (2015), Nr. 2, S. 237-247.



Weitere Empfehlungen aus
www.springerprofessional.de:

Sedimentmanagement

Detering, M.; Jokiel, Chr.: Wie lösen wir das langfristig größte Problem an Stauseen wirtschaftlich und umweltverträglich?. In: *WasserWirtschaft*, Ausgabe 01/2017. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.
www.springerprofessional.de/link/11984244

Aigner, J.; et al.: SedAlp – Sedimentmanagement in alpinen Einzugsgebieten. In: *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, Ausgabe 09-10/2014. Wien: Springer, 2014.
www.springerprofessional.de/link/12041546