

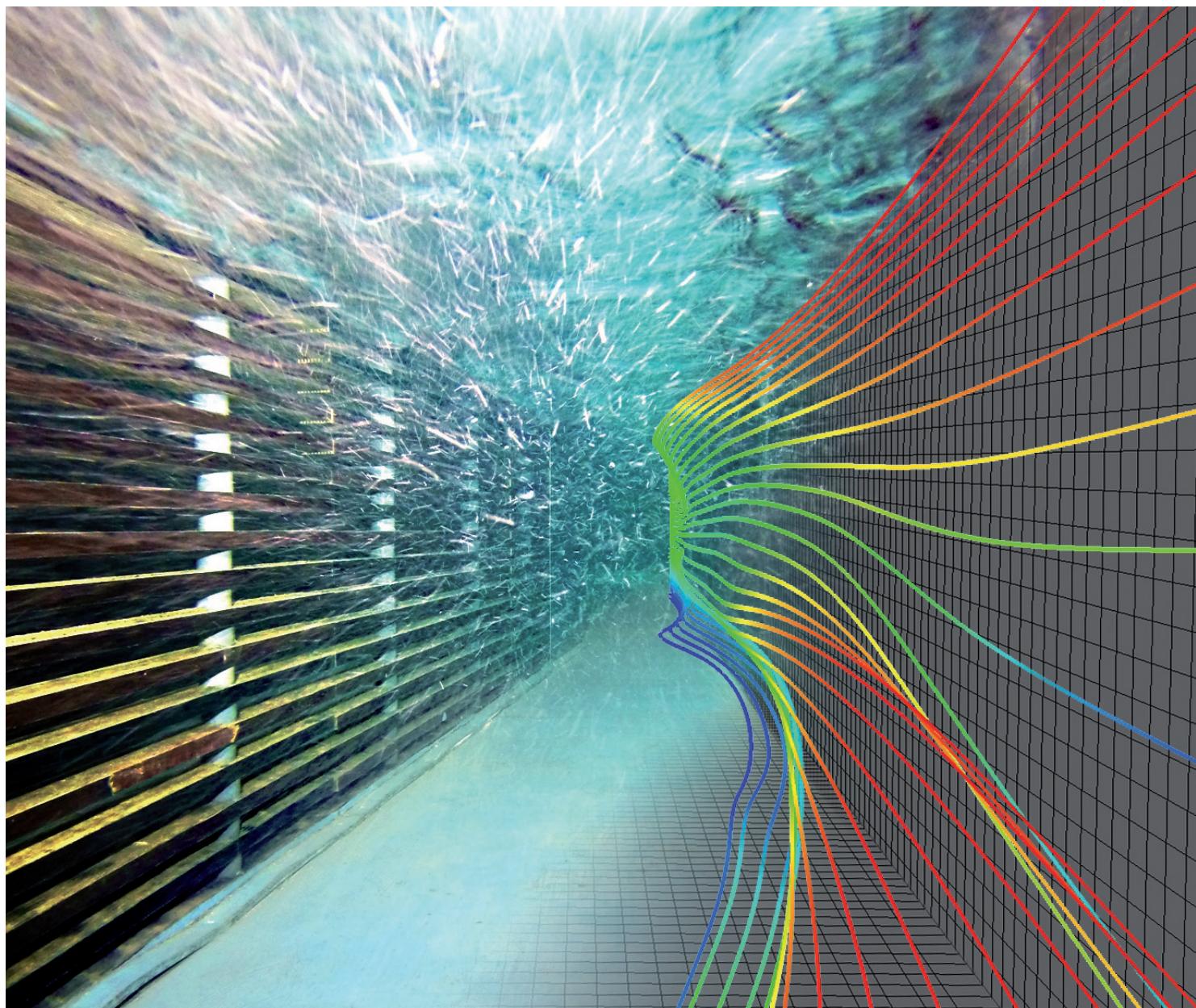
BAW/BfGKolloquiumsreihe

Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen

Tagungsband

Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg

8. und 9. Juni 2016



Programm Mittwoch, 8. Juni 2016

13:00 Uhr Begrüßung
Dr.-Ing. Andreas Schmidt (BAW)

Einführung Vorsitz: Dr. sc. techn. Roman Weichert

- 13:15 Uhr Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit – Schlüsselfragen zu Beginn des neuen Bewirtschaftungszyklus
Dipl.-Geogr. Stephan Naumann (UBA)
- 13:40 Uhr Steuerung der Maßnahmen zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen
Dipl.-Ing. Detlef Aster (GDWS)

Block 1 – Rückbau von Querbauwerken und Stauanlagen Vorsitz: Dipl.-Ing. Jürgen Kellermann

- 14:10 Uhr Rückbau von Stauanlagen
Dipl.-Ing. Hartmut Winkler (SGD Nord, Rhld.-Pf.)
- 14:35 Uhr Rückbau von Querbauwerken: (K)eine Option zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an der Ems zwischen Lingen und Meppen
Dipl.-Ing. Markus Linke (WSA Meppen)
- 15:00 Uhr Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Fluss Orne am Beispiel der Staustufe L'Enfernay
Ing.gen. André Berne (AESN, Frankreich)

15:40 Uhr Pause

Block 2 – Umgang mit Unsicherheiten in der Planung von Fischaufstiegsanlagen Vorsitz: Dr. rer. nat. Matthias Scholten

- 16:25 Uhr Unsicherheiten im Kontext der Planungen von Fischaufstiegsanlagen
Dr. sc. techn. Roman Weichert (BAW)
- 16:50 Uhr Umgang mit fischbiologisch begründeten Unsicherheiten bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen
Dr. rer. nat. Jennifer Wey (BfG)
- 17:15 Uhr Flexibilität in der Bauweise, Umsetzbare Anforderung?
Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Gebler (Ing.-Büro Gebler)
- 18:00 Uhr Abendessen

Programm Donnerstag, 9. Juni 2016

08:30 Uhr Hallenführungen in Gruppen

Block 3 – Dotation und Einstieg

Vorsitz: Dr. rer. nat. Jennifer Wey

- 09:30 Uhr Anordnung und Gestaltung der Einstiege in Fischaufstiegsanlagen – Herausforderungen an die Planung
Dr.-Ing. Stephan Helmerl (FWT)
- 09:55 Uhr Bauweisen für die beruhigte und gleichmäßig verteilte Durchströmung eines spitzwinkligen Dotationsbeckens
Gerrit Fledler M.Sc. (BAW)
- 10:20 Uhr Ethohydraulische Untersuchungen von BfG und BAW
Dr. rer. nat. Cornelia Schütz (BfG)

10:45 Uhr Pause

Block 4 – Sonderkonstruktionen

Vorsitz: Dr. sc. tech. Roman Weichert

- 11:30 Uhr Wenn Fische Aufzug fahren – der Fischlift in der Neumühle an der Unteren Argen
Dipl.-Ing. Johann Rupp (LRA Ravensburg)
- 11:55 Uhr Alternative Lösungen für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit an schwierigen Standorten
Dipl.-Ing. Bernhard Zelinger (BOKU, Wien)
- 12:20 Uhr Restoring fish migration at the Iron Gate dams in the River Danube
Ir. Wilco de Bruijne (LINKit Consult, The Netherlands)
- 12:45 Uhr Schlusswort
Dr.-Ing. Andreas Schmidt (BAW)
- 13:00 Uhr Ende der Veranstaltung

Liste der Referenten

Aster, Dipl.-Ing. Detlef

Generaldirektion Wasserstraßen und
Schifffahrt
Ulrich-von-Hassell-Straße 76
53123 Bonn
detlef.aster@wsv.bund.de

Berne, Ing.gen. André

Agence de l'eau Seine-Normandie
51 rue Salvador Allende
92000 Nanterre, FRANKREICH
berne.andre@aesn.fr

de Bruijne, ir. Wilco

LINKit Consult
Coehoornstraat 17
6811LA Arnhem, NIEDERLANDE
wilco@linkitconsult.nl

Fiedler, M.Sc. Gerrit

Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstr. 17
76187 Karlsruhe
gerrit.fiedler@baw.de

Gebler, Dr.-Ing. Rolf-Jürgen

Ing. Büro Dr. R.-J. Gebler
Rudolf-Diesel-Weg 1
75045 Walzbachtal
gebler@ib-gebler.de

Heimerl, Dr.-Ing. Stephan

Fichtner Water & Transportation GmbH
Sarweystr. 3
70191 Stuttgart
stephan.heimerl@fwt.fichtner.de

Linke, Dipl.-Ing. Markus

Wasser- und Schifffahrtsamt Meppen
Herzog-Arenberg-Straße 66
49716 Meppen
markus.linke@wsv.bund.de

Naumann, Dipl.-Geogr. Stephan

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
stephan.naumann@uba.de

Rupp, Dipl.-Ing. Johann

Landratsamt Ravensburg
Postfach 19 40
88189 Ravensburg
johann.rupp@landkreis-ravensburg.de

Schütz, Dr. rer. nat. Cornelia

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
schuetz@bafg.de

Weichert, Dr. sc. tech. Roman

Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstr. 17
76187 Karlsruhe
roman.weichert@baw.de

Wey, Dr. rer. nat. Jennifer

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
wey@bafg.de

Winkler, Dipl.-Ing. (FH) Hartmut

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
Stresemannstraße 3 - 5
56068 Koblenz
Hartmut.Winkler@sgdnord.rlp.de

Zeiringer, Dipl.-Ing. Bernhard

BOKU Wien, IHG
Hydrobiologie & Gewässermanagement
Max-Emanuel-Straße 17
1180 Wien, ÖSTERREICH
bernhard.zeiringer@boku.ac.at

Teilnehmerliste

Name	Firma	Ort
Adamus, Daniel	Thüringer Aufbaubank	Erfurt
Aull, Alexander	Wasserstraßenneubauamt	Aschaffenburg
Bätza, Alfred	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Bauerfeind, Christof	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Beckmann, Dr. Thomas	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Behrends, Ina	Wasserstraßen-Neubauamt	Magdeburg
Beiser, Rüdiger	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Bock, Matthias	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Bodsch, Mareike	Wasser- und Schifffahrtsamt	Koblenz
Bogner, Anne-Catherine	Technische Universität	Dresden
Brandenburger, Inga	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Breitenstein, Jens	RMD Wasserstraßen GmbH	München
Brückner, Kerstin	Arcadis Deutschland GmbH	Karlsruhe
Buchholz, Helga	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Cofalla, Dr. Catrina	RWTH Aachen University (IWW)	Aachen
Conrad, Sebastian	RMD-Consult GmbH	München
Conring, Nadine	Wasserstraßen-Neubauamt	Helmstedt
Croisier, Christophe	Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH	Aachen
Dengler, Claudia	EnBW Energie Baden- Württemberg AG	Stuttgart
Denk, Martina	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Drösser, Ingo	Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH	Aachen
Droste, Dietmar	Wasser- und Schifffahrtsamt	Aschaffenburg
Eberhardt, Kristine	Wasserstraßen-Neubauamt	Magdeburg
Edler, Christian	Bezirksregierung, Obere Fischereibehörde	Münster
Eichmanns, Christiane	RWTH Aachen University	Aachen
Ernst, Dr. Annette	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Fauser, Tina	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Fröhner, Helko	Wasser- und Schifffahrtsamt	Schweinfurt

Name	Firma	Ort
Gantert, Clemens	BWS GmbH	Hamburg
Gatzweiler, Julia	Björnsen Beratende Ingenieure	Koblenz
Geray, Dominik	Regierungspräsidium Stuttgart	
Gerspacher, Matti	Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH	Aachen
Gisen, David	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Gluch, Arne	Landesbetrieb Hochwasserschutz	Sachsen-Anhalt
Göhl, Dr. Christian	RMD-Consult GmbH	München
Gollasch, Norbert	INROS LACKNER SE	München
Götz, Christian	RMD Wasserstraßen GmbH	München
Grafmüller, Thomas	Karlsruher Institut für Technologie, IWG	Karlsruhe
Grebmayer, Thomas	Bayer. Landesamt für Umwelt	Augsburg
Hartmann, Günter	WALD + CORBE GmbH & Co. KG	Hügelsheim
Haug, Michael	Herzog+Partner GmbH	Wörth am Rhein
Hecht, Veronika	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Heimann, Wilko	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz
Helbig, Dr. Ulf	Technische Universität, IWD	Dresden
Henckel, Peter	Neubauamt für den Ausbau des MLK	Hannover
Heneka, Dr. Patrick	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Henning, Dr. Martin	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Hermens, Gereon	Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH	Aachen
Herpertz, Dr. Dorothe	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz
Herrmann, Patrick	WALD + CORBE GmbH & Co. KG	Hügelsheim
Hildebrandt, Tjark	Wasserstraßen-Neubauamt	Magdeburg
Hintersatz, Stefan	Bundesamt für Naturschutz	Bonn
Hoffmann, Malte	Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH	Aachen
Hoffmann, Dr. Andreas	Büro für Umweltplanung, Gewässermanagement und Fischerei	Bielefeld
Höger, Verena	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Huber, Adrian	IUB Engineering AG	Zürich, SCHWEIZ
Hudjetz, Sebastian	RWTH Aachen University (IWW)	Aachen
Igel, Friedhelm	Bundesamt für Naturschutz,	Leipzig

Name	Firma	Ort
Irmler, Ingolf	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Jänsch, Klaus	NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg	Brake-Oldenburg
Jockers, Christian	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Johannes, Arnfried	RMD Wasserstraßen GmbH	München
Kampker, Anne	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Kappus, Dr. Berthold	Regierungspräsidium	Karlsruhe
Karreis, Gerd	Wasserstraßen-Neubauamt	Aschaffenburg
Kehr, Katrin	Bezirksregierung	Düsseldorf
Kellermann, Jürgen	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Kemmeler, Gerhard	Verband für Angeln und Naturschutz, Thüringen e.V.	Suhl
Kempf, Martin	Wasser- und Schifffahrtsamt	Saarbrücken
Kilian, Harald	SWU Energie GmbH	Ulm
Kleef, Wolfgang	Regierungspräsidium	Darmstadt
Klopries, Elena-Maria	RWTH Aachen University (IWW)	Aachen
Knoche, Brigitta	Wasserstraßen-Neubauamt	Helmstedt
Kramer, Sabine	Wasser- und Schifffahrtsamt	Duisburg - Meiderich
Kroll, Lothar	Landesamt für Umwelt RP	Mainz
Kuhn, Ulrike	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Laczny, Christoph	Regierungspräsidium	Kassel
Lecour, Christine	LAVES-Dezernat Binnenfischerei	Hannover
Lehmann, Paul	Ingenieurbüro Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Gebler	Walzbachtal
Lehmann, Martin	Regierungspräsidium	Stuttgart
Leuchs, Dr. Heiko	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz
Leukel, Holger	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	Bonn
Loy, Georg	VERBUND Innkraftwerke GmbH	Töging am Inn
Mahl, Dr. Lena	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Maltzan, Jens	Wasser- und Schifffahrtsamt	Koblenz
Mangold, Michael	RWE Power AG	Bernkastel-Kues
May, Anika	Regierungspräsidium	Gießen
Mende, Dr. Matthias	IUB Engineering AG	Bern, SCHWEIZ
Messing, Sebastian	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	Bonn
Michels, Klaus	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Mockenhaupt, Bernd	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz

Name	Firma	Ort
Müller, Thorsten	Wasser- und Schifffahrtsamt	Duisburg - Meiderich
Nahnsen, Thorben	Fichtner Water & Wind GmbH	Hamburg
Nijssen, David	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz
Panknin, Helga	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Peter, Dr. Armin	Peter FishConsulting	Olten, SCHWEIZ
Petri, Wolfgang	Wasser- und Schifffahrtsamt	Saarbrücken
Piroth, Dr. Klaus	CDM Smith Consult GmbH	Alsbach
Prömper, Monika	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Puchmüller, Jens	Fischereiamt	Berlin
Püschel, Heike	Wasser- und Schifffahrtsamt	Brandenburg
Reck, Sabine	NLWKN	Brake-Oldenburg
Redeker, Marq	Betriebsstelle Brake-Oldenburg	
Requena, Dr. Patricia	CDM Smith Consult GmbH	Düsseldorf
Roenneberg, Sebastian	Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH	Solingen
	Technische Universität München, Lehrstuhl Wasserbau	München
Roos, Miriam	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Rudolph, Axel	Wasser- und Schifffahrtsamt	Brandenburg
Rüter, Dr. Arne	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz
Scheurlen, Karl	IUS Weibel & Ness GmbH	Potsdam
Schmid, Helmut	Ingenieurbüro Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Gebler	Walzbachtal
Schmidt, Dr. Andreas	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Scholten, Dr. Matthias	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz
Schüle, Susanne	EnBW Energie Baden- Württemberg AG	Stuttgart
Schüle, Martin	Amt für Neckarausbau	Heidelberg
Schulz, Dr. Holger	Geschäftsstelle der Flussgebietsgemeinschaft Weser	Hildesheim
Schumacher, Ralf	Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH	Celle
Schuppan, Jürgen	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH	Dresden
Schüttrumpf, Prof. Dr. Holger	RWTH Aachen University (IWW)	Aachen
Seidel, Dr. Frank	Karlsruher Institut für Technologie, IWG	Karlsruhe
Stein, Sabine	Regierungspräsidium	Karlsruhe

Name	Firma	Ort
Tauer, Dr. Wolfram	Arcadis Deutschland GmbH	Darmstadt
Uhl, Erik	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt	Bonn
Unger, Dr. Jens	Pöry Deutschland GmbH	Berlin
Wanek, Andreas	Wasser- und Schifffahrtsamt	Regensburg
Wassermann, Stefanie	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe
Weibel, Uwe	IUS Weibel & Ness GmbH	Kandel
Weinig, Janet	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	Wiesbaden
Wichowski, Franz	Regierungspräsidium Darmstadt	Frankfurt
Wieland, Steffen	Bundesanstalt für Gewässerkunde	Koblenz
Wilde, Silke	Wasserstraßen-Neubauamt	Aschaffenburg
Wollny, Matthias	Fichtner Water & Transportation GmbH	Freiburg
Yörük, Prof. Dr. Alpaslan	Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH	Aachen
Zinkhahn, Markus	Bundesanstalt für Wasserbau	Karlsruhe

Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit – Schlüsselfrage zu Beginn des neuen Bewirtschaftungszyklus

Dipl.-Geogr. Stephan Naumann, Umweltbundesamt

Dr. rer. nat. Jens Arle, Umweltbundesamt

Katrin Blondzik, Umweltbundesamt

Dr. rer. nat. Volker Mohaupt, Umweltbundesamt

Dr. rer. nat. Jeanette Völker, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Einleitung

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie fordert, dass Flüsse, Seen, Übergangsgewässer, Küstengewässer spätestens bis zum Jahr 2027 in einem guten Zustand sind. Für den Weg dahin hat die Europäische Union den Mitgliedstaaten einen konkreten Zeitplan mit drei sechsjährigen Bewirtschaftungszyklen vorgegeben. Grundlage des Handelns in den Bewirtschaftungszyklen sind die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme, die Aussagen zu Zustand, Belastungen, Zielerreichung und Maßnahmen enthalten. Gegenwärtig ist der zweite Bewirtschaftungszyklus angebrochen. Die für diesen Zyklus entwickelten Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme wurden im Dezember 2015 veröffentlicht und im März 2016 der Europäischen Kommission übermittelt. Auf Basis dieser Dokumente können Aussagen zur Frage der Bedeutung der Durchgängigkeit für die Zielerreichung im Gewässerschutz getroffen werden.

Ökologischer Zustand der Gewässer

In Deutschland wurden in den letzten sechs Jahren an fast 20.000 Messstellen Untersuchungen in den Oberflächengewässern und im Grundwasser durchgeführt. Auf Basis dieses Monitorings wurde die Zustandsbewertung vorgenommen. Hierzu wurden in erster Linie die biologischen und im Weiteren die chemischen und physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten und Schadstoffe herangezogen. In Bezug auf die Oberflächenwasserkörper zeigt sich folgendes Bild. In Deutschland werden derzeit über 9.800 Oberflächenwasserkörper bewirtschaftet. Von diesen sind 35% als erheblich verändert und 15% als künstlich ausgewiesen. Das heißt, für insgesamt 50 % der Oberflächenwasserkörper gilt das gute ökologische Potenzial als Ziel. Im Folgenden werden die Bewertungen für Zustand und Potenzial unter dem Begriff „Zustand“ zusammengefasst. Die Bewertung der Wasserkörper zeigt, dass 8% das Bewirtschaftungsziel der Wasserrahmenrichtlinie erreichen und einen sehr guten oder guten ökologischen Zustand aufweisen. 36% befinden sich in einem mäßigen, 34% im unbefriedigenden und nur noch 19% in einem schlechten ökologischen Zustand. Ein geringer Teil der Oberflächenwasserkörper (3%) wurde bislang noch nicht bewertet (Bild 1). Der gute chemische Zustand wird deutschlandweit nicht erreicht. Grund hierfür sind die ubiquitären Schadstoffe, wie Quecksilber oder polzyklische, aromatische Kohlenwasserstoffe, die überall die Normen überschreiten. Im Vergleich zu den Ergebnissen aus der Bewertung des ökologischen Zustands 2009 ist eine Verbesserung der ehemals als „unbefriedigend“ und „schlecht“ eingestuften

Wasserkörper in Richtung eines „mäßigen“ ökologischen Zustands erkennbar. Die positive Tendenz in der Entwicklung des Gewässerzustands zeigt sich daher an der Abnahme der als schlecht eingestuften Wasserkörper sowie der Zunahme der Wasserkörper in einen mäßigen ökologischen Zustand von 29,9% (2009) auf 36% (2015). In den Klassen „sehr gut“ und „gut“ konnten nach dem ersten Bewirtschaftungszyklus noch keine wesentlichen Fortschritte erzielt werden, was vornehmlich auf formale (Vervollständigung der Bewertungsverfahren, Anpassungen der Typisierungen u.ä.) und natürliche Ursachen (Reaktionszeit der Biozönose, Wiederbesiedlungspotenzial u.w.) zurückgeführt werden kann.

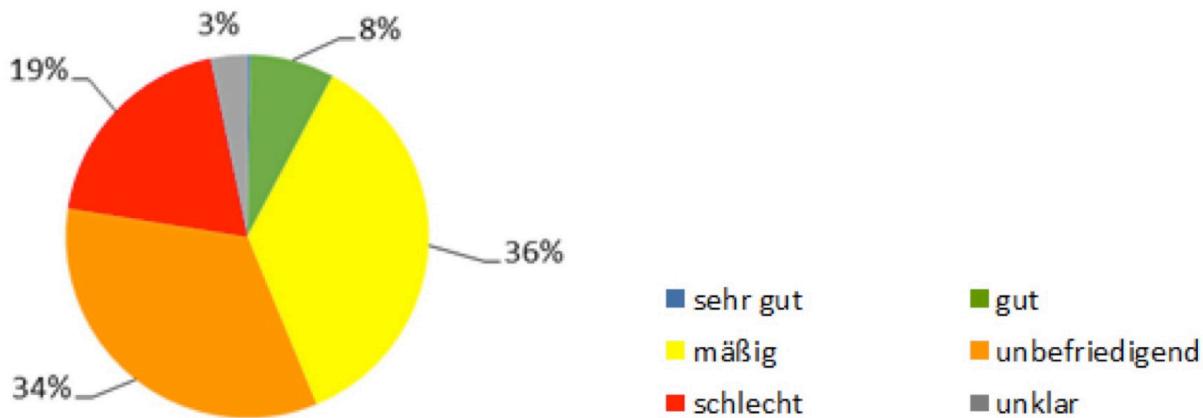
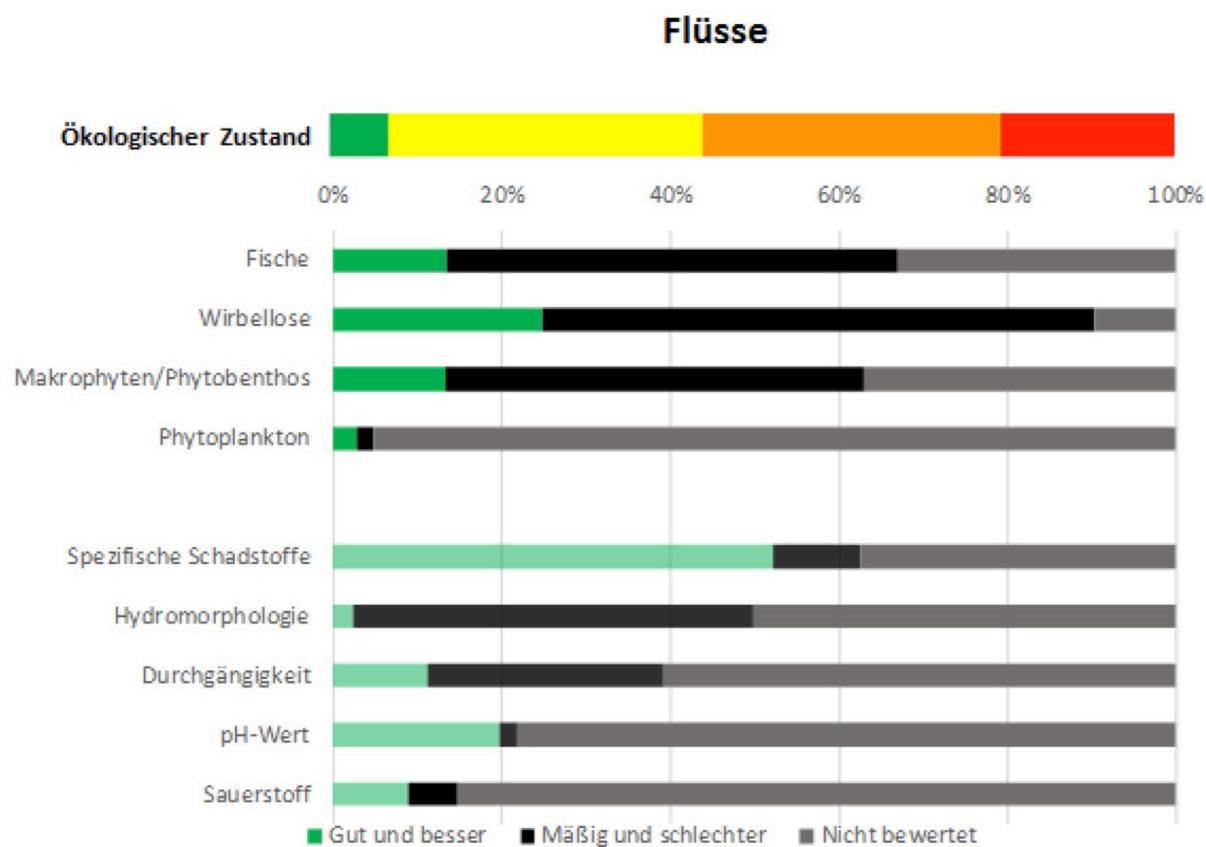


Bild 1: Ökologischer Zustand der Oberflächenwasserkörper in Deutschland. Datenquelle: Berichtsportal WasserBLICK/BfG, Stand 23.03.2016.

Ökologischer Zustand und Durchgängigkeit

Für die Betrachtung der Durchgängigkeit sind die Fließgewässer relevant. In Deutschland werden 137.000 Flusskilometer für die Wasserrahmenrichtlinie in Augenschein genommen und sind in mehr als 9000 Wasserkörpern aufgeteilt. Die mittlere Länge eines Fließgewässerwasserkörpers beträgt etwa 16 Kilometer. Ob ein Wasserkörper in einem guten ökologischen Zustand ist, hängt in erster Linie von den biologischen Qualitätskomponenten (Makrozoobenthos, Fischfauna, Makrophyten/Phytobenthos, Phytoplankton) ab. Die chemischen und physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Komponenten und daher auch die Durchgängigkeit müssen in einer Qualität vorliegen, dass die Lebensgemeinschaften der Gewässer einen guten Zustand aufweisen können. Von allen untersuchten und bewerteten Wasserkörpern in Flüssen sind derzeit 7% in einem guten ökologischen Zustand oder Potenzial. Auf Grund des „one out - all out“ Prinzips kann sich die Situation für die einzelnen Qualitätskomponenten besser darstellen. Da nur die Qualitätskomponenten

einem operativen Monitoring zu unterziehen sind, die am sensibelsten auf die identifizierten Belastungen des jeweiligen Wasserkörpers reagieren, werden i.d.R. nicht alle Qualitätskomponenten an allen Messstellen erhoben. Ausgenommen davon sind die Überblicksmessstellen. Am Häufigsten wurden in den Fließgewässern die Wirbellosen betrachtet gefolgt von der Fischfauna und dem Makrophyten/Phytobenthos (Bild 2). Das Phytoplankton hat nur in den großen Strömen Bedeutung. Der Zustand des Makrozoobenthos stellt sich in über 20 % der untersuchten und bewerteten Wasserkörper gut und besser dar. Fischfauna und Makrophyten/ Phytobenthos erreichen an etwa jeweils 15 % der Wasserkörper den gewünschten Zielzustand.



*Bild 2: Zustand der Qualitätskomponenten nach Anhang V Wasserrahmenrichtlinie für Flüsse.
Datenquelle: Berichtsportal WasserBLICK/BfG; Stand 23.03.2016. Grafik und Daten-
auswertung Umweltbundesamt. Stand 13.5.2016.*

Mit Blick auf die unterstützenden Qualitätskomponenten sind vor allem die hydromorphologischen Belastungen in der Summe so hoch, dass immer eine der biologischen Qualitätskomponenten erheblicher vom Referenzzustand abweicht. Fast exakt korrespondierend mit der Gesamtbewertung des ökologischen Zustands konnte die Hydromorphologie nur für 5% aller untersuchten Flussabschnitte als gut bezeichnet werden. Demgegenüber sind die Belastungen durch flussgebietsspezifische Schadstoffe rückläufig und haben in keinem Fall zu einer Abwertung des guten ökologischen Zustands geführt. Die Durchgängigkeit wurde für etwas mehr als 10% der Wasserkörper als

„gut“ klassifiziert. Wie bereits im ersten Bewirtschaftungszyklus kann daher festgehalten werden, dass die häufigsten Ursachen für das Verfehlen des guten ökologischen Zustands in den Fließgewässern in den veränderten Gewässerstrukturen, der fehlenden Durchgängigkeit und einer zu hohen Nährstoffbelastung zu suchen sind. Die wichtigen Fragen der Gewässerbewirtschaftung im ersten und am Beginn des zweiten Bewirtschaftungszyklus sind daher in allen zehn Flussgebiets-einheiten in Deutschland:

- Die Verbesserung der Gewässerstruktur und die Wiederherstellung der Durchgängigkeit in den Oberflächengewässern
- Die Reduzierung des Eintrags von Nähr- und Schadstoffen aus diffusen und Punktquellen in die Oberflächengewässer und das Grundwasser.

Im Einzelfall variieren die Ursachen häufig und es treten in einem Wasserkörper mehrere Belastungen gleichzeitig auf. Auch das in der Umgebung vorhandene Wiederbesiedlungspotential kann Einfluss auf den zeitlichen Verlauf der Erholung der Lebensgemeinschaften und die Erreichung des guten ökologischen Zustandes haben. Deshalb ist insbesondere für die Fischfauna die Herstellung der Durchgängigkeit der Fließgewässer durch Rück- und Umbau von signifikanten Querbauwerken von großer Bedeutung. Dass die Herstellung der Durchgängigkeit im 2. und aller Voraussicht nach auch im 3. Bewirtschaftungszyklus eine herausragende Rolle spielen wird zeigen die folgerichtig abgeleiteten Maßnahmenschwerpunkte.

Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit im 2. Bewirtschaftungszyklus der Wasserrahmenrichtlinie

Die Maßnahmenplanung erfolgt in den Maßnahmenprogrammen der Flussgebietsgemeinschaften, die innerhalb des laufenden Bewirtschaftungszyklus umgesetzt werden müssen. Die Überprüfung ihrer Wirksamkeit erfolgt 2021. Die Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser hat für die Strukturierung der Maßnahmenprogramme den LAWA-Maßnahmenkatalog entwickelt, der 170 Maßnahmen-typen enthält. Nach Auswertung der Berichterstattung an die Kommission können 41,5% aller im zweiten Bewirtschaftungszyklus geplanten Maßnahmen dem Belastungsschwerpunkt „Abflussregulierung und morphologische Veränderungen“ zugeordnet werden. Im Belastungsschwerpunkt „diffuse Quellen“ sind 38% aller Maßnahmen geplant und 19% der Maßnahmen sollen die Belastungen aus Punktquellen reduzieren. Der Belastungsschwerpunkt „Wasserentnahmen“ spielt mit einem Anteil von 1,5% eine untergeordnete Rolle. Bei weiterer Aufgliederung des prozentualen Anteils der Maßnahmen im Belastungsschwerpunkt „Abflussregulierung und morphologische Veränderungen“ können Aussagen zur Maßnahmenverteilung in Bezug auf die einzelnen hydromorphologischen Qualitätskomponenten getroffen werden. Demnach entfallen 19% auf die Verbesserung der Gewässerstruktur, 5,5 % auf den Wasserhaushalt und 17 % aller in Deutschland im 2. Bewirtschaftungszyklus vorgesehenen Maßnahmen auf die Wiederherstellung der Durchgängigkeit. Dieser hohe Anteil korrespondiert mit dem hohen Bestand von ca. 200.000 Querbauwerken in Deutschland, wobei diese Zahl auch kleinste Bauwerke beinhaltet und das gesamte Fließgewässersystem umfasst. In Bezug auf die gesamte Kulisse der Fließgewässerwasserkörper bedeutet

der Maßnahmenanteil von 17%, dass in ca. 5.000 Wasserkörpern Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit vorgesehen sind. Damit ist die Schlüsselmaßnahme „Verbesserung der Durchgängigkeit“ die zweithäufigste Maßnahmenart in Deutschland. Sowohl der Bund als auch die Länder haben Priorisierungsstrategien und Umsetzungsfahrpläne für die Herstellung der Durchgängigkeit konzipiert und setzen diese seit dem ersten Bewirtschaftungszyklus kontinuierlich um. Die Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser entwickelt derzeit ein eigenständiges Verfahren für die Klassifikation der Durchgängigkeit für Standorte, Wasserkörper und Gewässersysteme, das für die weitere Berichterstattung an die Europäische Kommission Verwendung finden soll.

Literatur

Datenquelle: Berichtsportal WasserBLICK/BfG; Stand 23.03.2016

Steuerung der Maßnahmen zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen

Dipl.-Ing. Detlef Aster, Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt

Dr. rer. nat. Annette Ernst, Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt

Einleitung

Der im November 2015 vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) veröffentlichte 1. Fortschrittsbericht zum bundesweiten Priorisierungskonzept und zur Maßnahmenpriorisierung für den Fischaufstieg an den Bundeswasserstraßen zeigt auf, dass von den 46 Maßnahmen zur Wiederherstellung der aufwärtsgerichteten Durchgängigkeit, für die im Priorisierungskonzept 2012 von einem Baubeginn im 1. Bewirtschaftungszyklus der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ausgegangen wurde, der überwiegende Teil der Maßnahmen in die 2. Umsetzungsphase verschoben wird und eine Reihe von Maßnahmen aus der 2. in die 3. Umsetzungsphase verschoben werden (Tab. 1).

Tabelle 1 Zuordnung der Standorte mit Maßnahmenbedarf zu den einzelnen Umsetzungsphasen (BMVI 2015 - Vergleich der Angaben des Erläuterungsberichts 2012 mit dem Fortschrittsbericht 2015)

Umsetzungsphasen gemäß WRRL - Bewirtschaftungszyklen	2012	2015
1. Umsetzungsphase (bis 2015)	46	3
2. Umsetzungsphase (bis 2021)	62	77
3. Umsetzungsphase (nach 2021)	75	110

Die 151. Vollversammlung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) am 17./18. März 2016 in Stuttgart begrüßt zwar das fortgeschriebene Priorisierungskonzept, weist aber darauf hin, dass die derzeitige Umsetzungsgeschwindigkeit eine Gefährdung der Zielerreichung der WRRL darstellen kann und bittet den Bund, die entsprechenden Kapazitäten für die fristgerechte Zielerreichung sicherzustellen.

In diesem Beitrag werden die gemeinsamen Anstrengungen des BMVI und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) mit den beratenden Oberbehörden, der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), zur Optimierung des Einsatzes ihrer Ressourcen und die nächsten Schritte in der Maßnahmenumsetzung an den Bundeswasserstraßen dargestellt.

Die neue Aufgabe der WSV seit 2010

Mit der am 1. März 2010 in Kraft getretenen Neufassung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) ist die WSV durch § 34 Abs. 3 WHG verpflichtet, an den von ihr errichteten oder betriebenen Stauanlagen der Bundeswasserstraßen Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Durchgän-

gigkeit durchzuführen, soweit diese zur Erreichung der Ziele nach WRRL erforderlich sind. Die WSV handelt hierbei hoheitlich im Rahmen ihrer Aufgaben nach dem Bundeswasserstraßengesetz. Das Bundeswasserstraßengesetz wurde entsprechend angepasst. Wenngleich die Gesamtverantwortung für die Umsetzung der WRRL bei den Bundesländern verbleibt, hat die WSV mit dieser Erweiterung ihres Aufgabenspektrums eine neue, aktive Rolle für Maßnahmenumsetzungen an etwa 250 Stauanlagen der Bundeswasserstraßen übernommen.

Innerhalb kurzer Zeit hat sich der Bund für eine ökologisch und wirtschaftlich effiziente Umsetzung dieser komplexen Aufgabe gut aufgestellt:

- Durch Erlass des damaligen Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) vom 03. September 2010 wird der Erhaltung und Wiederherstellung der Durchgängigkeit an den von ihr errichteten oder betriebenen Stauanlagen der Bundeswasserstraßen die höchste Aufgabenpriorität zugewiesen. Als gesetzliche Verpflichtung hat die Aufgabe Vorrang gegenüber Aufgaben, für die die WSV lediglich aufgrund rechtlicher Regelungen zuständig ist (z. B. Ausbau, Betrieb, Unterhaltung). Sie steht hinsichtlich ihres verpflichtenden Charakters auf gleicher Stufe wie z. B. die Verkehrssicherungspflicht, wenn auch die in den Schutzbereich der Verkehrssicherungspflicht fallenden Rechtsgüter Leben und Gesundheit von Menschen in jedem Fall höherrangig einzustufen sind.
- Am 06. Februar 2012 veröffentlicht das BMVBS, wenn auch mit Ressourcenvorbehalt, das zuvor mit den für die Umsetzung und Zielerreichung der WRRL zuständigen Bundesländern und mit dem damaligen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) abgestimmte bundesweite Priorisierungskonzept „Ökologische Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen“. (BMVBS 2012)
- Die Ämter der WSV vergeben die Planung und Umsetzung erster Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit. Mit dem Übergang der Verantwortung für die erforderlichen Maßnahmen an den Bundeswasserstraßen von den Ländern an die WSV können neue Synergien z. B. mit Wehrinstandsetzungen genutzt werden.
- BfG und BAW begleiten die operative Umsetzung der WSV-Maßnahmen mit fachlich fundierter Beratung zur Gewährleistung der Qualitätssicherung und eines einheitlichen fachlichen und formalen Mindeststandards. Der Stand der Technik für die Planung und den Bau von Fischaufstiegsanlagen bezieht sich überwiegend auf kleine und mittlere Fließgewässer, so dass BfG und BAW neben der Beratung an der Schließung von Wissenslücken für die Auffindbarkeit und Passierbarkeit von Fischaufstiegsanlagen an den vergleichsweise großen Bundeswasserstraßen arbeiten. Dazu wurde neben dem Beratungsprogramm für die WSV ein umfangreiches Forschungsprogramm mit speziellen Untersuchungen an 7 Pilotstandorten aufgelegt.
- BMVI, WSV, BfG und BAW etablieren für die neue Aufgabe gemeinsam verschiedene Instrumente zum Austausch und Wissenstransfer, z. B. regionale Informationsveranstaltungen für die Ämter, regelmäßige Besprechungen der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) mit BfG, BAW und BMVI, den jährlichen WSV-BfG/BAW-Aussprachetag für den Fachaustausch der Ämter mit BfG und BAW, BfG/BAW-Kolloquien für den breiten Wissenstransfer und den Fachaustausch mit Dritten sowie die Einführung der Arbeitshilfe

„Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA)“ (BAW/BfG 2010, BAW/BfG 2015) mit aufgrund der besonderen Verhältnisse an Bundeswasserstraßen ggf. abweichenden oder ergänzenden Aspekten zum im DWA-Merkblatt 509 (2014) zusammengefassten Stand der Technik.

- Die Kommunikation und die Kooperation mit den Partnern aus Bund, Ländern, Kommunen, Wasserkraft, Wissenschaft und Verbänden werden auf vielen Ebenen verstärkt fortgesetzt.

Stand 2014/2015

In Vorbereitung auf die Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme der Flussgebietseinheiten für den 2. WRRL-Bewirtschaftungszyklus 2016 - 2021 forderte das BMVI Anfang 2014 die WSV zur Sachstandsaktualisierung für die Fortschreibung des BMVI/WSV-Priorisierungskonzeptes auf. Analog zum Aufsetzen des Priorisierungskonzeptes im Jahr 2012 wurden unter Berücksichtigung der aktualisierten fachlichen Grundlagen von BfG und BAW 7 regionale Umsetzungskonzepte zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen aktualisiert, bundesweit zusammengeführt und gereiht. Mit Erlass des BMVI vom 14. August 2014 erhielt die WSV das Mandat, die fortgeschriebene Priorisierungsliste für die Abstimmungen mit den Ländern über die Maßnahmen zur Aufnahme in die zu aktualisierenden Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für den 2. WRRL-Bewirtschaftungszyklus zu verwenden, wenn auch der weiterhin geltende Ressourcenvorbehalt insbesondere aufgrund der derzeit defizitären Personalausstattung der WSV für die Aufgabenwahrnehmung im Bereich Durchgängigkeit in den Abstimmungen klar zu benennen war.

Inzwischen war mit der Einrichtung der GDWS zum 01. Mai 2013 der zentrale Grundstein für die WSV-Reform gelegt worden. An die Stelle der 7 Wasser- und Schifffahrtsdirektionen (WSDen) ist eine zentrale Behörde in Bonn getreten, die Ansprechpartnerin für alle WSV-Angelegenheiten ist und wesentliche Steuerungsaufgaben wahrnimmt. Die in der Vergangenheit fehlende bundesweite Priorisierung und die fehlende dauerhafte Ressourcenausstattung für den Erhalt, den Betrieb und den Ausbau der Bundeswasserstraßeninfrastruktur, die Eigentümerunterhaltungspflichten sowie die Erledigung neuer zusätzlicher Aufgaben im Bereich der Verkehrssicherheit und der Ökologie haben zu erheblichen Verlängerungen der Realisierungszeiträume sowie zu erheblichen Erhaltungsrückständen und Substanzverzehr im Netz der Bundeswasserstraßen geführt (BMVI 2014). Mit dem Aufgabenübergang von der dezentralen Steuerung durch die 7 WSDen in die zentrale Steuerung durch die GDWS wurde zusammengefasst, dass bundesweit 45% der Schleusen, 25% der Wehre und 25% der Düker an den Bundeswasserstraßen älter als 80 Jahre sind und damit die durchschnittliche Nutzungsdauer bei normaler Unterhaltung überschritten haben. Der daraus resultierende Investitionsbedarf für sicherheitsrelevante Maßnahmen in den nächsten 10 Jahren beträgt 6,6 Mrd €.

Bezug nehmend auf den o.g. Priorisierungserlass 2010 musste die Abteilung Umwelt, Technik, Wassertourismus der GDWS vor dem Hintergrund des hohen Ersatzinvestitionsbedarfs 4 Jahre später verfügen, dass eine Erhöhung des Personalressourceneinsatzes zur Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit nicht mehr erfolgen kann. Gleichzeitig wurde zur

Optimierung des Einsatzes der derzeit verfügbaren Ressourcen (Personal, Haushaltsmittel) und der Ermittlung des zur Zielerreichung der WRRL 2027 erforderlichen Personalbedarfs durch die GDWS in Zusammenarbeit mit den projektdurchführenden Ämtern und den beratenden Fachbehörden BfG und BAW das Multiprojektmanagement Fischaufstiegsanlagen (MPM FAAAn) als neues Steuerungsinstrument aufgesetzt.

Stand 2016

Das MPM FAAAn als verwaltungsinternes Steuerungsinstrument unterstützt den durch das öffentliche BMVI/WSV-Priorisierungskonzept vorgegebenen, eng an die Anforderungen der WRRL angelehnten politisch-strategischen Rahmen für die Gesamtaufgabenerledigung durch die WSV. Zum einen zeigt es die gemeinsame Ressourcen- und Zeitplanung der WSV, BfG und BAW für die Projekte zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit, die sich zur gleichen Zeit in der Planung bzw. Umsetzung befinden, in einer WSV-weit einheitlichen Projektstruktur transparent auf. Zum anderen gehen die breiten Erfahrungen aus den laufenden Projekten, die durch regelmäßiges Monitoring zusammengeführt werden, in eine optimierte Ressourcen- und Zeitplanung für neue Projekte ein. Mit dem MPM FAAAn wird die für die kommenden Haushaltsjahre eingeworbene Verstärkung der derzeit noch stark begrenzten Personalressourcen WSV-weit, projektgebunden durch die GDWS gesteuert.

Für das MPM FAAAn wurde eine MS Project-Datei angelegt, deren Basisplan auf dem 1. Monitoring am 17. Juni 2015 festgelegt wurde. Die erste Fortschreibung erfolgte am 18. Januar 2016.

Maßnahmen

Zu Beginn des 2. WRRL-Bewirtschaftungszyklus 2016 sind 44 Projekte von den an über 250 Stauanlagen des Bundes zu errichtenden Fischaufstiegsanlagen in Arbeit:

- 14 WSV-Maßnahmen in Synergie mit einem Wehrsatzneubau
- 5 WSV-Maßnahmen mit dem geplanten Ersatz abgängiger Wehre durch feste Stauanlagen
- 9 Maßnahmen in Landesplanung, von der WSV, BfG, BAW begleitet und WSV-finanziert
- 4 Maßnahmen in der Planung durch die Rhein-Main-Donau AG (RMD), von der WSV, BfG, BAW begleitet und WSV-finanziert
- 6 WSV-Maßnahmen als Kompensationsmaßnahmen
- 6 WSV-Maßnahmen ohne Synergie, Rückbau, Länder, RMD, Kompensation.

Stellen

WSV-weit sind derzeit 47 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in 13 Ämtern mit Dienstpostenanteilen auf insgesamt 14,8 Dienstposten für die Durchführung der 31 WSV-Projekte und die Begleitung der 13 Landes- und RMD-Projekte zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen eingesetzt.

Um die Maßnahmenumsetzung bundesweit organisatorisch noch effizienter zu gestalten, ist im Rahmen des WSV-Reformprozesses vorgesehen, die operative Aufgabenwahrnehmung im Bereich Durchgängigkeit in 5 spezialisierten Wasserstraßeneubauämtern (WNÄ) zu bündeln.

Zur Wiederherstellung der linearen Durchgängigkeit sind mehrere Bauprojekte an einer Bundeswasserstraße durchzuführen, die das enge Zusammenwirken mit dem regional zuständigen Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) und die enge Abstimmung mit verschiedenen regionalen Landesbehörden erfordern. Die Effizienz der Projektabwicklung ist zudem durch die Übertragung von Wissen und Erfahrungen zwischen den Projekten an einem Fließgewässer(abschnitt) zu steigern. Deshalb sollen die WNÄ in Helmstedt, Magdeburg, Berlin, Heidelberg und Aschaffenburg weitestgehend in regionalen Clustern tätig werden.

Aus den im MPM FAAm dokumentierten Projektständen und Ressourcenangaben ist abzuleiten, dass mit der Zuweisung von 5 Stellen im Haushaltsjahr 2016, die in 4 WNÄ gehen, kein neues Durchgängigkeitsprojekt an den Bundeswasserstraßen gestartet werden kann. Die zusätzlichen 5 Stellen gehen in der Fortführung stehender Projekte bzw. Absicherung/Effizienzsteigerung laufender Projekte auf.

Folgeprojekte

Mit der Zusammenführung der Projektdaten im MPM FAAm ist deutlich geworden, dass die Priorisierung, die dem 1. Fortschrittsbericht 2015 zugrunde liegt, noch stark durch die regionale Reihung der ehemaligen WSDen innerhalb der WRRL-Umsetzungsphasen geprägt ist. Die Reihung der noch nicht begonnenen Maßnahmen soll auf Grundlage einheitlicher Kriterien WSV-weit aufeinander abgestimmt werden, wobei vor allem die fischökologische Dringlichkeit, wie z. B. der Einstieg ins Havel-Spree-System, und regionale Besonderheiten, wie z. B. die Kompensationsverpflichtungen am Neckar oder der Masterplan Ems, Berücksichtigung finden werden.

Projektablaufe

Mit der Aktualisierung des MPM FAAm im 2. Monitoring am 18. Januar 2016 werden in fast allen Projektlaufplänen z. T. erhebliche Verzögerungen dokumentiert. Während zum 1. Monitoring 2015 noch davon ausgegangen wurde, Anfang 2016 mit 10 Projekten in der Planfeststellung sein zu können, ist bis heute für keines dieser 10 Projekte das Planfeststellungsverfahren eröffnet bzw. der Verzicht auf Planfeststellung erwirkt worden.

Die Verzögerungen in vielen Projektablaufen sind auf die unerwartet hohe technische und rechtliche Komplexität eines jeden einzelnen Projekts zur Errichtung einer Fischaufstiegsanlage zurückzuführen. Bei der Planung von Wehrneubauten kommt die Berücksichtigung des schadlosen Fischabstiegs hinzu. Es besteht ein hoher Abstimmungsbedarf mit den Landesbehörden; die Verhandlungen mit den Wasserkraftanlagenbetreibern waren bisher langandauernd. Weitere Verzögerungsgründe sind der Bedarf zusätzlicher Untersuchungen (z.B. hydronumerische Modellierungen), der Beratungsengpass bei den Oberbehörden und Personalausfälle ohne Vertretungsmöglichkeiten. Immer wieder wird Personal der WSV, das für Durchgängigkeitsprojekte eingesetzt wurde, für hoch dringliche sicherheitsrelevante Maßnahmen benötigt. Der Stand der Technik und der Stand des Wissens entwickeln sich weiter. Es bestehen Unsicherheiten durch fehlendes Grundlagenwissen; Forschungsergebnisse können jedoch nicht abgewartet werden. Bei gemeinsamen Vorplanungen von Wehrersatz und Fischaufstiegsanlagen sind für das „Nebenbauwerk

Fischaufstiegsanlage“ häufig ein deutlich höherer Planungsaufwand und ein größerer Detailierungsgrad erforderlich als für das eigentliche „Hauptbauwerk Wehr“.

Ein hohes Optimierungspotenzial für die Planungsabläufe wird in der intensiveren Beratung der Ämter durch die BfG und die BAW vor Planungsbeginn (Vergabe) in einem Starttermin zwischen Amt, BfG, BAW und GDWS mit Ortsbesichtigung gesehen. Zudem ist zwischen BMVI, BfG, BAW und GDWS ein WSV-weit einheitliches Verständnis abzustimmen, welche Planungsinhalte wann in welcher Planungstiefe erforderlich sind, um die zu vergebenden Leistungen sachgemäß beschreiben zu können. Die AH FAA wird entsprechend der Projektphasen des WSV-Projektmanagements (Vorplanung/Entwurf-HU, Planfeststellung, Entwurf-AU) überarbeitet.

Fazit

Auch wenn trotz der mit Erlass zugewiesenen höchsten Aufgabenpriorität die gesetzliche Verpflichtung der WSV aus § 34 Abs. 3 WHG zur Erreichung der WRRL-Bewirtschaftungsziele bis zur Fristerreichung Ende 2027 mit den derzeit zur Verfügung stehenden Personalressourcen für die Maßnahmen zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an den Bundeswasserstraßen nicht erfüllt werden kann, haben BMVI, WSV, BfG und BAW gemeinsam mit hohem Verantwortungsbewusstsein beste konzeptionelle und organisatorische Voraussetzungen für die ökologisch und wirtschaftlich effiziente Umsetzung dieser komplexen Aufgabe geschaffen und sind auf die für die nächsten Jahre eingeworbene Personalverstärkung gut vorbereitet.

Literatur

- BAW/BfG (2010): Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA). Version 1.0.- 35 S., 5 Anl.
- BAW/BfG (2015): Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA). Version 2.0.- 61 S., 6 Anl.
- BMVBS (2012): Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen – Erläuterungsbericht zu Handlungskonzeption und Priorisierungskonzept des BMVBS.- 15 S., Anh.
- BMVI (2014): 6. Bericht des BMVI an den Deutschen Bundestag zur Reform der Waser- und Schiffahrtsverwaltung des Bundes (WSV).- 22 S.
- BMVI (2015): Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen - Bundesweites Priorisierungskonzept und Maßnahmenpriorisierung für den Fischaufstieg – 1. Fortschrittsbericht.- 15 S., Anh. mit 3 Tab.
- DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung.- Hrsg.: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.- 334 S.

Rückbau von Stauanlagen

Dipl.-Ing. (FH) Hartmut Winkler, Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Koblenz, Referat Naturschutz

Einleitung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie strebt einen guten ökologischen Zustand unserer Fließgewässer an. Aber gerade deren hydromorphologischen Beeinträchtigungen, insbesondere die Unterbrechung der Durchgängigkeit durch Stauanlagen (der mittlere Abstand zwischen benachbarten Stauanlagen in unseren Fließgewässern liegt unter 2 km), stehen dem Erreichen eines guten ökologischen Zustandes im Wege. Das Wasserhaushaltsgesetz sieht daher in § 34 die Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Stauanlagen verpflichtend vor. Auf dieser Basis werden Stauanlagen durch die Anlage von Fischwechseinrichtungen zumindest biologisch wieder durchgängig gestaltet.

Aber auch nach einer entsprechenden Umgestaltung (Fischauf- und -abstieg, Fischschutz) verbleibt der mit Stauanlagen verbundene Rückstau. Dieser verändert in vielfältiger Weise, auch über den Stauraum hinaus, die hydromorphologischen Strukturen und somit Lebensraumverhältnisse eines Fließgewässers. Dessen negative Auswirkungen auf die Lebensraumqualität und das Landschaftsbild nehmen von den Oberläufen mit ihren schnell fließenden Wasserkörpern und kiesgeprägten Sohlstrukturen hin zu den Unterläufen (Tieflandgewässer) ab.

Verbleibende Beeinträchtigungen durch Stauanlagen auch nach Errichtung von Fischwechsel- und -schutzanlagen

Fließgeschwindigkeit

Augenscheinlichste Veränderung eines Fließgewässers durch den mit einem Staudamm verbundenen Rückstau ist die Verringerung des Talgefälles und somit die Reduzierung der dort vorherrschenden Fließgeschwindigkeiten.

Fließgewässerorganismen (Fischfauna und Makrozoobenthos) sind an die typischen Strömungsverhältnisse der jeweiligen Fließgewässerregionen gebunden. Innerhalb der jeweiligen Teillebensräume (Wasserkörper und Sohlsubstrat) müssen somit zur Besiedelung gewisse Mindestfließgeschwindigkeiten vorherrschen.

Rheophile Fischarten sind für die lineare Wanderung innerhalb des Fließgewässers auf eine Strömung mit Fließgeschwindigkeiten von mindestens 0,2 m/s angewiesen. Wird diese rheoaktive Strömung innerhalb des Rückstaudamms unterschritten, so werden diese Stauräume von den entsprechenden Fischarten gemieden. Bei niedrigen Wasserständen kann dann sogar die Durch-

wanderbarkeit des Staubereichs eingeschränkt sein. Gleichzeitig verschiebt sich hier die Fischartenzusammensetzung der jeweiligen Fließgewässerregion zugunsten stagnophiler Arten.

Sedimentation und Kolmatierung

Aufgrund der herabgesetzten Strömung im Staubereich eines Sohlenbauwerkes sinkt die Transportkraft der fließenden Welle. Unterhalb einer Fließgeschwindigkeit von 0,3 m/s findet eine sukzessive Ablagerung von Feinsedimenten auf der Gewässersohle statt, welche das natürliche Sohlsubstrat abdeckt, das hyporheische Interstitial (Lückensystem der Sohlstruktur) zusetzt (Kolmatierung) und somit den Sauerstoffgehalt reduziert.

Organismen (Makrozoobenthos und kieslaichende Fische) der Forellen- Äschen- und Barbenregion sind auf eine solche steinigeprägte Sohle mit offener, sauerstoffreicher Sohlstruktur zwingend angewiesen. Wird dieser Lebensraum infolge von Feinsedimentablagerungen jedoch entsprechend beeinträchtigt, verändert sich die fischregionentypische Artenzusammensetzung. In Anbe tracht der Tatsache, dass das hyporheische Interstitial der wesentliche Lebensraum für sohlorientierte und kieslaichende Fischarten sowie das Makrozoobenthos ist, fällt der Rückstaubereich gerade für rheophile Arten als Lebensraum fast gänzlich aus.

Temperaturverhältnisse und Sauerstoffgehalt

Reduzierte Fließgeschwindigkeiten in Staubereichen führen, gerade wenn mehrere Staubereiche hintereinander folgen, zu einer Erhöhung der Wassertemperatur. Gleichzeitig verringert sich infolge der reduzierten Turbulenz der Gasaustausch zwischen Atmosphäre und Wasserkörper; der Sauerstoffgehalt des Wassers und somit auch des Lückensystems der Sohle sinkt. Erhöhte organische Belastungen und Feinsedimenteintrag infolge geringerer Strömungsverhältnisse verstärken die Sauerstoffdefizite im Kieslückensystem.

Die typischen Fisch- und Makrozoobenthosarten der Ober- und Mittelläufe sind aber auf niedrige Temperaturen und eine hohe Sauerstoffversorgung des Wasserkörpers und Kieslückensystem angewiesen. Temperaturanstieg und geringere Sauerstoffkonzentration wirken sich unmittelbar auf die Besiedlung reophiler Organismen aus. Ist die Sauerstoffversorgung eingeschränkt, können Kieslacher wie Forelle, Lachs und Äsche dramatische Reproduktionsausfälle erleiden.

Methangasproduktion

In Stauhaltungen entsteht durch Fäulnisprozesse organischen Materials in sauerstoffarmen Sedimentschichten Methangas, ein Stoffwechselprodukt von Mikroorganismen sowie ein 25mal klimaschädlicheres Treibhausgas als CO₂. Hierbei wird durch Bakterien organischer Kohlenstoff unter anoxischen Bedingungen vergärt. Solche sauerstoffarme und mit organischem Material angereicherte Sedimente finden sich in größeren Staubereichen von Fließgewässern. Somit wirken sich größere Stauanlagen negativ auf das Klima aus. Eine genaue Quantifizierung der Methangasproduktion von Stauanlagen und deren Klimarelevanz ist aber derzeit noch nicht möglich.

Landschaftsbild

Stauanlagen prägen schon seit Jahrhunderten das Erscheinungsbild unserer Fließgewässerlandschaften. Größere Stauanlagen haben dennoch einen negativen Einfluss auf das Landschaftsbild. Der mit einer Stauanlage verbundene Aufstau im Oberwasser verändert ebenfalls das landschaftliche Erscheinungsbild erheblich. Fließgewässerstrukturen, wie differenzierte Strömungsmuster, zonierte Ufer, Kiesbänke und –inseln usw. prägen die typische Fließgewässerlandschaft. Gehen diese im Rückstaubereich verloren wirkt sich dieses auch auf die Landschaftsbildqualität negativ aus. Dieser Einfluss nimmt vom Oberlauf mit seinen natürlicherweise starken und variablen Strömungsverhältnissen, bis zur ohnehin kaum noch sichtbaren fließenden Welle im Unterlauf kontinuierlich ab.

Mortalität und Prädatorendruck

Je nach Länge und Struktur des Rückstaus einer Stauanlage kann es dort zu einem erhöhten Fraßdruck durch Raubfische (z.B. Hecht, Zander, Flussbarsch, Wels, Rapfen) und Vögel (Kormoran, Graureiher, Gänsehäher) kommen. Betroffen sind hier besonders Arten, die auf eine Abwanderungsmöglichkeit zwingend angewiesen sind und/oder als relativ kleine Jungfische abwandern (z.B. Lachs, Meerforelle, Maifisch, Aal).

Aber auch der Aufstieg über ein Sohlenbauwerk ist mit erhöhtem Verlust durch Prädatoren verbunden. Ist ein Aufstieg aufgrund der Bauwerkskonstruktion nicht möglich, so sammeln sich vor dem Bauwerk die aufstiegswilligen Fische und unterliegen hier einem erhöhten Fraßdruck. Dies ist aber auch gegeben, wenn eine Fischaufstiegsanlage vorhanden ist und sich die Fische in den Wanderkorridoren und den Ruhebecken konzentrieren. Dort sind sie leichte Beute z.B. des Kormorans und Graureihers.

Unterhaltungsaufwand

Stauanlagen als künstliche Bauwerke bedürfen einer regelmäßigen Unterhaltung. Neben der Gewährleistung der Bauwerksstabilität stellen solche Stauanlagen immer auch ein mehr oder weniger geartetes Hindernis für den Transport von Totholz, Geschwemmsel dar. Wird dieses zur Funktionserfüllung der Anlagen aus dem Gewässer entnommen, stellt es Abfall dar und ist zu entsorgen. Dann fehlt es dem Fließgewässer als Habitat, Nahrungsgrundlage und als gewässerbettgestaltendes Element; die Nahrungskette der Fließgewässerorganismen kann empfindlich gestört werden.

Werden diese Geschwemmsel nicht aus dem Stauanlage entfernt, so können Fischwechseinrichtungen in ihrer Funktion stark beeinträchtigt bzw. gänzlich funktionslos werden. Gerade die Hauptwanderzeiten der Fischfauna finden in den Monaten der jährlichen Hochwasserzeiten im Winter und Frühling statt, in denen auch das meiste Schwemmgut transportiert wird.

Geschiebehaushalt und Gewässerentwicklung

Stauanlagen, welche mit einer Verbauung des Uferbereichs einhergehen, fixieren immer punktuell das Gewässerbett. Dies unterbindet die hochwasserbedingte Entwicklung über Ufer- bzw. Sei-

tenerosionen im Bauwerksbereich und beeinträchtigt somit die natürliche Längs- und Breitenentwicklung. Hierdurch wird das natürliche renaturierende Eigenentwicklungspotential der Fließgewässer eingeschränkt.

Jedes Fließgewässer transportiert Geschiebe aus Geröll, Kies, Sand und Totholz. Dieses Geschiebe ist als „Baumaterial“ die Grundlage für die Gestaltung des Fluss- bzw. Bachbettes. Stauanlagen wirken als Sedimentfang. Dadurch entsteht im Unterwasser ein Geschiebemangel mit der Folge der einsetzenden Sohlerosion und der Absenkung des Grundwasserspiegels in der Aue. Die eingeschränkte Neubildung von Geschiebe verändert über die Flussbettmorphologie und Substratzusammensetzung die gesamte Gewässerstruktur und beeinträchtigt somit sämtliche typischen Biotope im und am Gewässer. Diese Beeinträchtigungen werden meist aber erst in der Summationswirkung vieler hintereinander liegender Stauanlagen zu konstatieren sein.

Zwischenfazit

Aufgrund der vielfältigen nachteiligen Einflüsse von Stauanlagen auf das Fließgewässerökosystem (auch nach fischdurchgängiger Umgestaltung) ist deren Rückbau, soweit irgend möglich, anzustreben. Dabei ist auch aus monetären Gründen der gänzliche Rückbau, einer biologisch durchgängigen Umgestaltung, z.B. in Form einer technischen Fischwechselanlage oder auch einer naturnahen Sohlengleite, vorzuziehen.

In der Praxis gibt es jedoch verschiedene Gründe gegen einen vollständigen bzw. Teilrückbau von Stauanlagen, die hier einer näheren und differenzierten Betrachtung unterzogen werden sollen.

Möglichkeiten und Einschränkungen eines Rückbau von Stauanlagen

Klärung der wasserrechtlichen Situation

Anlagen, für welche noch ein Wasserrecht besteht, können nur im Einvernehmen mit dem Wasserrechtsinhaber zurückgebaut werden. So besteht die Möglichkeit einer Ablösung (Abkauf des Bauwerks und des Wasserrechts z.B. in Höhe Kosten der Umgestaltung in ein fischdurchgängiges Bauwerk oder der Einbußen der Energieerzeugung). Gerade bei kleineren, evtl. sanierungsbedürftigen bzw. wenig effizienten Anlagen kann eine Ablösung für den Betreiber interessant sein.

Die Wasserbehörden haben die Möglichkeit, bei bestehendem Wasserrecht, welches schon seit 3 Jahren nicht mehr genutzt wurde bzw. durch unterlassene Unterhaltungsmaßnahmen nicht mehr entsprechend der wasserrechtlichen Genehmigung nutzungsfähig ist, dieses Recht zu löschen. Anschließend kann dann nach Prüfung der nachfolgenden Punkte, die Beseitigung der Anlage angeordnet werden.

Setzungs- und Bauschäden

Oftmals finden sich bauliche Anlagen, wie z.B. Gebäude, Straßen, Brücken u.ä. im Umfeld einer Wehranlage. Durch den Gewässeraufstau haben sich der Grundwasserspiegel und somit die Bo-

denwasserverhältnisse dem Stauniveau angepasst. Sind die baulichen Anlagen nach dem Gewässeraufstau gegründet worden, ist es möglich, dass es nach Stauabsenkung infolge des Rückbaus einer Stauanlage zu Bodensetzungen und somit zu Bauwerksschäden kommen kann.

So wird zur Vermeidung eventueller Schäden bei Bauwerken im Einflussbereich eines Aufstaus in der Praxis oftmals auf einen Rückbau verzichtet. In Zweifelsfällen sollte jedoch immer eine Vermessung und eine baugrundstatische Untersuchung das tatsächliche Gefährdungspotential ermitteln. Hierbei ist auch die Möglichkeit einer Teilabsenkung zu überprüfen. Die genannten Untersuchungskosten sind in Anbetracht der hohen Kosten einer Umgestaltung gegenüber einem Rückbau sicherlich zu rechtfertigen.

Wasserkraftpotential

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom 21. Juli 2014 beabsichtigt zur Vorrangigkeit für erneuerbare Energien zur Stromversorgung, die Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Energien als zentrales Element für den Klima- und Umweltschutz.

In diesem Sinne können vorhandene Stauanlagen, die keiner Nutzung mehr unterliegen, jedoch aufgrund des hohen Durchflusses und einer hohen Fallhöhe ein großes technisches Wasserkraftpotential (auch unter Berücksichtigung ökologischer Belange) besitzen, für eine Wasserkraftnutzung interessant sein.

Berücksichtigt man aber die ökologischen Anforderungen an die Errichtung neuer Wasserkraftanlagen, so ist der Nutzen in Form des eingesparten Kohlendioxid-Ausstoßes im Vergleich zum Eingriff in das Fließgewässerökosystem nur bei großen Anlagen gegeben. So ist laut Bundesamt für Naturschutz von 17.03.14 der Neubau kleiner Wasserkraftanlagen (< 1 MW) „nicht weiter zu verfolgen, da eine wirtschaftliche Betriebsführung bei gleichzeitiger Umsetzung gesetzlicher Vorgaben zur Minimierung der ökologischen Auswirkungen nicht möglich und der Beitrag dieser Anlagen an der gesamten Wasserkraftproduktion, wie auch zur Reduzierung des CO2-Ausstoßes, zu gering erscheint“.

Im Einzelfall ist daher zu überprüfen, ob das Wasserkraftpotential die Beibehaltung einer Stauanlage rechtfertigt.

Kulturhistorische Bedeutung

Unsere Landschaft ist nach vielen Jahrhunderten gezielter Nutzung und Umgestaltung durch den Menschen fast überall in Deutschland in eine reine Kulturlandschaft umgestaltet worden. Dies betrifft natürlich auch unsere Fließgewässer. In der Vergangenheit gestalteten Mühlen und Wehre diese ganz wesentlich. Auch heute noch finden sich kulturhistorisch bedeutsame Mühlenwehre an unseren Gewässern.

Obwohl diese Anlagen das Fließgewässerökosystem negativ beeinflussen, kann es aus kulturhistorischen Gründen sinnvoll sein, herausragende Einzelbauwerke als Bestandteil typischer Kulturlandschaften zu erhalten. Aufgrund der negativen Auswirkungen von Stauanlagen sollte sich der

Erhalt solcher Anlagen aber auf solche beschränken, welche unter Denkmalschutz stehen und somit einem gesetzlichen Veränderungsverbot unterliegen.

Stehen dem Rückbau einer solchen Stauanlage denkmalschutzrechtliche Verbote entgegen, so ist deshalb auf die Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit nicht zu verzichten. Diese kann durch die Anlage eines, das Ensemble des denkmalgeschützten Bauwerks wahren Umgehungsgerinnes sichergestellt werden.

Einfluss auf aquatische und semiaquatische Biotope

Bei Stauanlagen ist ein Aufstau des Gewässers sowie eine Erhöhung des Grundwasserflurabstandes im Oberwasser zu konstatieren.

Durch einen Rückbau des aufstauenden Querbauwerkes senkt sich das Fließgewässer im Oberwasser wieder auf das ursprüngliche Niveau ab. Ufergehölze, die in den Verhältnissen eines Staubereiches herangewachsen sind, können nach Absenkung des Wasserspiegels evtl. soweit von ihrem Standortoptimum entfernt stehen, dass sie geschädigt werden oder gar absterben. Da Ufergehölze nur eine geringe Lebenserwartung haben, ist dieser Verlust nur temporär (Zeitspanne der Lebenserwartung der Gehölze). Dem steht jedoch die weitreichende und dauerhafte ökologische Aufwertung des gesamten Fließgewässerökosystems gegenüber.

Gerade ältere Ufergehölze können spezielle Habitatfunktionen für seltene Vögel und Fledermäuse aufweisen. Da geschädigte oder langsam absterbende Bäume gewisse Habitatfunktionen (z.B. Bruthöhlen und Winterquartiere) auch über ihr Absterben hinaus erhalten, ist aus naturschutzfachlicher Sicht eine Schädigung solcher Bäume für die Frage des Rückbaus von Stauanlagen dann nicht von besonderer Entscheidungsrelevanz, wenn diese als vertikale Totholzstruktur erhalten werden können.

Mit der Errichtung eines Staubauwerkes wird der Grundwasserspiegel in der Aue des Oberwassers entsprechend der Aufstauhöhe angehoben. In breiten, flachen Auen (z.B. Mäandertalgewässer) können sich so über Jahre hinweg, wenn auch meist nur sehr kleinflächige Feuchtbiotope, wie Feuchtwiesen, Röhrichte, Bruch- oder Auewälder entwickeln, welche für den Arten- und Biotopschutz von Bedeutung sind. Die mit einem Rückbau wieder verbundene Absenkung des Grundwasserflurabstandes in der Aue kann daher die entstandenen grundwasser- bzw. bodenwasserabhängigen Biotope wieder beeinträchtigen bzw. beseitigen.

Bevor auf einen Rückbau von Stauanlagen aus naturschutzfachlicher Sicht verzichtet wird, sollte die Kompensationsmöglichkeit des Eingriffes d.h. die Wiederherstellung der speziellen Biotopfunktionen an anderer Stelle geprüft werden.

Wasserkraftanlagen und Wiesenbewässerungssysteme werden neben der Stauanlage auch durch Mühl- oder Wiesenbewässerungsgräben geprägt. Sind diese Gräben noch vorhanden und werden durchströmt, so ist immer von einer mehr oder weniger ausgeprägten fließgewässertypischen Bio-

topfunktion auszugehen. Aufgrund des meist schlammig-sandigen Sohlsubstrates und der mangelnden Anbindung an das Unterwasser des Muttergewässers besitzen diese Gewässer oftmals aber nur eingeschränkte Habitatfunktionen.

Ist die Artenzusammensetzung im Mühlgraben lediglich identisch mit der des Muttergewässers, so rechtfertigt seine biologische Bedeutung nicht die Beibehaltung der Stauanlage. Sind jedoch Arten zu finden, welche sonst im Fließgewässer nicht oder nicht mehr vorkommen, so ist der Durchfluss einer, diese Arten erhaltenden Wassermenge im Mühlgraben sicherzustellen. In Einzelfällen ist aber der Erhalt eines Mühlgrabens und dessen Wasserspeisung auch ohne Stauanlage zu erreichen. Hier ist die Speisung über eine kleine Rohrleitung oder die Umgestaltung des Wehres in einen Wasserteiler zu prüfen.

Sohlvertiefung

Eine Vielzahl unserer anthropogen veränderten Fließgewässer (Begrädigung, Verbau) tendiert zu einer Sohlvertiefung. Der mit dem Sohlenmaterial verbundene bedeutsame Gewässerlebensraum kann hierdurch stark beeinträchtigt bzw. bei einem Sohdurchbruch gänzlich beseitigt werden. In der Aue senkt sich der Grundwasserflurabstand ab. Grund- und bodenwassergeprägte Auenbiotope werden beeinträchtigt.

Im Rahmen der gesetzlich geforderten Wiederherstellung des guten ökologischen Zustandes der Fließgewässer wird daher durch Renaturierungsmaßnahmen versucht, die Sohle anzuheben oder zu stabilisieren. Dabei wird eine Sohlanhebung i.d.R. nur initiiert, d.h. in kleinen Schritten sukzessiv eingeleitet, um Einschränkungen der biologischen Durchgängigkeit zu vermeiden. Im Rahmen des Rückbaus eines mit einem Sohlsprung verbundenen Bauwerks passt sich das Sohniveau dem des Unterwassers an. Findet sich hier eine eingetiefte Gewässersohle, so ist es sinnvoll, ein gewisses Stauniveau zu belassen und den verbliebenen Sohlsprung durch die Anlage einer naturnahen Sohlengleite oder technischen Fischwechselanlage zu überbrücken.

Staubereiche als Fischhabitare

Von Anglern wird oftmals ausgeführt, dass der Staubereich von Wehranlagen einen hochwertigen Fischlebensraum darstelle. Mit dem Aufstau verändert sich das Oberwasser im Hinblick auf die Habitatfunktion für Fische. Aufgrund des langsam fließenden bzw. z.T. fast stehenden Wasserkörpers und der damit einhergehenden Erwärmung, Sauerstoffzehrung sowie der zunehmenden Verschlammung der Sohle, ist ein Staubereich für die Ansiedlung fließgewässeruntypischer bzw. fließgewässerregionenuntypischer Fischarten, wie z.B. dem Karpfen geeignet. Dies mag zwar für die Freizeitanglernutzung von Interesse sein, kann jedoch keinesfalls als Begründung für den Erhalt von Stauanlagen herangezogen werden. Die Erhaltung und Entwicklung des potentiell natürlichen Fischartenspektrums hat grundsätzlich im Vordergrund zu stehen.

Setzungs- und Bauschäden sind der häufigste Grund, weshalb auf einen Rückbau von Stauanlagen verzichtet wird. Bei allen anderen Gründen ist in Abwägung der unterschiedlichen Aspekte idR. der vollständige Rückbau ökologisch sinnvoller und finanziell wesentlich kostengünstiger, als

eine teure und die biologische Durchgängigkeit nur teilweise wiederherstellende Umgestaltung einer Stauanlage.

Anhand des auf Seite 11 dargestellten Prüfschemas kann die Rückbaumöglichkeit von Wehranlagen ermittelt werden.

Die Umsetzung eines Rückbaus von Stauanlagen

Rechtliche Rahmenbedingungen

Wurde die Rückbaumöglichkeit einer Stauanlage aufgrund des Prüfschema bejaht, so ist zu klären, welches Verfahren hierfür erforderlich wird. Da Querbauwerke (bis auf sohlengleiche Anlagen mit naturnaher Sohle) die Struktur eines Fließgewässers erheblich verändern, stellt auch deren Beseitigung eine wesentliche Umgestaltung dar und bedarf somit der vorherigen Durchführung eines Gewässerausbauverfahrens gemäß § 68 Wasserhaushaltsgesetz.

Im Einzelfall kann jedoch bei kleineren Anlagen und wenn das Vorhaben mit allen Betroffenen abgestimmt wurde, der Rückbau auch einer Gewässerunterhaltung zugeordnet werden. Dies setzt aber voraus, dass der Rückbau als solcher, also auch die hierfür erforderlichen Baumaßnahmen, zu keiner Beeinträchtigung von Natur und Landschaft führen wird.

Mögliche Ausführungsvarianten

Rückbaumaßnahmen verursachen ebenso wie Umgestaltungsmaßnahmen in naturnahe Sohlenbauwerke während der Baumaßnahmen auch immer eine Mobilisierung und Transport insbesondere feiner Sedimente. Diese können durch Ablagerung im Unterlauf zu einer Beeinträchtigung des hyphorheischen Interstitials, also des Brut- und Lebensraums für Fische und Makrozoobenthos führen. Gerade in der Winterschonzeit und insbesondere zur Zeit der Fischbrut kann es zu einer Schädigung durch eine übermäßige Verschlammung des Hohlraumsystems kommen. Als Bauzeit empfehlen sich daher die Monate August bis Oktober, welche i.d.R. durch eine niedrige Wasserführung und noch nicht eingesetzte Fischwanderung und –brut gekennzeichnet sind.

Grundsätzlich besitzen Fische bei Störungen durch Baubetrieb mit entsprechendem Lärm und Vibrationen ein Fluchtverhalten und entfernen sich aus der Störregion. Sohlgebundene Fische, wie z.B. die Groppe verhalten sich jedoch bei entsprechenden Störungen anders und suchen in der Sohlstruktur nach einem Unterschlupf. Diese nicht unmittelbar mit einer Flucht reagierenden Fische können dann durch die Bauabwicklung getötet bzw. verletzt werden.

Zur Vermeidung einer entsprechenden Schädigung der vorhandenen Fischpopulation im Bereich von Rückbaumaßnahmen sollte daher unmittelbar vor Beginn der Bauarbeiten eine Elektrobefischung mit anschließendem Umsetzen in den Oberlauf durchgeführt werden. Dort werden die Fische auch nicht von der Gewässertrübung durch die Baumaßnahme tangiert.

Maschineller Rückbau

Die übliche Beseitigungsmethode ist der Abriss durch entsprechenden Maschineneinsatz (Raupe mit Meisel für Abbruch und Stemmarbeiten und Baggerschaufel zum verteilen und Abtransport). Hierbei kann das Gewässerbett schnell und zielgenau neu gestaltet werden. Der Bauverkehr kann hier aber evtl. zu kompensationspflichtigen Eingriffen in Aue, Ufer und Sohle des Fließgewässers führen.

Initiierung des natürlichen Zerfalls

Es besteht aber auch die Möglichkeit, den natürlichen Zerfall eines Querbauwerkes durch Beseitigung einzelner Steine im Kronenbereich des Bauwerks erheblich zu beschleunigen. Diese sehr kostengünstige bis kostenneutrale Förderung des natürlichen Zerfalls empfiehlt sich gerade bei kleineren und bereits im Verfall begriffenen Bauwerken.

Mit dieser Methode können erhebliche Finanzmittel eingespart werden. Baubetriebsbedingte Eingriffe in Aue und Fließgewässer wie durch den maschinellen Rückbau können gänzlich vermieden werden. Als Nachteil ist aber die nicht zu kalkulierende Zeitspanne bis zur vollständigen biologischen Durchgängigkeit des Fließgewässers zu sehen.

Rückbau durch Sprengung

Eine nicht ganz übliche, aber doch sehr effektive und schnelle Methode des Rückbaus von Stauanlagen ist deren Sprengung. Hierbei darf natürlich nur toxisch unbedenklicher Sprengstoff, wie z.B. der Gesteinssprengstoff Ammonglit, ein gelatinöser und niedrigbrisanter Sprengstoff, oder sein Nachfolger Eurodyn 2000, benutzt werden. Eine solche Sprengung ist von dem Durchführenden vorab beim Gewerbeaufsichtsamt anzuzeigen.

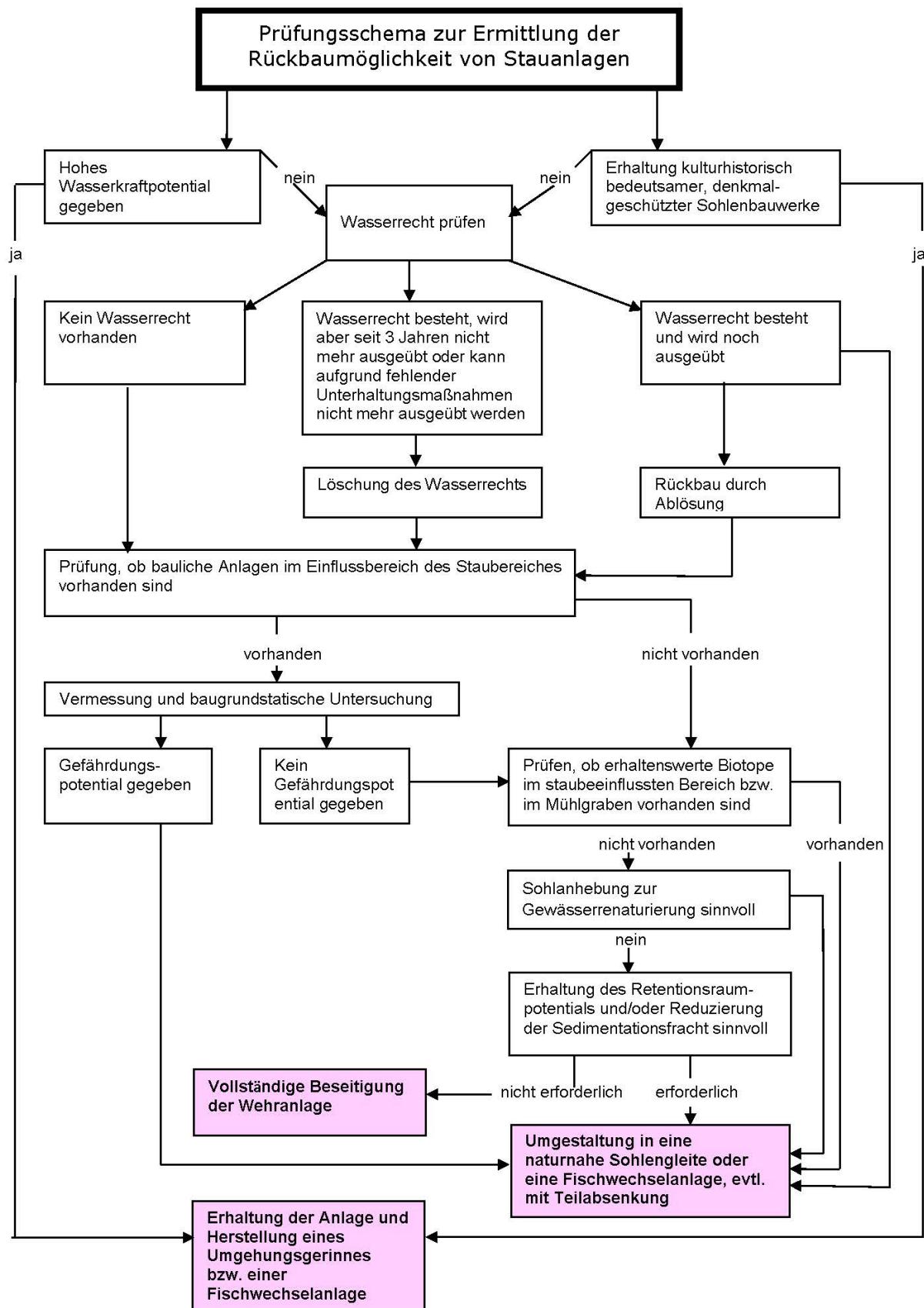
Für die Ausführung eignet sich die Bundeswehr, die bereits im Auftrag der Naturschutzverwaltungen Sprengungen für Biotopentwicklungsmaßnahmen durchgeführt hat oder das Technische Hilfswerk. Letzteres ist verpflichtet, jährliche Sprengnachweise zu führen, weshalb eine grundsätzliche Bereitschaft für eine Sprengung von Stauanlagen vorhanden sein dürfte. Die Kosten einer solchen Maßnahme beschränken sich idR. auf die Materialkosten des Sprengmittels.

Durch eine optimale Sprengung werden vorhandene Betonteile soweit zerkleinert, dass sie im Gewässerbett verbleiben können. Schon unmittelbar nach einer sachgerechten Sprengung ist die biologische Durchgängigkeit des Fließgewässers wiederhergestellt. Spätestens nach der ersten Hochwasserwelle verteilt sich dieses Material auf natürliche und optimale Weise. Ein Nacharbeiten wird i.d.R. nicht mehr erforderlich.

Literatur

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BMU (2005): Leitfaden für die Vergütung von Strom aus Wasserkraft nach dem EEG für die Neuerrichtung und Modernisierung von Wasserkraftanlagen, Berlin, 2. Auflage
- Bundesamt für Naturschutz, BfN (2014): BfN-Kernforderungen Wasserkraft
- Horlacher, Prof. Dr.-Ing. habil, H.-B., (2003): Globale Potentiale der Wasserkraft, Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten 2003 „Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit“, Berlin, Heidelberg
- Winkler, H., Dipl. Ing. (FH) Landespfllege, (2009): Umweltauswirkungen von Sohlenbauwerken, DWA-Themenband „Naturnahe Sohlenbauwerke“

Anlage 1: Prüfungsschema zur Ermittlung der Rückbaumöglichkeit von Stauanlagen



Rückbau von Querbauwerken: (K)eine Option zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an der Ems zwischen Lingen und Meppen

Dipl.-Ing. Markus Linke, Wasser- und Schifffahrtsamt Meppen

Einleitung

Die Ems verbindet Deutschland mit den Niederlanden und wurde im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) als internationale Flussgebietseinheit ausgewiesen. In der Bundesrepublik Deutschland durchfließt sie Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen. Als sogenanntes „Verbindungsgewässer“ bildet die Ems eine zentrale Gewässerachse im Niedersächsischen Fließgewässerschutzsystem und ist mit einer Länge von ca. 371 km eine der wichtigsten überregionalen Hauptwanderrouten für zahlreiche Fischarten.

In der Bestandsaufnahme zur Umsetzung der WRRL vom 29.11.2004 wurde die Ems zwischen Lingen und Meppen als erheblich verändert eingestuft. Nach Abschluss des ersten Bewirtschaftungszyklus im vergangenen Jahr ist der ökologische Zustand in diesem Abschnitt nach wie vor unbefriedigend. Derzeit ist absehbar, dass das gute ökologische Potential auch im Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 nicht zu erreichen sein wird (FGG Ems 2015).

Eine entscheidende Voraussetzung für die zukünftige Zielerreichung ist die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit. Im internationalen Bewirtschaftungsplan für den Zeitraum 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit wurde daher auch den Querbauwerken im Hauptlauf der Ems die höchste Dringlichkeitsstufe zugewiesen. Der Flussabschnitt zwischen Lingen und Meppen erhielt diesbezüglich die höchste Priorität (vgl. BMVBS 2012). Hier befinden sich zwei Kulturwehre, die das Fließgewässer unnatürlich unterbrechen und damit der Theorie des Fließgewässerkontinuums (River Continuum Concept) entgegenstehen (Patt et al 2011). Für Fische bestände danach weitestgehend die Möglichkeit, von der Quelle bis zur Mündung das Fließgewässer einschließlich der lateralen Anbindungen zu durchwandern und zu nutzen. Für den Fortbestand der unterschiedlichen Populationen und zum Erhalt des Artenreichtums ist diese Art der Vernetzung von größter Wichtigkeit. Aus fischökologischer Sicht wäre daher ein Rückbau dieser Querbauwerke die beste Variante zur Herstellung der Durchgängigkeit.

Die Prüfung der Staulegung bzw. des Rückbaus von Querbauwerken wird auch gemäß Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen als obligatorisch angesehen (BAW/BfG 2015). Hierzu muss die Frage beantwortet werden, ob die Funktion des Querbauwerks noch erforderlich ist und ob ggf. zukünftig weitere Nutzungen mit dem Bauwerk verbunden werden sollen. Hierauf muss die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) insbesondere an den sogenannten Nebenwasserstraßen im Rahmen ihres gesetzlichen Auftrags eine Antwort geben.

Kulturwehre Geeste und Varloh

Die Ems ist ab (Lingen-)Hanekenfähr in Anlage 1 des Bundeswasserstraßengesetzes (WaStrG) als Binnenwasserstraße des Bundes aufgeführt und besitzt den rechtlichen Status einer Bundeswasserstraße. Die amtliche Bezeichnung der Ems zwischen Hanekenfähr (km 84,41) und Meppen (km 124,10) lautet Mittelems. Die Ems ist in diesem Abschnitt eine nicht klassifizierte Wasserstraße, auf der nur eingeschränkt Schiffsverkehr stattfindet. Ein Ausbau dieser Nebenstrecke für einen bestimmten Schiffstyp hat nicht stattgefunden. Der gewerbliche Güterverkehr findet über den parallel der Ems verlaufenden Dortmund-Ems-Kanal (DEK) statt (Bild 1). Eine Regulierung der Mittelems erfolgt bei km 110,84 mit dem Kulturwehr Geeste sowie bei km 114,36 mit dem Kulturwehr Varloh. Beide Querbauwerke sind nahezu baugleich. Größter Unterschied ist, dass am Standort Varloh die dort vorhandene größere Fallhöhe seit dem Jahr 2005 durch eine Wasserkraftanlage zur Energiegewinnung genutzt wird.



Bild 1: Mittelems u. DEK zw. Lingen u. Meppen

In Geeste findet keine Wasserkraftnutzung statt. Das Kulturwehr dort besteht aus einem ca. 65 m breiten Wehrfeld und wurde als Spundwandwehr mit senkrechtem Überfall und einer ca. 12 m langen Sturzbettbefestigung aus Buschmatten und Steinschüttung gebaut. Im Laufe der Zeit hat sich das Tosbett als nicht erosionssicher erwiesen, sodass als Folge tiefe Auskolkungen und eine Deformierung des Wehrkörpers auftraten. Als vorübergehende Sicherungsmaßnahme erfolgte in den 90er Jahren des 20sten Jahrhunderts der Einbau von Drahtschotterkörben. Mit dem Bau des Wehres war am linken Ufer ein 1,60 m breiter Beckenpass errichtet worden. Heute ist nur noch die seitliche Spundwand in Fragmenten erkennbar (Bild 2). Von den ursprünglich angeordneten 5 Trennwänden existiert lediglich nur noch die oberste Trennwand, wodurch ein Aufstieg für Fische über die Anlage praktisch nicht mehr möglich ist.

Aus baulicher Sicht befinden sich beide Wehranlagen heute in einem schlechten Zustand, deshalb besteht ein dringender Instandsetzungsbedarf. Nicht zuletzt vorhandene mehrere Meter tiefe Auskolkungen im Unterwasser der Kulturwehre erfordern ein kurzfristiges Handeln.

Außerdem besteht an beiden Anlagen die Notwendigkeit einer entsprechenden Umgestaltung, um die Durchgängigkeit zu gewährleisten. Mit dem Inkrafttreten des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) im Jahre 2010 ist die WSV, soweit dies für das Erreichen der Ziele der WRRL erforderlich ist, zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an den von ihr betriebenen Stauanlagen verpflichtet.



Bild 2: Kulturwehr Geeste (Detail: Abgängige Fischaufstiegsanlage)

Da am Standort Geeste aufgrund der niedrigen Fallhöhe von rd. 0,90 m bei MQ kein hohes Wasserkraftpotenzial gegeben ist, scheint auf den ersten Blick dieser Standort prädestiniert für einen Rückbau zu sein. Der Fokus dieses Beitrags soll daher im Folgenden auf der Rückbaumöglichkeit dieses Bauwerks liegen. Hierzu wird im nächsten Abschnitt zuerst der bauliche Zweck der Anlage genauer beschrieben.

Zweck des Kulturwehres Geeste aus historischer Sicht

Der Bau des Kulturwehres Geeste wurde 1957 planfestgestellt und im Zuge des Ausbaus der Ems auf Sommerhochwasser im Land Niedersachsen umgesetzt. Begründet wurde der Bau der Anlage in erster Linie über den Nachweis des landwirtschaftlichen Mehrertrages, welcher über die Anhebung des mit der Ems in Verbindung stehenden Grundwasserstandes erreicht werden sollte. Durch den Anstau des Sommermittelwassers am Wehr Geeste um 1,08 m sollten rd. 100 ha der Flächen beidseitig der Ems nachhaltig verbessert werden. Außerdem sollte mit dem Kulturwehr einer weiteren Eintiefung der Ems entgegengewirkt werden. Das hierdurch bedingte Absinken der Niedrig- und Mittelwasserstände hatte sich bereits nachteilig auf den Grundwasserstand und somit auf die landwirtschaftliche Nutzung ausgewirkt.

Der Aufstau durch das Kulturwehr Geeste wirkt sich nach damaligen Berechnungen bei Sommermittelwasser rund 15 Kilometer Richtung Oberwasser aus. Vor dem Hintergrund, dass aber der positive Effekt des Wehres für landwirtschaftliche Flächen bei Ems-km 105,5 endet, gab es, um die weiter flussaufwärts höher liegenden Flächen zu erreichen, ursprünglich die Überlegung, hier sowie im weiteren Flussverlauf weitere Kulturwehre zu errichten. Dies wurde jedoch im Hinblick auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis verworfen, da eine Wirtschaftlichkeit nur nachgewiesen werden konnte, wenn sich das Grundwasser auf möglichst vielen Flächen zwischen 0,5 m und 1,50 m unter Geländeoberkante befindet. Statt der Errichtung weiterer Kulturwehre wurde schließlich die Anordnung von insgesamt 10 Sohlenbauwerken realisiert, um der weiteren Tiefenerosion entgegenzuwirken.

Da im Anschluss an den Bau des Wehres jedoch keine direkte Überprüfung der Zielerreichung durchgeführt worden war bzw. eine solche nicht bekannt ist, ist ein Soll-/Ist-Vergleich anhand historischer Grundwasserdaten und Wasserspiegellagen sowie ein Abgleich der Eingangsparameter zwischen damals und heute durchgeführt worden. Im Ergebnis der Betrachtung konnte festgestellt werden, dass im Hinblick auf die Ems- und Grundwasserstände keine signifikanten Änderungen erkennbar sind und sich somit an der Ausgangslage, die zum Bau des Wehres führte, auch 2016 grundsätzlich wenig verändert hat.

Auswirkungen eines Wehrückbaus

Im Vorfeld der Planung von Fischaufstiegsanlagen bzw. von fischpassierbaren Bauwerken ist zu prüfen, ob eine Beseitigung des Querbauwerks möglich ist. Winkler (2009) gibt ein Prüfschema zur Ermittlung der Rückbaumöglichkeiten von Querbauwerken an. Mögliche Restriktionen, also jene unveränderbare Randbedingungen, die einen Rückbau eines Querbauwerks einschränken, können sich beispielsweise aus folgenden fachlichen und rechtlichen Aspekten ergeben (vgl. DWA 2014):

- Nutzung/Funktion (Schifffahrt, Energiegewinnung, Landwirtschaft, Sport/Freizeit, Bewässerung, Trinkwassergewinnung, etc.)
- Denkmalschutz
- Gewässermorphologie
- Hochwasserschutz
- Sedimentfreisetzung
- Biotop-, Arten- und Naturschutz
- Bebauung (Gebäude, Brücken, Straßen, etc.)

Letztendlich sind die Auswirkungen eines Wehrückbaus immer standortabhängig zu ermitteln. Welche Aspekte insbesondere für das Kulturwehr Geeste relevant sind und ob hieraus Restriktionen erwachsen, wird nachfolgend kurz umrissen.

Verkehrliche Nutzung

Die Mittelems wird als Verkehrsweg nur von Freizeitreibenden genutzt. Untiefen und vor allem die beiden Kulturwehre stellen Hindernisse dar, die ein durchgehendes Befahren bei normalen Wasserständen nicht ermöglichen. Die Anzahl an Fahrzeugen ist damit gering. Die Haltung Geeste wird vor allem durch die Mitglieder eines regional ansässigen Bootsclubs und nur noch in seltenen Fällen durch Unterhaltungsfahrzeuge der WSV befahren. Ein Erhalt der Anlage aus verkehrlicher Sicht ist somit nicht erforderlich.

Nutzung durch Sport- und Freizeittreibende

Bedeutender als die verkehrliche Nutzung ist dahingegen die Nutzung der Mittelems durch Kanusporttreibende. Die Kulturwehre stellen für Kanuten jedoch nicht passierbare Hindernisse dar. Im Ober- und Unterwasser sind daher Anleger zum Umsetzen der Boote vorhanden. Ein Rückbau des Wehres käme daher dieser Nutzergruppe entgegen, ist jedoch in der Gesamtschau von untergeordneter Bedeutung.

Gewässermorphologie

Aufgrund der hydrologischen Analyse ist davon auszugehen, dass sich der Emswasserspiegel einschließlich des Grundwasserspiegels nach einem Rückbau des Kulturwehres Geeste in etwa auf dem Niveau vor dem Bau des Wehres einstellen wird. Ein Wegfall ließe sich auch nicht durch den Rückstau des Kulturwehres Varloh kompensieren. Gegenüber den heutigen Verhältnissen würden sich daher die Fließgeschwindigkeiten in der Haltung deutlich erhöhen. Bei gleichem Abfluss reduzieren sich hierdurch der Abflussquerschnitt und damit die Wassertiefe. Aufgrund des damit einhergehenden größeren Energieliniengefälles kann für das aus Fein- und Mittelsand geprägte Gewässer qualitativ eine Zunahme des Geschiebetriebs abgeleitet werden. Da das Regime der Ems im Oberlauf durch weitere Wehranlagen gestört ist, ist davon auszugehen, dass sich - sollten keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden - mangels Feststoffausgleich mittelfristig die Gewässersohle wieder eintiefen würde. Der Geschiebetrieb stellt jedoch für sich alleine betrachtet kein Ausschlusskriterium für einen Rückbau dar, da diesem durch regulierende Maßnahmen, wie zum Beispiel dem Bau von Stütz- oder Sohlschwellen, entgegengewirkt werden könnte. Der infolge einer Staulegung einsetzende Wasserspiegelverfall dürfte durch seine Auswirkungen dahingehend deutlich problematischer sein.

Biotopschutz und Schutzgebiete

Im Rückstaubereich des Wehres befinden sich am rechten Flussufer zwei Naturschutzgebiete. Das rund 90 ha große Schutzgebiet „Biener Busch“ beherbergt eines der größten Auwaldrelikte an der Ems. Der direkt am Fluss gelegene Wald wird nach Angaben des NLWKN auch heute noch zur Winterzeit in Teilbereichen überflutet (NLWKN 2016a). Anhand der Staukurve des Wehres ist ersichtlich, dass eine Legung des Staus zu einem späteren Ausufern der Ems im Bereich des Auwaldes führen würde. Es ist daher davon auszugehen, dass sich eine Staulegung auch auf das in den letzten 60 Jahren entwickelte Biotop auswirken würde. In nördlicher Richtung schließt an den „Biener Busch“ direkt das Naturschutzgebiet „Sandtrockenrasen am Biener Busch“ an. Dieses wird

durch Sandtrocken- und Magerrasen auf Binnendünen gebildet, in denen sich auch kleine Tümpel befinden (NLWKN 2016b). Des Weiteren wurden in den letzten Jahren direkt im Oberwasser des Kulturwehres zusätzliche Maßnahmen des Naturschutzes durch die Anlage von Stillgewässern im Seitenschluss zur Ems realisiert, die sich am derzeitigen Stauziel orientieren. Grundsätzlich wären daher die Folgen geringerer Wasserspiegellagen auf die Natur im weitreichenden Einflussgebiet des Kulturwehres, welches auch zugleich ausgewiesenes FFH-Gebiet ist, zu ermitteln.

Bebauung

Ein Abfallen des Grundwasserstandes infolge eines Wehrrückbaus kann sich zudem nachteilig auf die Standsicherheit von Bauwerken auswirken. Da die Aue jedoch weitestgehend unbebaut ist, wären jedoch nur wenige Bauwerke hinsichtlich möglicher Setzungsschäden genauer zu untersuchen.

Landwirtschaftliche Nutzung

Wie bereits ausgeführt, war die Veranlassung, die zum Bau des Kulturwehres führte, insbesondere die Anhebung der Niedrig- und Mittelwasserstände mit dem Ziel des landwirtschaftlichen Mehrertrags. Zur Bewertung einer möglichen Staulegung stellte sich auch hier die Frage nach dem derzeitigen Ist-Zustand. Hierzu wurde die aktuelle Nutzung in der Aue mittels des „Feldblockfinders“ der Landwirtschaftskammer Niedersachsen analysiert, welcher unter anderem eine Identifizierung der Bodennutzungskategorien „Ackerland“, „Dauergrün-/Weideland“ und „Mischblock“ (Acker-/Grünlandnutzung) sowie eine Luftbildauswertung ermöglicht. Im Ergebnis eines Flächenvergleichs zeigte sich, dass die ackerbauliche Nutzung um mindestens 25 % zugenommen hat. Für einen exakten quantitativen Vergleich müssten jedoch die sogenannten Mischblöcke in einer zusätzlichen Untersuchung bewertet werden. Grundsätzlich kann jedoch festgestellt werden, dass die Flächen links und rechts der Ems auch heute noch einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen. Diese dürfte sich zukünftig auch nicht von alleine ändern, denn die Landwirtschaft ist einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren im Landkreis Emsland (Windhorst 2002).

Eine Reduzierung der Stauhöhe stellt, ausgehend von den alten Planungsunterlagen und den weitestgehend gleichgebliebenen örtlichen Verhältnissen, ebenso keine Alternative dar, da niedrigere Wasserstände von den Pflanzen nicht erreicht werden können. Jede Veränderung des Emswasserspiegels müsste daher hinsichtlich seiner Auswirkungen vertieft untersucht werden.

Im Hinblick auf die landwirtschaftliche Nutzung ist daher davon auszugehen, dass sich ein Wegfall des Wehres nicht ohne weiteres kompensieren ließe. Beispielsweise könnte mit einer Laufverlängerung zwar dem Absinken der Wasserstände entgegengewirkt werden, jedoch würde durch den Flächenbedarf wiederrum Nutzfläche verloren gehen. Eine solche Maßnahme wäre daher nur sinnvoll mit einer ganzheitlichen Gewässerentwicklungsplanung, die das Ziel hätte, Fluss und Aue in den potenziell natürlichen Zustand zurückzuversetzen. In diesem Zusammenhang ist aber zu beachten, dass speziell an großen Gewässern, an denen Tiefenerosion zu einem Absinken des

Grundwassers führt, eine Fließgewässer- und Auenrenaturierung nicht einfach umzusetzen ist und oft kostspielige Gegenmaßnahmen erfordert (Patt et al 2016).

Bewertung und Ausblick

Neben den zu erwartenden positiven Effekten einer Wehrlegung für die Gewässerbiozönose wird deutlich, dass diese auch negative Auswirkungen auf Flora und Fauna haben könnte, denn eine intakte Aue ist an die Anbindung des Gewässers gebunden. Auswirkungen des Rückbaus der im Landschaftsschutzgebiet Emstal wie auch im FFH-Gebiet Ems liegenden Anlage auf Natur und Landschaft müssten daher vorab genauestens untersucht werden. Grundsätzlich kann jedoch vermutet werden, dass sich der Grundwasserstand nicht nur für Nutzpflanzen viel zu tief einstellen würde. Zudem würde wieder die durch den Wehrbau gestoppte Tiefenerosion einsetzen und dies ein beständiges Absinken der Wasserstände nach sich ziehen, sollte die Sohle der Ems nicht begleitend stabilisiert werden.

Aus den Erfahrungen vor dem Wehrbau lässt sich außerdem ableiten, dass deutlich tiefere Grundwasserstände zu dauerhaften landwirtschaftlichen (ggf. auch forstwirtschaftlichen) Ertrags-einbußen führen würden. Diese lassen sich ohne vertiefte Untersuchungen zwar nicht monetär beziffern, dürften bei 500 ha betroffener Nutzfläche jedoch erheblich sein.

In einem Planfeststellungsverfahren wäre somit gegen einen Rückbau des Wehres mit umfangreichen Einsprüchen von Seiten der Landwirtschaft zu rechnen. Aufgrund der zu erwartenden erheblichen Beeinträchtigungen und zugleich der vielen Möglichkeiten, die ökologische Durchgängigkeit im Rahmen der gesetzlichen Aufgabenstellung durch Alternativen ohne negative Auswirkungen auf die derzeitige Nutzung herzustellen, wurden seitens des Vorhabenträgers die Aussichten, für einen Wehrrückbau einen Planfeststellungsbeschluss zu erhalten, als äußerst gering eingeschätzt und deswegen nicht weiter verfolgt.

Seitens des WSA Meppen wurde daher eine Vorstudie zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Instandsetzung des Wehres in Auftrag gegeben, die die derzeitig geltenden Restriktionen zu berücksichtigen hat. Als mögliche Varianten wurden schließlich verschiedene Raugerinne-Typen sowie eine Fischaufstiegsanlage näher betrachtet. Nach derzeitigem Stand kommen sowohl eine Raugerinne-Beckenstruktur als auch ein Raugerinne mit Störsteinen als Vorzugsvarianten in Betracht. Die Ausführungsvariante soll nun anhand vertiefter Untersuchungen ermittelt werden.

Fazit

Mit Querbauwerken können vielerlei Funktionen bzw. Nutzungsformen verbunden sein. Hierdurch sind auch Interessenskonflikte keine Seltenheit. Insbesondere an größeren Flüssen ist oft der Einflussbereich eines Querbauwerks erheblich. Soll hier ein möglicher Rückbau betrachtet werden, steht der Ingenieur vor einem weitreichenden Planungsraum und einem interdisziplinären Arbeits-

feld. Zu Beginn eines Projektes bedarf es daher einer Einordnung und Entscheidung über die Vorgehensweise. Denn sollte ein Rückbau in Betracht kommen, sind vertiefte sowie zeit- und kostenintensive Untersuchungen unumgänglich. Ob ein Rückbau in die engere Wahl kommt, ist damit die Schlüsselfrage zur Vermeidung unnötiger Projektverzögerungen. Diesbezüglich können insbesondere historische Unterlagen, die zum Bau des Bauwerks führten, hilfreich sein.

Im Bereich der WSV stellt sich die Frage der Rückbaumöglichkeit hauptsächlich an den Nebenwasserstraßen, also an allen Wasserstraßen, die nicht durch gewerblichen Verkehr genutzt werden. Wie das Beispiel zeigt, wird Rückbau in vielen Fällen nicht einfach durch das „Weglassen“ eines Bauwerks zu realisieren sein, sondern eingebettet werden müssen in eine ganzheitliche Gewässerentwicklungsplanung. Eine solche geht jedoch über den derzeitigen gesetzlichen Auftrag der WSV, welcher die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an ihren Stauanlagen vorsieht, hinaus. Hier bedarf es bislang der Initiierung durch die Länderverwaltungen oder andere Interessensverbände. Zukünftig wird es ganzheitliche Konzepte brauchen, die allen beteiligten Akteuren neue Möglichkeiten eröffnen und die zum Ausgleich der vielen unterschiedlichen Interessen an unseren Gewässern beitragen. Das derzeit in der Abstimmung stehende Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“, wäre zum Beispiel eine solche Möglichkeit und daher ein großer Gewinn für unsere Gewässer (BMVI/BMUB 2015).

Literatur

BAW/BfG (2015): Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Version 2.0, 02.03.2015

BMVI/BMUB (Hrsg.) (2015): Bundesprogramm Blaues Band, Ein neuer Blick auf unsere Wasserstraßen und Auen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Dezember 2015

BMVBS (2012): Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen, Einführung des bundesweiten Priorisierungskonzeptes in die WSV und Beauftragung von Konzeptionen zum Bau von Fischaufstiegsanlagen für die 1. Umsetzungsphase, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Az.: WS 11/5222.11/40, WS 14/5242.3/2 vom 06.02.2012

FGG Ems (2015): Internationaler Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 Wasserrahmenrichtlinie für die Flussgebietseinheit Ems, Bewirtschaftungszeitraum 2015 – 2021, Flussgebietsgemeinschaft Ems, Dezember 2015

Niedersächsisches Umweltministerium (2004): EG-WRRL Bericht Teil C- Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, Oberflächengewässer Bearbeitungsgebiet Ems/Nordradde, 29. November 2004

- NLWKN (2016a): Naturschutzgebiet "Biener Busch", Kennzeichen: NSG WE 191, Übersicht, Steckbrief, Verordnungstext, Verordnungskarte, Stand: 29.04.2016.
www.nlwkn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=8062&article_id=40373&_psmand=26
- NLWKN (2016b): Naturschutzgebiet "Sandtrockenrasen am Biener Busch", Kennzeichen: NSG WE 197, Übersicht, Steckbrief, Verordnungstext, Verordnungskarte, Stand: 29.04.2016.
www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/schutzgebiete/einzelnen_naturschutzgebiete/naturschutzgebiet-sandtrockenrasen-am-biener-busch-40374.html
- Patt H. (Hrsg.) (2016): Fließgewässer- und Auenentwicklung, Grundlagen und Erfahrungen. 2. Auflage. Springer Vieweg Berlin Heidelberg
- Patt H., Jürging P., Kraus W. (2011): Naturnaher Wasserbau Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. 4. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Rasper, M., Sellheim, P., Steinhardt, B. (1991): Das Niedersächsische Fließgewässerschutzsystem – Grundlagen für ein Schutzprogramm, Einzugsgebiete von Ems, Hase, Vechte und Küste -. Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, Fachbehörde für Naturschutz (Hrsg.) Hannover
- Windhorst, H.-W. (2002): Die wirtschaftliche Entwicklung – Vom Emslandplan bis zur Gegenwart. In: Der Landkreis Emsland Geographie, Geschichte, Gegenwart. Landkreis Emsland (Hrsg.)
- Winkler, H. (2009): Rückbau von Querbauwerken: Möglichkeiten und Perspektiven. In: DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef): DWA Themen „Naturnahe Sohlenbauwerke“.

Politique de l'Agence de l'Eau Seine Normandie relative au rétablissement de la continuité écologique sur les rivières normandes

Ing.gen. André Berne, Agence de l'eau Seine-Normandie

Introduction

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie, l'une des six agences françaises, a pour mission de préserver les ressources en eau et de lutter contre les pollutions sur l'ensemble du bassin hydrographique de la Seine et des fleuves côtiers normands.

Cette agence environnementale est un établissement public à caractère administratif placé sous la cotutelle du Ministère de l'Economie et des Finances d'une part et du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. Ceci est dû au fait qu'elle prélève des redevances auprès des consommateurs d'eau et qu'elle redistribue des aides financières pour la réalisation d'animations, d'études ou de travaux concourant à la préservation du patrimoine naturel et la rationalisation de la gestion de l'eau.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie dispose d'un **Comité de bassin** (véritable « parlement de l'eau ») et d'un document de planification, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (**SDAGE**), définit pour la période 2016-2021. Parmi les grands défis que se fixe ce SDAGE figure la restauration des milieux aquatiques. Ce faisant, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie s'attache à répondre aux objectifs de la Directive européenne Cadre sur l'Eau de 2000 (DCE) qui demande aux Etats membres d'atteindre le bon état de leurs masses d'eau à l'échelle de 2015, avec des possibilités de report de délais en 2021 et 2027 pour les masses d'eau les plus dégradées.

Le SDAGE Seine-Normandie vise donc à **l'atteinte du bon état écologique** pour 62% des rivières de son bassin en 2021 (contre 39% actuellement). Pour y parvenir, l'accent doit impérativement être mis sur l'ensemble des mesures visant concomitamment à rétablir la **continuité écologique** des cours d'eau et à en améliorer **l'hydromorphologie**.

En effet, le seul rétablissement d'une continuité écologique (transits piscicole et sédimentaire) sans gain hydromorphologique associé ne sera pas suffisant pour reconquérir un bon état écologique altéré par des siècles d'actions anthropiques telles que le recalibrage, le curage, l'endiguement ou le fractionnement des cours d'eau du bassin.

La situation du territoire normand du bassin Seine-Normandie illustre bien à la fois l'ampleur de la tâche à accomplir et les avancées probantes réalisées depuis une dizaine d'années dans ce domaine.

Une situation dégradée historique et complexe

La Région Normandie résulte de la fusion au 1er janvier 2016 des ex-régions Haute et Basse Normandie. L'impact des ouvrages hydrauliques sur l'écologie des cours d'eau y est majeur. A titre d'exemple, avec **2 323 ouvrages hydrauliques présents sur les 3 361 km de cours d'eau et une densité de 0,7 ouvrage au km, les cours d'eau de Haute-Normandie** présentent une très forte altération liée à la présence d'ouvrages barrant leurs lits mineurs. Cela atteste d'une utilisation de l'énergie hydraulique ancienne, initiée dès le Moyen-Age, (scieries, meuneries, tanneries) puis prolongée à l'ère industrielle (développement des centrales hydro-électriques).

Ces besoins de régulation des cours d'eau ont nécessité la création de ce nombre important d'ouvrages (seuils, barrages, moulins...) encore fonctionnels jusqu'au début du XXème siècle. Pour la plupart abandonnés aujourd'hui et non entretenus, ces ouvrages constituent encore des obstacles à la libre circulation des espèces migratrices (saumons, truites de mer, anguille, aloses, lamproies...) et à la circulation des sédiments et forment donc des rivières en « escaliers » composées d'une succession de plans d'eau et de chutes d'une hauteur moyenne de 1,5 mètres.

De plus, pour disposer des hauteurs de chutes nécessaires à la mobilisation de l'énergie hydraulique sur des rivières normandes de faibles pentes, les moulins ont été construits à l'extrémité de longs bras dérivés, très rarement au fil de l'eau. Bien souvent, le lit naturel n'est plus fonctionnel que lors des crues. Il arrive même que le lit fossile soit cultivé ou construit, et une partie non négligeable du linéaire des cours d'eau est donc artificielle. **Cette situation héritée altère fortement l'hydromorphologie des cours d'eau et limite la reconquête du bon état écologique.**

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie a mené diverses analyses pour définir les priorités en termes de continuité écologique sur les cours d'eau de son territoire. Cette politique volontariste a été encouragée par les **obligations de résultats à l'échelle européenne (DCE, Règlement Anguille)** et par le **renforcement du cadre national réglementaire relatif à la préservation des cours d'eau** (révision du classement des cours d'eau, lois Grenelle listant des ouvrages à traiter prioritai-rement....).

L'Agence a relayé ses obligations réglementaires auprès des propriétaires d'ouvrages et les a incité à s'engager dans des travaux ambitieux et pérennes via son appui financier.

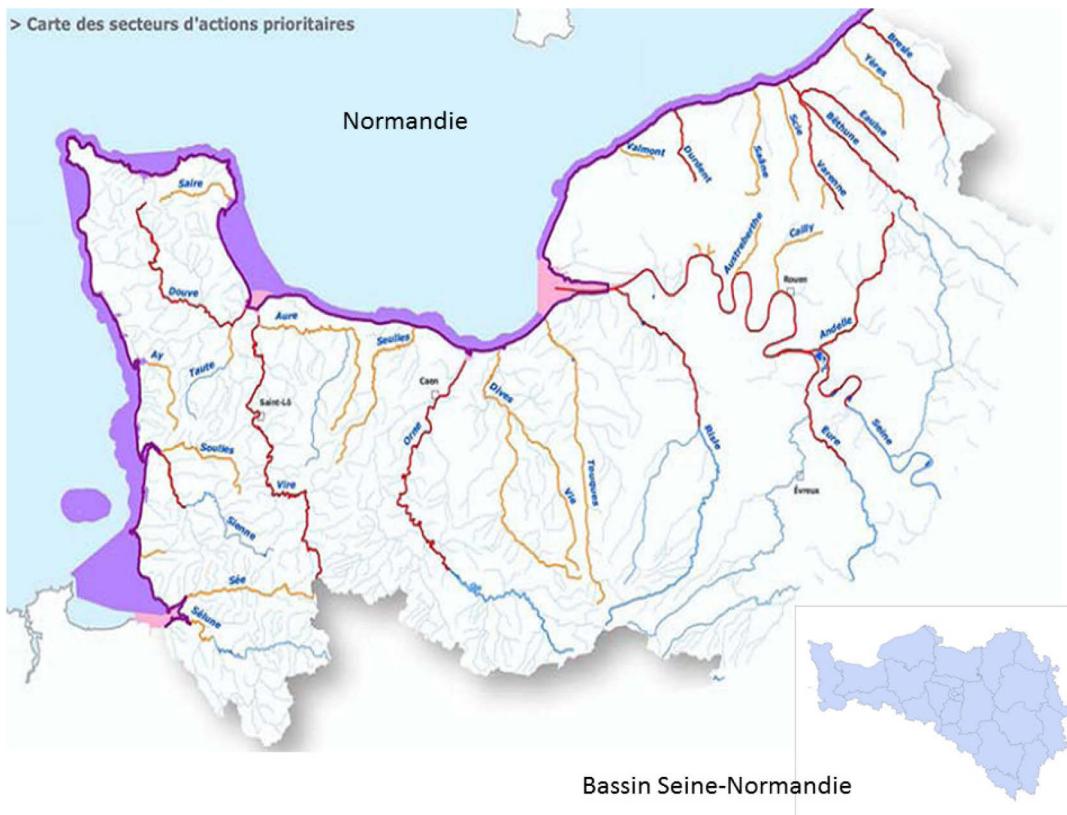


Figure 1: Carte du territoire « normand » du bassin Seine-Normandie avec indication des zones prioritaires « Anguille » issues de l'application du règlement européen éponyme.

Actions prioritaires pour le rétablissement de la continuité écologique

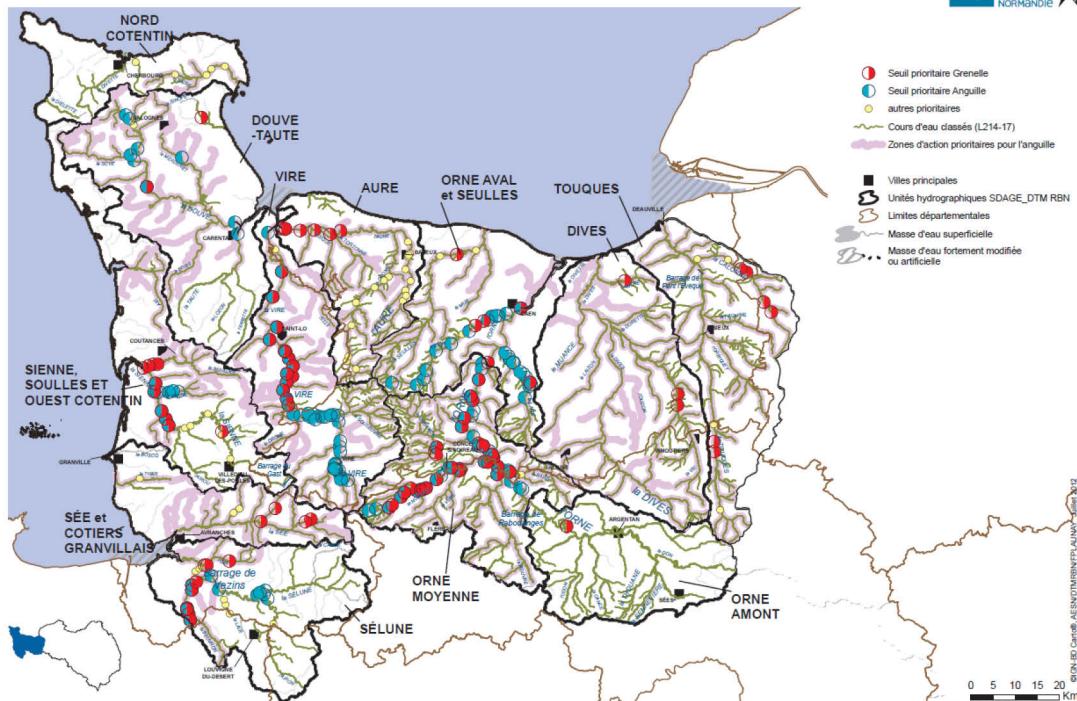


Figure 2: Carte listant les actions prioritaires pour le rétablissement de la continuité écologique sur le territoire de l'ex Basse-Normandie (Agence de l'Eau Seine Normandie Direction des Bocages Normands).

L'action de l'Agence de l'Eau Seine Normandie en faveur de la continuité écologique a été progressive et proactive. L'Agence s'est attachée tout d'abord **à sensibiliser et à mobiliser les élus normands** en charge des structures à compétence cours d'eau sur la DCE (objectifs à atteindre et délais à respecter). Ensuite elle a accompagné la **réalisation d'études de planification** (programme pluriannuel d'entretien et de restauration des rivières) visant à établir un état des lieux de la situation écologique de ces milieux naturels et à aboutir à un programme d'actions ambitieux et hiérarchisé visant à traiter l'ensemble des ouvrages bloquants en termes de continuité écologique et d'hydromorphologie. La troisième étape de cette politique a été d'accompagner **le recrutement d'animateurs rivière** aptes à engager et à suivre les études et travaux de rétablissement de la continuité écologique. Enfin, ces maîtres d'ouvrage, dirigés par des élus sensibilisés et dotées d'outils de planification valides et d'animateurs compétents, ont engagé des études sur les ouvrages afin de proposer aux propriétaires d'engager avec des fonds publics attractifs **des travaux ambitieux** tels que:

- la **renaturation totale du cours d'eau**: il s'agit de remise totale dans son thalweg de la rivière avec comblement du bief (bras artificiel); cette démarche vise à renaturer l'écosystème rivière et à en supprimer les altérations anthropiques anciennes.
 - **Exemple de renaturation de la Fontenelle en Seine-Maritime**



Figure 3: Photographies de la remise en fonctionnalité du thalweg (SM Bassins Versants Caux Seine)

- **l'effacement total ou partiel de l'ouvrage bloquant:** il s'agit de rétablir un transit sédimентаire et piscicole total au droit de l'ouvrage mais de plus de restaurer la fonctionnalité de la rivière dans la zone d'effet de la retenue de l'ouvrage. Cette action s'accompagne d'une abrogation des droits d'eau attachés à l'ouvrage.

- **Exemple d'effacement du barrage de l'Enfernay sur l'Orne**



Figure 4: Photographies avant et après effacement de l'ouvrage à partir de prises de vue sur point fixe (AESN Direction des Bocages Normands)

- **l'équipement d'un dispositif de franchissement piscicole** de type bras de contournement, passes à poissons (passes à bassins, passes rustiques...): **cette solution doit être, pour l'Agence, limitée aux ouvrages démontrés comme étant ineffaçables** notamment du fait d'une fonction d'intérêt générale attaché à ce dernier (alimentation en eau potable, lutte contre les inondations, préservation d'un patrimoine historique).
 - **Exemple d'équipement d'un bras de contournement du barrage de la Villette structurant au titre de la lutte contre les inondations sur l'Eure.**



Figure 5: Photographies du barrage et de son bras de contournement (Google, CASE)

- **Exemple d'équipement de type rampe rustique sur un ouvrage structurant sur la Corbie.**



Figure 6: Photographies de la rampe en enrochement sur un ouvrage ineffaçable sur la Corbie (FDPPMA Eure).

Un bilan encourageant mais un effort à poursuivre

L'Agence de l'Eau Seine Normandie, dans le cadre de ses programmes d'intervention, dispose de possibilités d'accompagnement techniques et financiers très attractives (jusqu'à 100% de financement sous forme de subventions publiques pour des effacements d'ouvrages et 60% pour l'équipement d'ouvrages ineffaçables). Néanmoins, ce levier financier peut difficilement inciter seul à la mise en œuvre de travaux. Il est nécessaire de bénéficier d'un réseau d'acteurs publics partageant cet objectif et dotés de leviers réglementaires (DDTM) ou d'expertises techniques (ONEMA).

Depuis une dizaine d'années, les travaux de restauration de la continuité écologique et de l'amélioration de l'hydromorphologie se systématisent sur l'ensemble des cours d'eau normands. De ce fait, **la situation écologique des cours d'eau s'améliore progressivement** comme en atteste la baisse des taux d'étagement des cours d'eau (rapport entre la hauteur cumulée des ouvrages et la dénivellation naturelle du cours d'eau) ou la remontée de fronts de colonisation des poissons migrateurs (limite d'accès d'une espèce migratrice au sein d'un cours d'eau).

A titre d'exemple, entre 2010 et 2015, le bilan des actions de continuité écologique dans l'ex Haute-Normandie est le suivant:

- 23 sites ayant bénéficié de travaux de remise dans son thalweg de cours d'eau (en totalité ou partiellement)
- 62 sites ayant bénéficié de travaux d'effacement total ou partiel d'ouvrages
- 43 sites ayant bénéficié de travaux d'équipements d'ouvrages ineffaçables

Soit 128 sites (pouvant concerner un ou plusieurs ouvrages) ont été traités sur une période de 6 ans. Ce chiffre encourageant est encore relativement réduit au regard du nombre encore conséquent d'ouvrages présents mais d'une part le nombre d'ouvrages traités par an est en augmentation quasi-exponentielle et d'autre part, beaucoup d'ouvrages présenteront à moyen ou long termes un impact de plus en plus réduit sur la continuité du fait de leur état de délabrement avancé.



Figure 7: Photographies d'ouvrages ruinés sur la Risle (SIBVR).

Exemple de la restauration écologique de la Touques



http://www.zones-humides.eaufrance.fr/sites/default/files/retexp_loc/cartloc_touquesbv.jpg

Située en ex Basse-Normandie, la Touques est un fleuve côtier de 110 kilomètres de long qui rejoint la Manche non loin de l'estuaire de la Seine. Ses affluents offrent une grande diversité d'habitats propices à la reproduction et au développement des salmonidés. Il y a encore trente ans, la truite de mer n'était présente que sur 15 % du bassin, le reste des habitats propices à leur développement étant inaccessibles, du fait de la présence de nombreux obstacles aux migrations. Depuis et grâce aux aménagements réalisés et à l'implication de nombreux acteurs, la Touques est redevenue un axe complètement accessible aux poissons migrateurs. **71 obstacles ont été aménagés ou effacés** sur 200 km de cours d'eau, faisant passer la surface accessible aux truites de mer de 15% en 1982 à 86% en 2009. Aujourd'hui, le stock annuel de la Touques avoisine 10 000 truites de mer, ce qui en fait la 1ère rivière française à truite de mer et une des meilleures au niveau européen. La reconquête du bassin s'est accompagnée d'un tourisme important pour la pratique de la pêche.

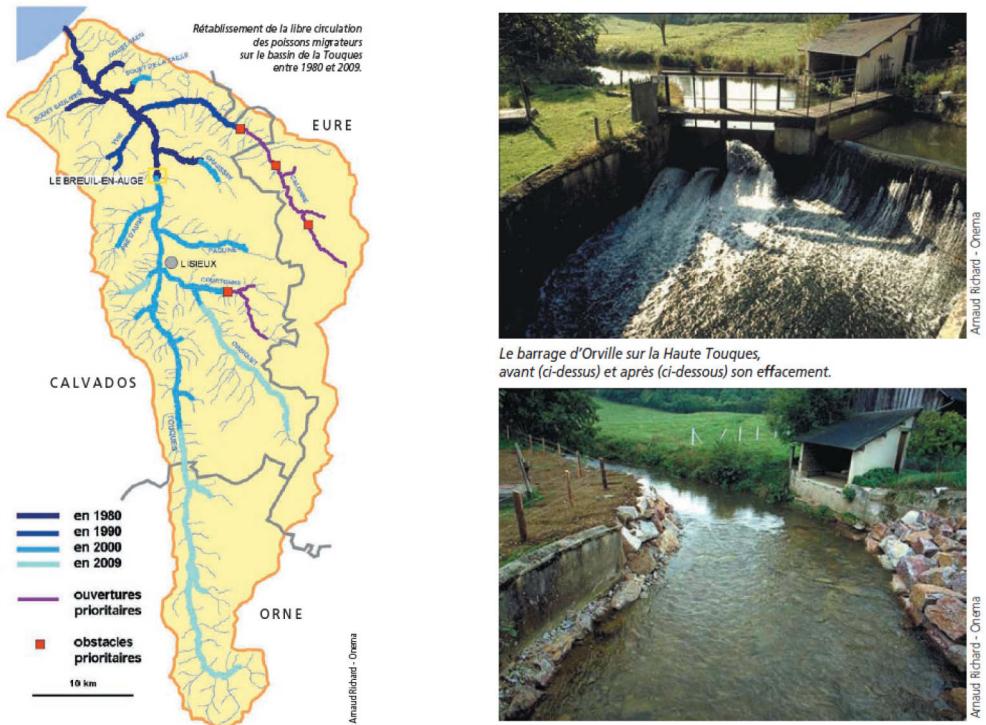


Figure 8: *Rétablissement de la libre circulation des poissons migrateurs sur le bassin de la Touques entre 1980 et 2009 (à gauche).*
Le barrage d'Orville sur la Haute Touques, avant (ci-dessus) et après (ci-dessous) son effacement. (à droite)

Il est aussi essentiel de souligner que l'Agence de l'Eau Seine Normandie et ses partenaires sont amenés à **intervenir quasi-systématiquement sur des cours d'eau non domaniaux** (les berges et le lit appartenant à des privés) ce qui complexifie énormément le déploiement d'une politique ambitieuse en faveur de la restauration écologique des cours d'eau. Les travaux projetés sont relativement simples à mettre en œuvre d'un point de vue technique, généralement financiers par des fonds publics majoritaires et ils permettent une mise en conformité réglementaire des ouvrages. Néanmoins, **un des freins rencontré est la non-acceptation de cette politique écologique par un grand nombre de propriétaires** souvent par un attachement à l'ouvrage (maintien de la chute d'eau et du niveau d'eau constant dans le bief).

L'Agence a pris conscience de ce problème de non acceptabilité sociétale de l'effacement des ouvrages et elle a développé un grand nombre d'actions visant à promouvoir la renaturation des cours d'eau (information du grand public sur le fonctionnement naturel d'un cours d'eau et sur les bénéfices induits, développement des chantiers vitrine, rappel historique de l'utilisation des cours d'eau au cours des siècles, développement des mesures d'accompagnement aux effacements d'ouvrage pour maintien des usages...). Sur le territoire normand, de nombreux projets en cours ont intégré très en amont cette problématique d'acceptabilité sociétale et les premiers résultats semblent encourageants.

Il reste à espérer que le maintien et l'amplification de la politique ambitieuse menée par l'Agence de l'Eau en Normandie permettra, au fil des ans, de retrouver des rivières « vivantes » et sauvages peuplées d'une biodiversité exceptionnelle. Dès lors, les normands percevront véritablement tout l'intérêt de disposer de cours d'eau « en bonne santé » aptes à remplir des fonctions d'intérêt général (auto-épuration des eaux) et à recevoir tous types d'activités touristiques (pêche, canoë-kayak, randonnées..).

Pour aller plus loin

Site de l'Agence de l'Eau Seine Normandie

<http://www.eau-seine-normandie.fr>

Site de la DREAL Normandie

<http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/eau-et-milieux-aquatiques-r17.html>

Site de l'ONEMA

<http://www.onema.fr/-Restaurer-la-continuite-ecologique->

Site de la CATER Basse-Normandie

<http://www.caterbn.fr/dossiers-thematiques/retour-experiences-rce.html>

Qualitätssicherung bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen - Berücksichtigung von Unsicherheiten am Beispiel der Leitströmung

Dr. sc. techn. Roman Weichert, Bundesanstalt für Wasserbau
Dr.-Ing. Patrick Heneka, Bundesanstalt für Wasserbau
Dr.-Ing. Martin Henning, Bundesanstalt für Wasserbau
Dr.-Ing. Lena Mahl, Bundesanstalt für Wasserbau

Einleitung

Die Planung von Fischaufstiegsanlagen erfolgt in Deutschland in der Regel nach den anerkannten Richtlinien des DWA-Merkblatts M509 (DWA 2014). Diese Richtlinien werden an den großen Fließgewässern ergänzt um die Empfehlungen der Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen der Bundesanstalt für Wasserbau und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BAW/BfG 2015). Gemäß DWA (2014) kann von einer Funktionsfähigkeit einer Fischaufstiegsanlage ausgegangen werden, wenn die Bemessungskriterien gemäß Merkblatt eingehalten sind. Diese Aussage stellt aufgrund einer Reihe offener Fragen grundsätzlich eine starke Vereinfachung der komplexen Wirkzusammenhänge an einer Fischaufstiegsanlage dar. Im Kontext der Bewertung einer Planung in einem Genehmigungsverfahren bzw. der Investitionssicherheit eines Vorhabenträgers ist das in DWA (2014) vorgeschlagene Vorgehen trotzdem als sinnvoll zu bezeichnen, da die Alternative, aufgrund von Wissenslücken keine Fischaufstiegsanlagen zu bauen, wenig zielführend ist und die Praxis zeigt, dass Fischaufstiegsanlagen, die nach dem Standard des DWA-Merkblatts errichtet werden, von Fischen angenommen werden.

Der vorliegende Artikel leistet einen Beitrag zum Umgang mit Unsicherheiten, die bei der Planung einer Fischaufstiegsanlage auftreten. Es wird dabei ausschließlich auf das Thema der Auffindbarkeit eingegangen. Auch im Kontext des generellen Wanderverhaltens und der Passierbarkeit bestehen wesentliche Unsicherheiten, mit denen umgegangen werden muss. Beispiele sind z.B. das Abreißen des durch rheotaktische Geschwindigkeiten definierten Wanderkorridors im Oberwasser einer Fischaufstiegsanlage oder die Durchwanderbarkeit von Drotationsbecken.

Unsicherheit und Risiko

Unsicherheiten können in zwei Klassen unterteilt werden (z.B. Merz und Thielen 2005, Dangendorf et al. 2012): Unsicherheiten, die aus der natürlichen Variabilität eines Prozesses resultieren (aleatorische Unsicherheiten – nachfolgend als Typ 1 bezeichnet) lassen sich weder vermeiden noch reduzieren. Demgegenüber stehen Unsicherheiten, die aus unvollständigem Wissen, bzw. der partiellen Unkenntnis über einen Prozess resultieren (epistemische Unsicherheiten – nachfolgend als Typ 2 bezeichnet). Diese Art der Unsicherheiten lässt sich vom Menschen beeinflussen, d.h. Wissens- oder Informationszuwachs reduziert die Unsicherheit.

Bei der Planung einer Fischaufstiegsanlage spielen grundsätzlich beide Klassen von Unsicherheiten eine Rolle. Die Berücksichtigung der natürlichen Variabilität eines relevanten Prozesses in einer Planung ist möglich, wenn sich der Prozess z. B. durch Messungen über einen hinreichend langen Zeitraum beschreiben lässt und die entsprechenden Daten vorliegen. Für die Unsicherheiten des Typs 2 besteht im Rahmen einer Planung die Möglichkeit, sich für einen Standort z.B. über Naturuntersuchungen, gegenständliche und numerische Modelle (z.B. Musall 2008, Heinzelmann et al. 2013, Heinzelmann und Gisen 2013, Fiedler 2016) oder sogar ethohydraulische Versuche (z. B. Hoffmann und Böckmann 2015, Schütz 2016) zusätzliche Informationen zu generieren. Dieses ist mit Aufwand verbunden, kann jedoch zu einer Reduktion der Unsicherheiten am Standort und damit zu mehr Planungs- und Investitionssicherheit führen.

Trotz aller bestehenden Möglichkeiten offene Fragen im Rahmen der Planung vertieft zu begegnen, verbleiben Unsicherheiten für die Funktionsfähigkeit der Anlage. Diesen Unsicherheiten, die sich sowohl dem Typ 1 wie auch dem Typ 2 zuordnen lassen, kann man zumindest teilweise durch Untersuchungen an der realisierten Anlage begegnen, indem die Funktionsfähigkeit eines Aspektes detailliert betrachtet wird und bei negativen Ergebnissen baulich umgerüstet wird. Dieses Vorgehen wird als adaptives Management bezeichnet und ist z.B. an US-amerikanischen Anlagen durchaus üblich (Nestler et al. 2012).

BAW und BfG planen das Verhalten der Fische an ausgewählten Pilotanlagen zu untersuchen. Ziel dieser Analysen ist neben den Erkenntnissen für den konkreten Standort, das Wissen über die Interaktion von Hydraulik und Fischverhalten zu verbessern, um so bestehende Bemessungskriterien zu verifizieren bzw. zu erweitern.

Neben den Unsicherheiten spielt der Begriff des Risikos eine wesentliche Rolle. Als Risiko wird die Auswirkung der Unsicherheit auf den Grad der Zielerreichung bezeichnet. In der Planungspraxis spielt der Umgang mit Risiken eine große Rolle, ist jedoch aufgrund mangelnder Informationen über die Wirkzusammenhänge an einer Fischaufstiegsanlage ein schwieriges Feld, wie nachfolgendes Beispiel zeigen soll: Gemäß den Empfehlungen des DWA (2014) sollte der Einstieg einer Fischaufstiegsanlage „unmittelbar am Querbauwerk platziert werden“. An vielen Standorten ist die exakte Erfüllung dieser Vorgabe (d.h. Einstieg liegt direkt am Querbauwerk) schwierig und kostenintensiv. Aus diesem Grund tritt häufig die Frage auf: „Wie nah ist nah genug?“ oder „Ist ein Mehraufwand gerechtfertigt, wenn ich dadurch um eine bestimmte Distanz näher an das Querbauwerk komme?“ Letztendlich handelt es sich also um Planungsfragen, die eine Risikobewertung erfordern, wobei Unkenntnis über die Unsicherheit („Ab welcher Distanz vom Querbauwerk gibt es einen Einfluss auf die Auffindbarkeit der Anlage?“, „Wie stark ist die Abhängigkeit des Abstands zum Querbauwerk zur Auffindbarkeit der Anlage generell?“) sowie die Ermittlung eines hinreichenden Grads der Zielerreichung grundlegende Schwierigkeiten im Umgang mit dem Risiko darstellen.

Unsicherheiten im Kontext der Auffindbarkeit

Gemäß DWA (2014) sind folgende Aspekte zu berücksichtigen, um die Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage unabhängig von Abfluss- und Wasserspiegelschwankungen zu gewährleisten:

- Ausbildung einer Leitströmung im Nahbereich des Querbauwerks mit dem Ziel, einen unterbrechungsfreien Wanderkorridor zwischen dem Unterwasser eines Querbauwerks und einer Aufstiegsanlage herzustellen,
- Korrekte Position des Einstiegs in die Fischaufstiegsanlage,
- Korrekte Ausgestaltung des Einstiegs der Fischaufstiegsanlage.

Grundsätzlich gilt, dass die Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage dann als gegeben angesehen wird, wenn die aufstiegswilligen Fische den Einstieg ohne Verzögerung finden. Aus dieser Formulierung lassen sich drei Themenfelder ableiten, die bei der Betrachtung eines einzelnen, im Unterwasser einer Stauanlage schwimmenden Fisches zu berücksichtigen sind: Motivation zur Aufwanderung sowie Orientierung und Leistungsvermögen des Fisches. Ist die grundsätzliche Motivation zum Aufstieg gegeben, ist es entscheidend, dass Bedingungen vorliegen, die eine Orientierung des Fisches hin zum Einstieg der Anlage ermöglichen und Quellen, die zur Desorientierung der Fische beitragen, vermieden werden. Die Erfüllung dieser Forderung allein reicht jedoch nicht aus, denn erst, wenn der Wanderkorridor für den Fisch auch durchschwimmbar ist, d.h. mit seiner aktuellen Leistungsfähigkeit zu bewältigen ist, kann von einer gegebenen Auffindbarkeit gesprochen werden.

Bei der obigen Definition wurde von Motivation, Orientierung und Leistungsvermögen des einzelnen im Unterwasser einer Stauanlage schwimmenden Fisches ausgegangen. Da die Untersuchung der Motivation eines einzelnen Fisches und der damit verbundenen Interaktion mit dessen Orientierung und Leistungsvermögen grundsätzlich problematisch ist, werden meist verallgemeinerte Erkenntnisse zu den relevanten Fischarten (und Altersstadien) genutzt (s. Wey 2016). Auch wenn dieser verallgemeinernde Schritt ein gewisses Maß an Unsicherheit in den Planungsprozess bringt (Typ 1), so lassen die vorhandenen Kenntnisse über das Verhalten einzelner Fischarten und deren Ableitung in Bemessungskriterien nach DWA (2014) den Schluss zu, dass die Funktionsfähigkeit einer nach diesen Standards bemessenen Fischaufstiegsanlage wahrscheinlich ist. Nachfolgend werden die genannten Themenfelder mit den Bemessungskriterien nach DWA (2014) und den dazugehörigen Unsicherheiten verknüpft.

Motivation

Die mit der Motivation der Fische verbundenen Unsicherheiten sind eher vom oben definierten Typ 1, d. h. kaum durch den Menschen beeinflussbar. So spielt beispielsweise für den Wandertrieb der Fische die Wassertemperatur eine entscheidende Rolle oder auch ob sich im Bereich des Einstiegs zur Fischaufstiegsanlage Prädatoren aufhalten.

Die Kenntnis darüber, wie viele der in einem Unterwasser anstehenden Fische tatsächlich aufsteigen wollen, ist insbesondere für die Bewertung der Auffindbarkeit an einem Standort ein relevanter, wenn auch schwer zu bestimmender Faktor. Für die Planung hingegen ist die Aussage, dass ganzjährig von wanderwilligen Tieren ausgegangen werden muss, im Sinne der oben beschriebenen Verallgemeinerung vom Individuum auf Fischarten, zunächst hinreichend.

Das Kriterium, dass eine Fischaufstiegsanlage für Abflüsse bzw. Wasserstände zwischen den Werten Q_{30}/W_{30} und Q_{330}/W_{330} zu bemessen ist, hat keine Verknüpfung zur Motivation zur Aufwanderung der Fische, sondern stellt vielmehr ein Kompromiss dar zwischen „biologischer Notwendigkeit und technischer Machbarkeit“ (DWA 2014).

Orientierung

Die wesentlichen Bemessungskriterien, die dem Themenfeld Orientierung zugeordnet werden können, beziehen sich auf die drei miteinander verknüpften Aspekte der richtigen Position und Ausgestaltung des Einstiegs sowie der Ausbildung einer Leitströmung im Nahfeld des Querbauwerks. Der Einstieg einer Fischaufstiegsanlage ist direkt am Querbauwerk bevorzugt am Ufer vorzusehen. Die Mindestbreite und -höhe der Öffnung richten sich nach den Abmessungen der zu berücksichtigenden Fischarten, wobei dem Schwarmverhalten der Fische Rechnung getragen werden soll. Weiterhin ist ein Sohlanschluss für bodenorientierte Arten wichtig und der Einstieg soll, wenn möglich, in Strömungsrichtung orientiert sein (DWA 2014). Es sei darauf hingewiesen, dass in der Fachgemeinde auch andere Meinungen präsent sind, nämlich den Einstieg dort zu platzieren, wo zu hohen Fließgeschwindigkeiten einer Weiterwanderung im Fluss ausschließen - im Zweifel auch weit unterhalb des Querbauwerks. Bei dieser Bemessungs-philosophie ist jedoch die stark unterschiedliche Leistungsfähigkeit der verschiedenen zu berücksichtigenden Arten problematisch. Die konsequente Ableitung dieser Idee in Planungsvorgaben würde in einer großen Anzahl an Einstiegen münden.

Die Unsicherheiten, die mit der Platzierung und Ausgestaltung des Einstiegs verbunden sind, sind primär dem Typ 2 zuzuordnen, d.h. wären durch zusätzliche Untersuchungen reduzierbar. Neben rein hydraulischen Analysen, die mit der Leistungsfähigkeit der zu betrachtenden Fischarten verknüpft werden, kommen grundsätzlich auch ethohydraulische Versuche oder Beobachtungen im Feld (z.B. wo sich Fische aufhalten) in Frage, wobei diese Methoden für einen einzelnen Standort mit einem sehr hohen Aufwand verbunden sind. Es sei darauf hingewiesen, dass bei Untersuchungen zum Thema Leitströmung/Dotationswassermenge, die Fragen der Position und Ausgestaltung eines Einstiegs zwangsläufig mit betrachtet werden, wobei in der Regel zunächst von den konkreten Vorgaben des DWA (2014) ausgegangen wird und eher die Dotationswassermenge die variable Größe darstellt.

Als Bedingung für eine ausreichend dimensionierte Leitströmung wird gefordert, dass „in allen Abschnitten des Wanderkorridors die geometrischen Anforderungen an Wassertiefe und Breite zu erfüllen sind, damit adulte Exemplare auch der größten Arten der autochthonen Fischfauna gemäß

ihres artspezifischen Schwimmverhaltens manövriren können“ (DWA 2014). Aufgrund der engen Verknüpfung mit den im Wanderkorridor herrschenden Geschwindigkeiten wird das Thema Leitströmung im folgenden Abschnitt aufgegriffen.

Leistungsvermögen

Neben den Abmessungen des Wanderkorridors enthält das DWA Merkblatt M509 auch Vorgaben hinsichtlich der einzuhaltenden Geschwindigkeiten im Wanderkorridor. Diese basieren auf Überlegungen, die den Zusammenhang zwischen der durch den Fisch zurückzulegenden Strecke, den vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeiten und der Zeit und Energie, die der Fisch einsetzen muss, um die Strecke überwinden zu können, wiedergeben. Als hydraulisch maßgebend für die Ausprägung der Leitströmung wird der Strömungsimpuls benannt, der über die Geschwindigkeit im Einstieg der Fischaufstiegsanlage und dem dazugehörigen Abfluss beschrieben werden kann. Be trachtet man hierzu die Angaben in DWA (2014), so lassen sich Unterschiede in der Konkretisierung dieser Vorgaben ausmachen. Während für die Geschwindigkeit im Einstieg Bemessungswerte benannt werden, sind die Angaben bezüglich der erforderlichen Größe der Dotationswassermenge wenig konkret. Dieses lässt sich damit begründen, dass zu diesem Thema bislang keine systematischen Untersuchungen vorliegen. Vielmehr werden Erfahrungswerte aus ausländischen Richtlinien zitiert, wobei auch die Angaben in den Originalquellen vage sind und nicht auf systematischen Untersuchungen aufzubauen scheinen.

Ziel der Festlegung der Einstiegsgeschwindigkeit sowie der Dotationswassermenge ist gemäß DWA (2014), dass sich im Nahfeld des Einstiegs zur Fischaufstiegsanlage ein durchgehender Wanderkorridor ausbildet, der „im gesamten Verlauf die rheoaktive Geschwindigkeit der Arten der autochthonen Fischfauna erreicht und sich nur selten und dann nur über kurze Distanzen deren Sprintgeschwindigkeit annähert, ohne diese aber zu erreichen“.

Grundsätzlich sind die Unsicherheiten im Kontext der Leistungsfähigkeit des einzelnen Fisches dem Typ 1 zuzuordnen, wobei verallgemeinernde Informationen zu den Schwimmfähigkeiten der Fischarten nur zum Teil vorliegen und somit diese Unsicherheiten dem Typ 2 zuzuordnen wären. Die Unsicherheiten der konkreten Bemessungsempfehlungen, wie etwa, ob sich die geforderten Geschwindigkeiten im Wanderkorridor auch tatsächlich ausbilden, sind hingegen dem Typ 2 zuzuordnen, d.h. zusätzliche Informationen reduzieren die bestehenden Unsicherheiten. So setzen beispielsweise BAW und BfG für ausgewählte Standorte gegenständliche und numerische Modelle ein und führen diese entsprechend der bekannten Schwimmgeschwindigkeiten der Fische (z. B. Adam und Lehmann 2011) einer fischökologischen Bewertung zu (z.B. Heinzelmann et al. 2013, Heinzelmann und Gisen 2013, Kampke 2013).

Hydraulische Modelle als Methode zur Reduktion vorhandener Unsicherheiten

Bei schwierigen hydraulischen Fragestellungen ist es gängige Praxis mittels des Einsatzes gegenständlicher oder numerischer Modelle bestehende Planungsunsicherheiten zu reduzieren. Auch für

das Themenfeld der Auffindbarkeit wurden in der Vergangenheit erfolgreich gegenständliche oder dreidimensionale numerische Modelle eingesetzt (Musall 2008, Andersson et al. 2012, Heinzelmann et al. 2013, Heinzelmann und Gisen 2013). Ziel dieser Modelle ist i.d.R. die Leitströmung im Nahfeld des Einstiegs der Fischaufstiegsanlage abzubilden und entsprechend der Vorgaben des DWA (2014) sowie unter Berücksichtigung der Belange der Wasserkraftanlagenbetreiber zu optimieren. Die Erfahrungen mit diesen Modellen zeigen, dass bei der Erstellung und dem Betrieb der Modelle ein hohes Maß an Sorgfalt Voraussetzung für belastbare Ergebnisse ist. So ist es beispielsweise wesentlich, die Modelle zu kalibrieren (z.B. mittels ADCP-Messungen – siehe z.B. Sokoray-Varga et al. 2011, Andersson et al. 2012) und über Sensitivitätsanalysen den Einfluss der Modellparameter und -randbedingungen zu testen. Anschaulich lässt sich dies an numerischen Simulationen eines Unterwassers mit unterschiedlichen Gitterauflösungen (grob/fein) zeigen (Bild 1). Die Simulationen wurden für die Staustufe Wallstadt am Main mit identischen Randbedingungen durchgeführt.

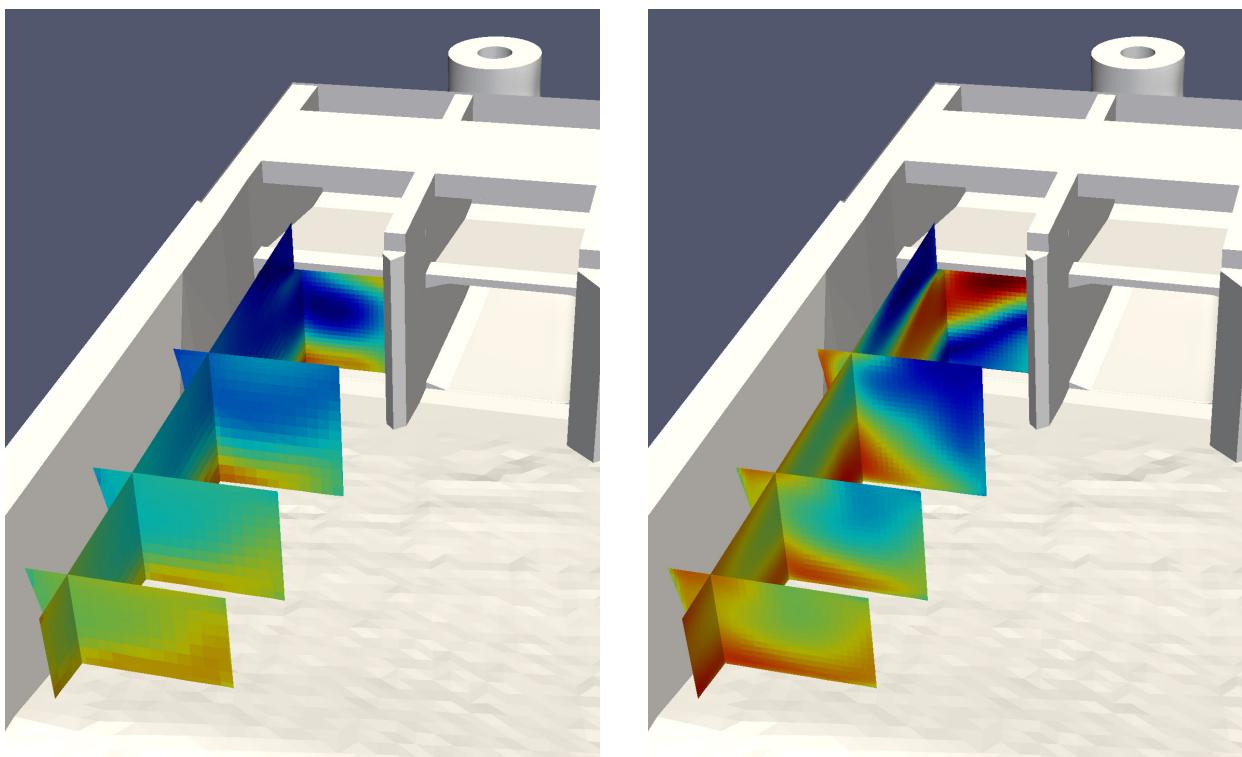


Bild 1: Strömungsgeschwindigkeiten in X-Richtung des simulierten Strömungsfelds im Unterwasser des Standorts Wallstadt / Main. Unterschiedliche Resultate bedingt durch unterschiedliche Gitterauflösung bei sonst gleichen Randbedingungen (u.a. Abfluss, Drallrandbedingung der Turbine)

Deutlich zeigt Bild 1 die Unterschiede in der Turbinenabströmung, was wiederum die Aussage unterstreicht, dass hydraulische Modelle zwar grundsätzlich als geeignete Hilfsmittel zur Unterstützung der Bemessung angesehen werden können, jedoch die Nutzung eines Modells als solches als Kriterium für die Belastbarkeit der Resultate bei weitem nicht ausreicht, um das Ziel der Reduk-

tion von Unsicherheiten in der Bemessung zu erreichen. Vielmehr ist für das Thema der Auffindbarkeit bislang von einem hohen Modellierungsaufwand pro Standort auszugehen, damit die Ergebnisse als belastbar angesehen werden können.

Schlussfolgerungen

Während für Position und Ausgestaltung der Einstiege klare Bemessungsvorgaben nach DWA M509 vorliegen, gibt es beim Thema Leitströmung für den planenden Ingenieur nur wenige Angaben. Zwar ist die Geschwindigkeit im Einstieg der Fischaufstiegsanlage definiert, doch fehlen konkrete Aussagen zur Dotationswassermenge. Eine erste Bemessungsempfehlung liefern die Untersuchungen der BAW/BfG an der Anlagen Lauffen und Kochendorf am Neckar, wobei vor der Anwendung dieser Empfehlung an anderen Standorten jeweils die Frage der Übertragbarkeit der Ergebnisse zu klären ist (Weichert et al. 2011). Das Fehlen einer konkreten Bemessungsvorgabe lässt sich damit begründen, dass die Wirkung der Leitströmung an einem Standort von einer Vielzahl an Parametern abhängt, wie etwa der Ufergestaltung (Geometrie, Neigung, Rauheit), der Sohlgeometrie sowie Kraftwerks- (Turbinenart, Anzahl Turbinen, Beaufschlagung, Drehrichtung, Saugrohrgestaltung, etc.), oder Wehrparametern (Verschlussart, Anzahl Wehrfelder, Beaufschlagung). Weiterhin ist zu beachten, dass sich für die fischökologisch relevanten Abfluss- und Wasserspiegelzustände unterschiedliche Konstellationen ergeben, die jeweils Auswirkungen auf die Leitströmung haben können. Für die hydrodynamisch-numerische Modellierung, sonst eine effiziente Methode zur Untersuchung komplexer hydraulischer Zusammenhänge, liegen bislang nur vereinzelte Erfahrungen vor, sodass derzeit noch mit einem großen Aufwand beim Einsatz dieser Methode zu rechnen ist. Der zeitlich, finanziell und (im Falle von numerischen Modellen) rechentechnisch hohe Aufwand steht im Widerspruch zu den engen Fristen der EU-WRRL und dem damit verbundenen Ziel, möglichst viele Fischaufstiegsanlagen in kurzer Zeit zu realisieren.

Aufgrund dieser Konstellation ist festzustellen, dass momentan sehr unterschiedlich mit dem Thema Leitströmung umgegangen wird. So wird an manchen Standorten eine aufwendige Modellierung durchgeführt, während an anderen Standorten das Thema nur sehr oberflächlich abgehandelt wird. Dieses führt zur Frage, wieviel Aufwand beim Thema Leitströmung erforderlich ist, um die Unsicherheiten auf ein akzeptables Maß zu reduzieren. Die obigen Ausführungen haben gezeigt, dass dabei sowohl Unsicherheiten eine Rolle spielen, die auf die natürliche Variabilität einzelner Prozesse im Kontext der Auffindbarkeit zurückzuführen sind, wie auch Prozesse eine Rolle spielen, die aufgrund von Wissensdefiziten mit Unsicherheiten behaftet sind. Im Rahmen der Umsetzung einer Planung spielt der Faktor Zeit eine wichtige Rolle. Es sollte daher zwischen dem Aufwand zusätzlicher Messungen oder Modellierungen und der damit verbundenen Reduktion der Unsicherheiten eine Abwägung getroffen werden.

Bei der Ableitung eines grundsätzlichen Vorgehens ist zunächst ein nach Größe des Gewässers differenzierter Umgang zu empfehlen. An kleinen, nur wenige Meter breiten Gewässern, ist die Bedeutung der Leitströmung wesentlich reduziert, da der Fisch aufgrund der räumlichen Situation wesentlich leichter einen richtig positionierten Einstieg finden wird. Selbst bei kleineren Bundeswasserstraßen mit Wasserkraftanlagen kann häufig auf eine vertiefte Betrachtung der Leit-

strömung verzichtet werden, da in der Regel der Betriebsdurchfluss der Fischaufstiegsanlage im Verhältnis zum Durchfluss der Wasserkraftanlage hinreichend groß ist.

Für die größeren Bundeswasserstraßen ist hingegen derzeit eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Thema zwingend. Aus fachlicher Sicht machen dabei standortspezifische Untersuchungen Sinn, wobei nochmals auf den hohen Aufwand dieser Untersuchungen hingewiesen wird. Erst wenn systematische Untersuchungen zu den offenen Fragen vorliegen, lässt sich einschätzen, ob eine Reduktion des Aufwands in der Modellierung möglich ist oder sogar allgemeingültige Bemessungsempfehlungen angegeben werden können.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass auch nach der anzustrebenden Konkretisierung der Empfehlungen zur Leitströmung Unsicherheiten bestehen bleiben werden, mit denen im Rahmen der Planung einer Fischaufstiegsanlage umgegangen werden muss. Es wird daher nach BAW/BfG (2015) empfohlen, wo immer möglich, Bauteile so zu entwerfen, dass eine Anpassung nach Bau der Anlage möglichst wenig aufwendig durchführbar ist (siehe dazu auch Heimerl 2016, Gebler 2016), auch wenn dies für das Themenfeld der Auffindbarkeit an manchen Stellen eine Herausforderung darstellt. Flexibilität in der Bauweise ermöglicht bei Feststellung von Defiziten in der Funktionsfähigkeit eine kostengünstige Anpassung der Anlage (adaptives Management).

Literatur

- Adam, B., Lehmann, B. (2011): Ethohydraulik: Grundlagen, Methoden und Erkenntnisse, 1ste Auflage, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg.
- Andersson, A.G., Lindberg, D.-E., Lindmark, E.M., Leonardsson, K., Andreasson, P., Lundqvist, H., Lundström, T.S. (2012): A Study of the Location of the Entrance of a Fishway in a Regulated River with CFD and ADCP, Model. Simulat. Eng. 2012, Article ID 327929, 12 p.
- BAW/BfG (2015): Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Version 2.0, 26.06.2015.
- Dangendorf S., Burzel, A., Wahl, T., Mudersbach, C., Jensen, J., Oumeraci, H. (2012):, Unsicherheits- und Sensitivitätsanalyse im Rahmen einer integrierten Risikoanalyse, Projekt XtreMRisk , Aktivität 4.5 Unsicherheitsanalyse, Zwischenbericht April 2012.
- DWA (2014): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, Merkblatt DWA-M 509, 2014.
- Fiedler, G. (2016): Bauweisen für die beruhigte und gleichmäßig verteilte Durchströmung eines spitzwinkligen Dotationsbeckens, Tagungsband BAW/BfG-Kolloquium „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, 08./09.Juni 2016, Karlsruhe.
- Geber, R.-J. (2016): Flexibilität in der Bauweise, Umsetzbare Anforderung?, Tagungsband BAW/BfG-Kolloquium „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, 08./09.Juni 2016, Karlsruhe.

Heimerl, S. (2016): Anordnung und Gestaltung der Einstiege in Fischaufstiegsanlagen – Herausforderungen an die Planung, Tagungsband BAW/BfG-Kolloquium „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, 08./09.Juni 2016, Karlsruhe.

Heinzelmann C., Weichert, R., Wassermann, S. (2013): Hydraulische Untersuchungen zum Bau einer Fischaufstiegsanlage in Lauffen am Neckar, Wasserwirtschaft, Heft 1/2 2013, S.26-32.

Heinzelmann C., Gisen, D. (2013): Hydraulische Untersuchungen zur Auffindbarkeit von Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen, Fachtagung „Ökohydraulik Leben im, am und mit dem Fluss“, 27./28. Juni 2013, Obernach, Tagungsband, S.37-48.

Hoffmann, A., Böckmann, I. (2015): Ethohydraulische Untersuchungen als Funktionsnachweis für den Bau eines Fischliftsystems am Ruhrwehr Baldeney, WasserWirtschaft, 105.Jahrgang, Heft 11, S.43-51.

Kampke, W.: Design of fishway entrances – hydraulic model tests of different river bed and fishway substrate connections, International Conference on Engineering & Ecohydrology for Fish Passage, Oregon State University, Corvallis, USA, 25./27. Juni 2013, Proceedings.

Merz, B., Thielen, A.H. (2005): Separating Natural and Epistemic Uncertainty in Flood Frequency Analysis, Journal of Hydrology 309: 114-132.

Musall, M., Oberle, P., Fust, A., Nestmann, F. (2008): 3-D-Strömungssimulation zur Bewertung der Leitströmung eines Umgehungsgerinnes am Hochrheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt, Wasserwirtschaft 98(1/2), S.37–42.

Nestler, J., Goodwin, A.R., Smith, D.L.: Decision management and the assessment of fishways in the perspective of river ecology, Tagungsband BAW/BfG-Kolloquium „Monitoring, Funktionskontrollen und Qualitätssicherung an Fischaufstiegsanlagen“, 07./08.Juni 2011, Koblenz, S.5-14.

Schütz, C. (2016): Ethohydraulische Untersuchungen von BfG und BAW, Tagungsband BAW/BfG-Kolloquium „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, 08./09.Juni 2016, Karlsruhe.

Sokoray-Varga, B., Weichert, R., Lehmann, B. (2011): Flow investigations for fish pass Lauffen/Neckar in field and laboratory, Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 45, 87–94.

Weichert R., Kampke, W., Deutsch L., Scholten, M. (2013): Zur Frage der Dotationswassermenge von Fischaufstiegsanlagen an großen Fließgewässern, Wasserwirtschaft, Heft 1/2 2013, S.33-38.

Wey, J. (2016): Umgang mit fischbiologisch begründeten Unsicherheiten bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen, Tagungsband BAW/BfG-Kolloquium „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, 08./09.Juni 2016, Karlsruhe.

Umgang mit fischbiologisch begründeten Unsicherheiten bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen

Dr. rer. nat. Jennifer K. Wey, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Dr. rer. nat. Arne Rüter, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Dr. rer. nat. Matthias Scholten, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Einleitung

Als fachliche Grundlage bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen wird in Deutschland in der Regel das DWA-Merkblatt 509 (DWA, 2014) verwendet. Im Merkblatt werden zunächst fischbiologische und –ökologische Grundlagen zusammengefasst (z.B. zu Schwimmverhalten, Schwimmgeschwindigkeiten, Orientierung von Fischen.) und daraus allgemeine und spezifische Anforderungen an die Planung und den Bau von Fischaufstiegsanlagen abgeleitet (z.B. Zielarten und –stadien, Betriebszeiten, geometrische und hydraulische Anforderung an Auffindbarkeit und Passierbarkeit). Wo wissenschaftliche Studien zu spezifischen Fragen im Kontext der ökologischen Durchgängigkeit fehlen, wird auf Expertenwissen und/oder Schlussfolgerungen aus Untersuchungen zurückgegriffen, die in einem anderen Kontext standen (z.B. Ermittlung der Schwimmleistungen aus physiologischen Grundlagenuntersuchungen). Somit wird im aktuellen DWA-Merkblatt 509 i.d.R. der aktuelle Stand des Wissens dargestellt, der zu Recht die biologischen Anforderungen an Fischaufstiegsanlagen begründet. Gleichwohl zeigt sich bei den aktuellen Planungen an Bundeswasserstraßen, die von der Bundesanstalt für Wasserbau und der Bundesanstalt für Gewässerkunde begleitet werden, sehr konkret, dass sich aus fehlenden fischbiologischen Kenntnissen an vielfältigen Stellen Planungsunsicherheiten ergeben können. Der Vortrag stellt Beispiele vor und zeigt auf, wie BfG/BAW bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen in Bundeswasserstraßen mit diesen Unsicherheiten und den daraus resultierenden Risiken umgehen.

Grundlagen und Beispiele für fischbiologisch begründete Unsicherheiten bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen

Wie in Weichert et al. (2016) dargestellt, werden Unsicherheiten von verschiedenen Autoren in zwei Typen unterteilt:

- Typ 1: Unsicherheiten, die aus der natürlichen Variabilität eines Prozesses resultieren (aleatorische Unsicherheiten).
- Typ 2: Unsicherheiten, die aus unvollständigem Wissen, bzw. der partiellen Unkenntnis über einen Prozess resultieren (epistemische Unsicherheiten).

Unsicherheiten vom Typ 1 ergeben sich bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen aus der natürlichen Variabilität von Umgebungsfaktoren, aber auch aus unterschiedlichen Eigenschaften und Verhaltensweisen von Fischen, die selbst innerhalb einer auf den ersten Blick homogenen Gruppe (z.B. einer Art, Größenklasse oder Altersstufe) auftreten können. Dazu gehört die multifaktoriell

(z.B. durch Ernährungszustand, Wassertemperatur, Schadstoffe,...) beeinflusste Schwimmleistung von Individuen (Hammer, 1995), die eine vollständige Übertragung von im Labor erhobenen Daten zur Schwimmleistung auf das Freiland unmöglich macht. Ein weiteres Beispiel ist die wahrscheinlich mit der Erfahrung und Schwarmgröße variierende Furchtlosigkeit von Flussbarschen (Goldenberg et al., 2014) und damit die individuelle Hemmschwelle, sich in eine unbekannte Situation oder Umgebung wie beispielsweise eine Fischaufstiegsanlage zu begeben. Unsicherheiten vom Typ 1 lassen sich weder vermeiden noch reduzieren, d.h. ihnen kann nur begegnet werden, indem bei der Bemessung von Fischaufstiegsanlagen von vorneherein ein möglichst breites Spektrum an zu erwartenden Eigenschaften und Verhaltensweisen der Fische berücksichtigt wird.

Unsicherheiten vom Typ 2 lassen sich hingegen durch Wissens- oder Informationszuwachs verringern. Anhand des Beispiels „Wanderkorridor“ lassen sich solche Unsicherheiten im Kontext der Planung von Fischaufstiegsanlagen gut illustrieren. Laut DWA-Merkblatt 509 (DWA, 2014) ist der Wanderkorridor „... ein idealisierter Raum, in dem die Voraussetzungen dafür erfüllt sind, dass sich alle Fische orientieren und gegen die Strömung aufschwimmen können, was durch ausreichende Dimensionen und eine gerichtete, turbulenzarme Strömung gewährleistet wird. Der Wanderkorridor erstreckt sich unterbrechungsfrei vom Unterwasser eines Wanderhindernisses über die Fischaufstiegsanlage bzw. das fischpassierbare Bauwerk bis ins Oberwasser...“. Um konkrete Randbedingungen festlegen zu können, die diesen idealisierten Raum definieren, müssen drei grundsätzliche Aspekte bei der Betrachtung eines einzelnen, im Unterwasser einer Stauanlage schwimmenden Fisches berücksichtigt werden: die Motivation zur Aufwanderung, die Orientierungsmöglichkeiten und das Leistungsvermögen des Fisches. Ist die grundsätzliche Motivation zum Aufstieg gegeben, ist es entscheidend, dass eine Orientierung des Fisches sowohl hin zum Einstieg der Anlage als auch verzögerungsfrei innerhalb der Anlage ermöglicht wird. Quellen, die zur Desorientierung des Fisches beitragen, müssen daher vermieden werden. Die Erfüllung dieser Forderungen allein reicht jedoch nicht aus, denn erst, wenn der Wanderkorridor für den Fisch auch vom Unterwasser bis zum Oberwasser mit seiner aktuellen Leistungsfähigkeit zu bewältigen ist, kann von einer gegebenen ökologischen Durchgängigkeit gesprochen werden.

Die Definition des Wanderkorridors ist vor allem von Faktoren geprägt, die den Aspekten Orientierung und/oder Leistungsfähigkeit zuzuordnen sind. Da anadrome und potamodrome Fische gegen die Strömung aufsteigen (Lucas & Baras 2001), kann dabei von einer besonderen Rolle der Hydraulik ausgegangen werden. Bisherige Untersuchungen an anadromen Salmoniden oder Stören bestätigen, dass die Navigation der untersuchten Individuen mit Hilfe der Hydraulik nach bestimmten Strategien erfolgte (Standen et al., 2004; McElroy, 2012). Dieses Verhalten dient vermutlich der Optimierung des Energieverbrauchs während der Wanderung, der über die vor der Wanderung gespeicherten Energiereserven mit der für die Fortpflanzung zur Verfügung stehenden Energie in direkter Beziehung steht (Kinnison et al., 2001; Crossin et al., 2004). Ein Wanderkorridor bezeichnet also den Raum, in dem die Fische mit den von ihnen gewählten Strategien (z.B. zur Optimierung des Energieverbrauchs) in Abhängigkeit von der Strömung und ggf. in Abhängigkeit von anderen Faktoren navigieren. Ein günstiger Wanderkorridor bezeichnet einen Raum, in dem die Fi-

sche mit möglichst geringem Zeit- und Energieverlust aufwandern können. Da er von der Hydraulik abhängig ist, kann er sich bei veränderten Strömungsbedingungen räumlich verschieben. Ermöglicht man Fischen die Navigation innerhalb eines für sie günstigen Wanderkorridors bis zur Fischaufstiegsanlage und in diese hinein, kann von einer idealen Auffindbarkeit derselben ausgegangen werden. Eine offensichtliche Unsicherheit bei der Definition dieses Wanderkorridors ergibt sich aus dem bislang nur auf ausgewählte Arten und bestimmte Randbedingungen bezogenen Wissen über die Strömungscharakteristika, denen von Fischen gefolgt wird.

Abgesehen von der Einhaltung hydraulischer Grenzwerte muss laut DWA (2014) sichergestellt sein, dass die geometrischen Anforderungen der verschiedenen Fischarten an den Wanderkorridor eingehalten werden. In diesem Zusammenhang wird aus durchschnittlichen Fischgrößen und typischen Bewegungsmustern ein minimaler Raumbedarf abgeleitet, den jede Fischart für ihre Schwimmbewegungen benötigt. Dies ist eine mit dem zur Verfügung stehenden Wissen fundierte und nachvollziehbare Abschätzung. Ob darüber hinaus gehende geometrische Anforderungen an den Wanderkorridor bestehen, also z.B. im Hinblick auf die Bewegung von Fischschwärmgrößen notwendig sind oder morphologische Strukturen der Gewässersohle die Aufwanderung beeinflussen können, ist hingegen noch unklar.

Darüber hinaus kann grundsätzlich hinterfragt werden, ob die bisherige Orientierung an geometrischen und vor allem hydraulischen Faktoren ausreichend ist, um den Wanderkorridor zu definieren. Anhand von Laboruntersuchungen konnte gezeigt werden, wie die sinnesphysiologischen Eigenschaften der Fische die Wahrnehmung sowohl hydraulischer (z.B. Fließgeschwindigkeit, Turbulenz; Enders et al., 2009, 2012; Kemp 2012) als auch optischer (Odling-Smee & Braithwait 2003a; Odling-Smee & Braithwait 2003b) und akustischer Signale (Tolimeri et al., 2004; Radford et al., 2011) ermöglichen und die Orientierung bzw. Aufenthaltsorte im Gewässer bestimmen können. Sie können potentielle Signalgeber auf dem Weg zur Fischaufstiegsanlage sein oder, im umgekehrten Fall, die Fische ablenken oder gar abschrecken. Auch hierzu sind bisher nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen vorhanden, insbesondere fehlen Freilanduntersuchungen.

Grundlage der obigen Ausführungen sind zunächst die Motivation, die Orientierungsmöglichkeiten und das Leistungsvermögen des einzelnen im Unterwasser einer Stauanlage schwimmenden Fisches. Da die Untersuchung der Motivation eines einzelnen Fisches und der damit verbundenen Interaktion mit dessen Orientierung und Leistungsvermögen allerdings nicht zielführend ist, werden meist verallgemeinerte Erkenntnisse zu den relevanten Fischarten (und/oder Altersstadien) genutzt. Dieser verallgemeinernde Schritt bringt ein gewisses Maß an Unsicherheit vom Typ 1 in den Planungsprozess. Er ist aber zulässig und sogar notwendig, da sich nur so aus den vorhandenen Kenntnissen Bemessungskriterien ableiten lassen, die die zum jetzigen Zeitpunkt bekannten fischbiologischen Grundlagen widerspiegeln und somit eine nach dem Stand des Wissens bestmögliche Funktionsfähigkeit gewährleisten. Dieser Stand wird momentan durch die Bemessungskriterien der DWA (2014) abgebildet. Werden Unsicherheiten vom Typ 2 durch zunehmendes biologi-

sches Grundlagenwissen kleiner, müssen die verallgemeinerten Bemessungskriterien entsprechend angepasst werden.

Umgang mit Unsicherheiten und Lösungsstrategien

Beim Umgang mit den oben skizzierten Unsicherheiten müssen zwei parallele Wege beschritten werden. Zum einen ist es im Hinblick auf die Zeit- und Umsetzungsziele der WRRL unerlässlich, unter Abwägung der damit verbundenen Risiken trotz der gegebenen Unsicherheiten Fischaufstiegsanlagen zu planen und zu bauen. Dabei ermöglichen Planung und Bau nach Stand der Technik (DWA, 2014) die größtmögliche Funktionssicherheit auf Basis des aktuellen Wissens. In Bundeswasserstraßen kommen zusätzlich die „Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen“ (BAW/BfG, 2015) und aktuelle Erkenntnisse aus BAW- und BfG-eigener Forschung sowie Untersuchungen anderer Institutionen zum Tragen. Sowohl aus der Planung als auch aus der Funktionskontrolle der umgesetzten Maßnahmen ergeben sich Erkenntnisgewinne (und sei es „nur“ zu bisher nicht erkanntem Forschungsbedarf), die zur Reduzierung von Unsicherheiten des Typs 2 beitragen können. Die Reduzierung von Unsicherheiten des Typs 1 ist hingegen kaum möglich. Sie wäre grundsätzlich nur über die Berücksichtigung eines möglichst breiten Spektrums an fischbiologischen Eigenschaften „mit Sicherheitszuschlag“ bei der Bemessung realisierbar (also z.B. über eine sehr großzügige geometrische Dimensionierung). Solange die Notwendigkeit solch großzügiger Anlagen nicht fachlich belegt ist, werden sie allerdings aufgrund anderer Ansprüche (z.B. von Wasserkraftbetreibern oder Grundstückseignern) meist nicht umsetzbar sein. Nichtsdestotrotz werden die momentan umgesetzten Maßnahmen die ökologische Durchgängigkeit bereits erheblich verbessern.

Zum zweiten muss über Forschungsprojekte der Abbau von Unsicherheiten des Typs 2 vorangetrieben werden. Grundlage dafür ist die stetige Weiterentwicklung von geeigneten Methoden zur Erfassung von Fischen und ihrer Umwelt. Basierend auf den Ausführungen zu Unsicherheiten bei der Definition des Wanderkorridors lässt sich dies an den folgenden Beispielen illustrieren:

Wie bereits im vorherigen Kapitel aufgezeigt, ergibt sich eine Unsicherheit bei der Definition des Wanderkorridors aus dem bislang nur auf ausgewählte Arten und bestimmte Randbedingungen bezogenen Wissen über die Strömungscharakteristika, an denen sich Fische orientieren. Systematische Untersuchungen zu allen Zielarten und Altersstadien sind nur mit großem Aufwand umsetzbar. Die aktuelle technische Weiterentwicklung telemetrischer Systeme kann dabei helfen. Sie resultiert zum einen in immer kleineren und ausdauernderen Sendern und zum anderen in einer höheren Genauigkeit der Erfassung von Fischbewegungen in zweidimensionaler (bei ausreichender Tiefe sogar dreidimensionaler) Auflösung (Adams et al., 2012). Systematische Untersuchungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde in den Stauhaltungen Kostheim (Main) und Langwedel (Weser) werden in den nächsten Jahren im Zusammenhang mit hydraulischen Modellen und

bathymetrischen bzw. und akustischen Aufnahmen zeigen, ob sich auf diese Weise Aussagen über das Wanderverhalten von Fischen in stauregulierten Bundeswasserstraßen erzielen lassen.

In ethohydraulischen Versuchen lassen sich weitere Erkenntnisse über die Orientierung von Fischen gewinnen. Mit der Fragestellung angemessenen Versuchsdesigns und den entsprechenden statistischen Methoden können hierbei Rückschlüsse über die Reaktion bestimmter Fischarten auf definierte hydraulische Signale sowie die damit verbundenen Komponenten einer Fischaufstiegsanlage (wie z.B. Zugaberechen) gewonnen werden. Hierzu sei auf Schütz (2016) verwiesen. Ebenso ist es denkbar, mit Verhaltensversuchen in Laborrinnen die Reaktion von Fischen auf bestimmte Geometrien (z.B. enge Wendungen) zu erfassen.

Bei allen theoretischen und praktischen Ansätzen zur Verringerung von Unsicherheiten ist eine der größten Herausforderungen die Übertragbarkeit – vom Rechner oder Labor ins Freiland, aber auch bei Naturuntersuchungen zwischen verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Randbedingungen. Der ethohydraulische Versuchsansatz gewährleistet dabei ein hohes Maß an Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Labor ins Freiland (Adam & Lehmann, 2011). Darüber hinaus ermöglichen in Zukunft mehrere Pilotanlagen von BfG und BAW in den Bundeswasserstraßen das Verhalten von Fischen unter verschiedenen natürlicheren Randbedingungen zu testen (Schütz & Henning, 2014).

Die Vielzahl an betrachteten Faktoren, unterschiedliche Untersuchungsmethoden und nicht zuletzt die natürliche Variabilität der Untersuchungsobjekte (der Fische und ihrer Umgebung) erfordern ein stringentes statistisches Untersuchungsdesign, um Wirkzusammenhänge abilden, Ergebnisse übertragen und Prognosen erstellen zu können.

Darüber hinaus ermöglichen leistungsstarke Rechner auf Basis neu entwickelter Algorithmen die Modellierung hydrodynamischer Muster in einer Auflösung, die für die Analyse von Fischbewegungen nutzbar sind. Gleichwohl ist es eine große Herausforderung, biologisches Verhalten mathematisch abzubilden und in hydraulische bzw. numerische Modelle einzubauen. Mit der Entwicklung der Eulerian-Lagrangian-Agent Methode (ELAM) gelang es Wissenschaftlern der Cornell-University in Zusammenarbeit mit dem US Army Corps of Engineers (USACE) ein Verfahren aufzustellen, welches Bewegungen von Tieren, speziell von Fischen, mechanistisch decodiert und bezüglich gesetzter Randbedingungen durch ein numerisches Modell anhand der Hydraulik prognostiziert (Goodwin et al. 2006). Für eine adäquate Analyse der Fischbewegungsmuster sowie die Entwicklung von Prognosemodellen ist eine Weiterentwicklung solcher Modellansätze notwendig und wird derzeit von BAW und BfG vorangetrieben.

Ließen sich klare Bezüge zwischen Bewegungsmustern und abiotischen (z.B. hydraulischen, akustischen, optischen, geometrischen,...) Faktoren identifizieren, wäre eine wesentliche fachliche Grundlage erarbeitet, um Prognosemodelle für die Planung der Lage von Einstiegen in Fischaufstiegsanlagen zu entwickeln und die Ausgestaltung von Leitströmungen und deren Anbindung an

den Wanderkorridor verlässlicher zu planen. Diese Aspekte sind relevant für eine effiziente Auf-
findbarkeit von Fischaufstiegsanlagen und in der Realisierung und im Betrieb der Anlagen wesent-
liche Kostenfaktoren.

Fazit

Das DWA-Merkblatt 509 (2014) bietet eine gute fachliche Grundlage für Planung und Bau von Fischaufstiegsanlagen, die das bereits vorhandene Wissen widerspiegelt und somit ermöglicht, dass bereits in der Umsetzung befindliche Maßnahmen auf bestmöglichem Niveau zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit beitragen. Trotzdem verbleiben Unsicherheiten hinsichtlich ver-
schiedener Aspekte der Fischaufstiegsanlagen, von denen ein großer Teil aus unvollständigem Wissen bzw. der partiellen Unkenntnis über bestimmte Prozesse resultiert.

Durch gezielte wissenschaftliche Untersuchungen arbeiten die Bundesanstalt für Gewässerkunde und die Bundesanstalt für Wasserbau wie auch andere Institutionen mit Hochdruck an diesen offenen Fragen. Durch immer bessere Methoden gibt es einen immer größeren Erkenntnisgewinn, so dass sich die fischbiologisch begründeten Unsicherheiten bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen und damit die Risiken bei der Zielerreichung kontinuierlich verringern. Dazu werden auch Er-
kenntnisse aus Planung und Betrieb der Pilotanlagen von BfG und BAW beitragen. Im Sinne einer zeitnahen Maßnahmenumsetzung empfiehlt sich darüber hinaus, die ökologische Durchgängigkeit zunächst an Standorten wiederherzustellen, bei denen die vorhandenen Unsicherheiten eher ge-
ring sind bzw. durch geeignete Beratungs- und Untersuchungsleistungen reduziert werden können.

Literatur

- Adam, B., Lehmann, B. (2011): Ethohydraulik: Grundlagen, Methoden und Erkenntnisse. Springer Verlag, Berlin.
- Adams, N.S., Beeman, J.W., Eiler, J.H. (editors) (2012): Telemetry techniques: a user guide for fisheries research. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- BAW/BfG (2015): Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA). Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Version 2.0, 26.06.2015.
- Crossin G., Hinch, S., Farrell, A., Higgs, D., Lotto, A., Oakes, J., Healey, M. (2004): Energetics and morphology of sockeye salmon: effects of upriver migratory distance and elevation. *Journal of Fish Biology*. Volume 65, S. 788-810.
- DWA (2014): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) e.V., Hennef.
- Enders E.C., Royb, M.L., Ovidioc, M., Hallotd, É.J., Boyera, C., Petid, F., Roya, A.G. (2009): Habitat choice by atlantic salmon parr in relation to turbulence at a reach scale. *North American Journal of Fisheries Management*. Volume 29 (6), S. 1819-1830.

- Enders E.C., M. H. Gessel, J. J. Anderson, J. G. Williams (2012): Effects of Decelerating and Accelerating Flows on Juvenile Salmonid Behavior. *Transactions of the American Fisheries Society* 141 (2):357-364
- Goldenberg, S.U., Borcherding, J., Heynen, M. (2014): Balancing the response to predation - the effects of shoal size, predation risk and habituation on behaviour of juvenile perch. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Volume 68, S. 989–998, DOI 10.1007/s00265-014-1711-1.
- Goodwin, R.A., Nestler, J.M., Anderson, J.J., Weber, L.J. Loucks, D.P. (2006): Forecasting 3-D fish movement behavior using a Eulerian-Lagrangian-agent method (ELAM). *Ecological Modelling*. Volume 192 (1-2), S. 197-223.
- Hammer, C. (1995): Fatigue and exercise tests with fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Volume 112A (1), S. 1-20.
- Kemp, P. S. (2012): Bridging the gap between fish behavior, performance and hydrodynamics: An ecohydraulics approach to fish passage research. *River Research and Applications*. Volume 28, S. 403–406.
- Kinnison M., Unwin, M., Hendry, A., Quinn, T. (2001): Migratory costs and evolution of egg size and number in introduced and indigenous salmon populations. *Evolution*. Volume 55, S. 1656-1667.
- Lucas M.C., Baras, E. (2001): *Migration of Freshwater Fishes*. Blackwell Science, Oxford.
- McElroy, B., DeLonay, A., Jacobson, R. (2012): Optimum swimming pathways of fish spawning migrations in rivers. *Ecology*. Volume 93 (1), S. 29-34.
- Odling-Smee, L., Braithwaite, V. A. (2003a): The role of learning in fish orientation. *Fish and Fisheries*. Volume 4, S. 235–246.
- Odling-Smee, L., Braithwaite, V. A. (2003b): The influence of habitat stability on landmark use during spatial learning in the three-spined stickleback. *Animal Behaviour*. Volume 65 (4), S. 701-707.
- Radford, C.A., Stanley, J.A., Simpson, S.D., Jeffs, A.G. (2011): Juvenile coral reef fish use sound to locate habitats. *Coral Reefs*. Volume 30 (2), S. 295-305.
- Tolimieri N., Haine, O., Jeffs, A., McCauley, R., Montgomery, J. (2004): Directional orientation of pomacentrid larvae to ambient reef sound. *Coral Reefs*. Volume 23 (2), S. 184-191.
- Schütz, C. (2016): Ethohydraulische Untersuchungen von BfG und BAW. Tagungsband 5. BfG/BAW-Kolloquium „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, 08./09. Juni 2016, Karlsruhe.
- Schütz, C., Henning, M. (2014): Pilotanlagen – angewandte Forschung für die Qualitätssicherung von Maßnahmen. Tagungsband 4. BfG/BAW-Kolloquium „Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen“, 09./10. Juli 2014, Koblenz.
- Standen, E.M., Hinch, S G., Rand, P.S. (2004): Influence of river speed on path selection by migrating adult sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Volume 61, S. 905-912.

Weichert, R., Heneka, P., Henning, M., Mahl, L. (2016): Qualitätssicherung bei der Planung von Fischaufstiegsanlagen – Berücksichtigung von Unsicherheiten am Beispiel der Leitströmung. Tagungsband 5. BfG/BAW-Kolloquium „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, 08./09. Juni 2016, Karlsruhe.

Flexibilität in der Bauweise, Umsetzbare Anforderung ?

Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Gebler, Ingenieurbüro Dr. Gebler
Dipl.-Ing. (FH) Helmut Schmid, Ingenieurbüro Dr. Gebler

Einleitung

Die Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA) empfiehlt Fischaufstiegsanlagen generell so flexibel wie möglich zu gestalten, um später mit geringem Aufwand Anpassungen vornehmen zu können. Aus der Sicht des Planers werden anhand praktischer Beispiele die Möglichkeiten einer flexiblen Gestaltung aufgezeigt und die Grenzen der Flexibilität dargelegt.

Eine flexible Bauweise kann auf folgende Kriterien ausgerichtet sein:

- Flexible Größe/ Dimension der FAA
- Flexible Einbauten in der FAA
- Flexible Abflussdotierung der Fischpassrinne
- Zusatzdotierung
- Flexible Mündungsgestaltung

Flexible Größe / Dimension der FAA

Eine Flexibilität in den Dimensionen der Fischpassrinne wird in den seltensten Fällen erforderlich und umsetzbar sein. In Bezug auf die Beckendimensionen bestehen die geringsten Unsicherheiten bei der Planungsauslegung. Bei Einhaltung der entsprechenden Vorgaben wird hier kaum Bedarf an Flexibilität gesehen. Eine Überdimensionierung mit der Option die Dimensionen durch Einbauten variabel zu gestalten wäre auch mit erheblichen Kosten verbunden. Gewisse Vorteile bieten naturnahe Bauweisen (Raugerinne, Verbindungsgewässer) (Gebler 2012b), bei denen eine spätere Verbreiterung evtl. auch Verlängerung des Gerinnes denkbar ist.

Flexible Einbauten in der FAA

Die Einbauten in naturnahen FAA bestehen aus Blocksteinen (Bild 1). Da diese in Sohlmaterial und nur in Ausnahmefällen in Beton eingebunden sind, ist eine gewisse Flexibilität gegeben. In einem Probetrieb werden die angestrebten Strömungsverhältnisse und Wasserspiegellagen eingestellt. Die Einstellung erfolgt hierbei durch Versetzen einzelnen Blocksteine und / oder Bearbeitung der Blocksteine (z.B. Vergrößerung der Lücken).

Bei technischen Fischpässen bestehen die Einbauten zumeist aus Betonelementen, selten aus Holz oder Stahl. Betonquerwände werden entweder in Ort beton oder aus Fertigteilen hergestellt. Bei Verwendung von Fertigteilen, die an der Sohle und den Wänden verschraubt werden ist eine Flexibilität der Anordnung gegeben (Bilder 3 und 4). Dies empfiehlt sich insbesondere für den Umlenkblock in Schlitzpässen. Durch Verschieben des Umlenkblocks kann die Schlitzweite und damit

auch die Wasserspiegellage eingestellt werden. In reiner Ort betonbauweise hängt die Schlitzweite von der Ausführungstoleranz ab, die im Betonbau bei 30 mm liegt und praktisch auf minimal ca. 10 mm reduziert werden kann. Eine Einstellung der Wasserspiegellagen kann in diesem Fall nur über die Sohllage, d.h. über Anpassung des Sohlmaterials erfolgen (Bild 2).

Aus diesem Grund empfiehlt es sich die Stärke des Sohlsubstrats über das minimale Maß zu dimensionieren, um so etwas Spielraum zur Nachjustierung zu haben.



Bild 1: Bei Raugerinnen ist eine nachträgliche Anpassung der Querriegel möglich

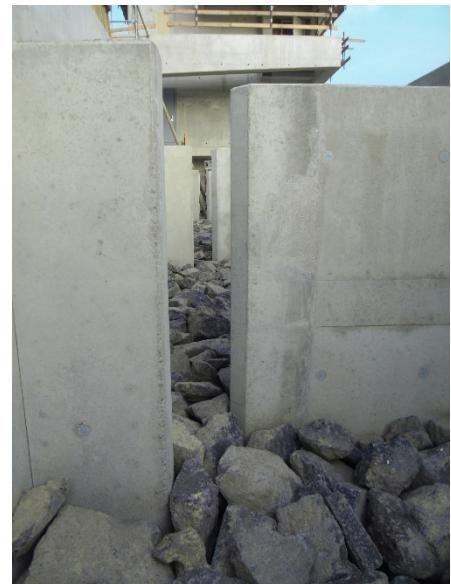


Bild 2: Anpassungsmöglichkeit des Sohlmaterials im Schlitz



*Bild 3: Einbauten aus Fertigteilen
Befestigung mit Winkeln*



Bild 4: Umlenkblock als Fertigteil, Schlitzweite kann durch Verschieben eingestellt werden.

Besonders zu betrachten sind die Eckbecken bzw. Umlenkbekken. Üblicherweise erfolgt die Anordnung der Einbauten vor und nach dem Wendebeken so, dass die Strömung an der Außenwand verläuft, d.h. Kurzschlussströmung vermieden wird. Dies führt zu einem drehenden Wirbel an

der Innenseite. Dies kann zu Ablagerungen und zu einer Desorientierung der aufsteigenden Fische führen. Bei Bedarf ist ein nachträglicher Einbau von Leitblechen oder Blocksteinen zur Strömungslenkung problemlos möglich.

Flexible Abflussdotierung der Fischpassrinne

Die Abflussdotierung der FAA erfolgt im Normalfall ungesteuert in Abhängigkeit des Oberwasserstandes (die Zusatzdotierung der Mündung wird später betrachtet). Geringe Schwankungen des Oberwasserstandes und damit Abflussschwankungen können durch entsprechende Dimensionierung der Einbauten aufgefangen werden (Gebler, 2015). Bei größeren Schwankungen des Stau- spiegels sind am Einlauf der FAA Regelungseinrichtungen erforderlich (Gebler, 2010). Eine größere Abflussdynamik ist nur bei naturnahen Verbindungsgewässern möglich, z.B. Naturnahes Fließgewässer am KW Rheinfelden mit $Q = 10-30 \text{ m}^3/\text{s}$ (Gebler, 2013) oder das Verbindungsgewässer am KW Ryburg-Schwörstadt mit $Q = 3.0-6.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Abflussregelung erfolgt dann über ein Schütz oder Drehtor (Bilder 5 und 6).



Bild 5: Mit Drehtor regelbares Einlaufbauwerk
Verbindungsgewässer KW Ryburg-Schwörstadt



Bild 6: Voll geöffnetes Einlaufbauwerk

Zusatzdotierung

Der Abfluss in der Fischpassrinne ist zumeist zu gering um eine ausreichende Leitströmung an der Mündung der FAA im Unterwasser zu erzeugen. Aus diesem Grund wird oftmals der Mündungs- reich zusätzlich über eine Bypassleitung dotiert. Bei der Zugabe dieses Dotierabflusses stellen sich zwei Aufgaben, die Energieumwandlung des dotierten Abflusses und die möglichst turbulenzarme Zugabe. Je nach Fallhöhe und Abfluss ist die Nutzung des Dotierabflusses durch eine Turbine die sinnvollste Lösung. An einigen Standorten steht aber während der Planung noch nicht fest, ob eine energetische Nutzung über eine derartige Dotierturbine erfolgen wird. Für den Planer ergibt sich die Aufgabe eine Lösung zu finden, die sowohl ohne Einbau als auch mit Einbau einer Dotierturbi- ne voll funktionstüchtig ist.

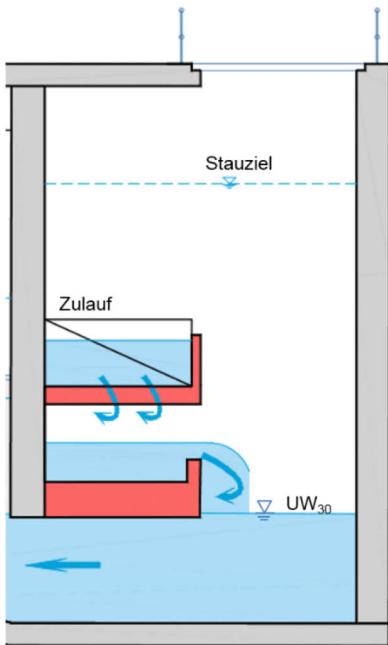


Bild 7: Entwurf Energieumwandlungsschacht FWA Lehmen / Mosel



Bild 9: Hydraulische Modellversuche Energieumwandlungsschacht am IWG, KIT Karlsruhe

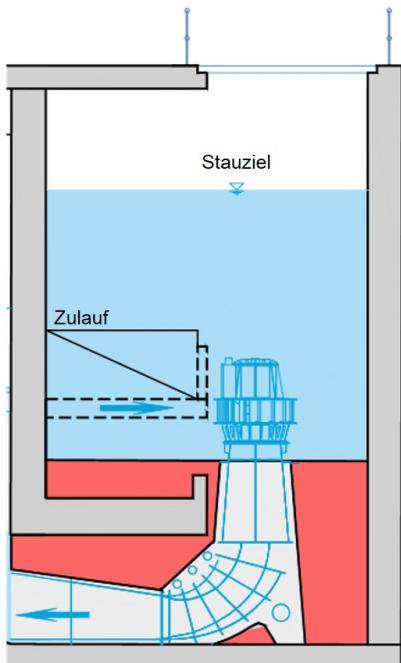


Bild 8: Nachträglicher Einbau einer Turbine in das Schachtbauwerk

Eine derart flexible Lösung wird derzeit im IB Gebler für die Fischwechselanlage Lehmen an der Mosel erarbeitet (Auftraggeber: SGD Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Koblenz). Die Lösung ist ein Schachtbauwerk in dem durch Einbauten die hohe Energie aus einem Abfluss von $Q = 4.2 \text{ m}^3/\text{s}$ und einer Fallhöhe von 7,5 m umgewandelt wird. Die Dimensionen und Einbauten in diesem Energieumwandlungsschacht sind so ausgelegt, dass eine Turbine in diesen Schacht eingebaut werden kann (Bilder 7 und 8). Derzeit wird dieses Bauwerk in hydraulischen Modellversuchen am IWG, KIT Karlsruhe untersucht (Bild 9).

Die Zugabe des Dotierabflusses soll so erfolgen, dass die Strömung die Fische nicht fehlleitet, sondern zum Fischpasseinstieg hinführt. Hierzu bietet sich die Zugabe über eine Lamellenwand an. Zur Einstellung der gewünschten Zugabeverteilung ist es hilfreich, die Lamellen verstellbar zu gestalten (Bilder 10-13).



Bild 10: Zugabe Dotierabfluss über verstellbare Lamellenwand am KW Lehen/ Salzach

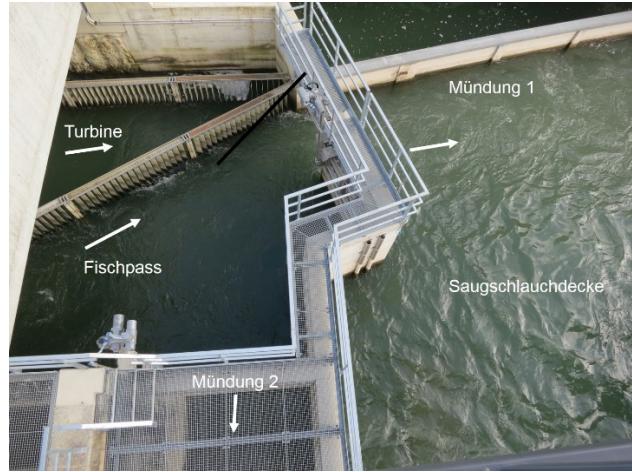


Bild 11: Mündungsbauwerk FAA am KW Ryburg-Schwörstadt am Hochrhein (KRS)

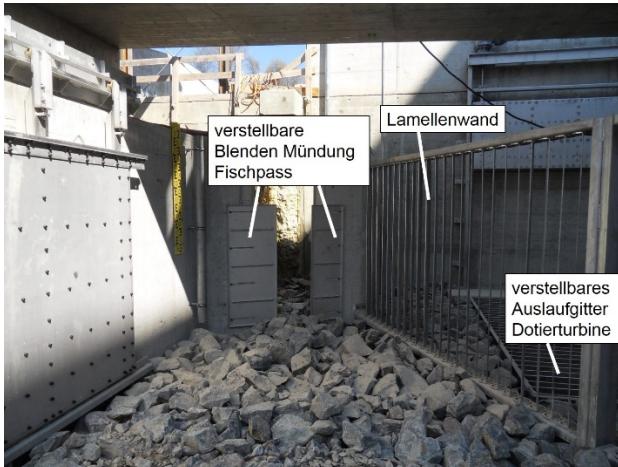


Bild 12: Verstellbare Blenden zur Anpassung des Mündungsquerschnittes des Fischpasses



Bild 13: Zugabe des Dotierabfluss über eine verstellbare Lamellenwand, KRS, Hochrhein

Flexible Mündungsgestaltung

Die größten Unsicherheiten bei der Gestaltung einer FAA bestehen in der Mündungsgestaltung. Dies ist insbesondere in der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit und damit Ansprüchen der Fische begründet. Es empfiehlt sich daher mehrere Mündungen und damit Einstiegsoptionen anzubieten (Gebler, 2012a). In Bild 14 ist als Beispiel der Sammelkanal der FAA am KW Wettingen / Limmat dargestellt, in dem vorsorglich vier Öffnungen integriert sind, obwohl nur zwei betrieben werden. Ein weiteres Beispiel ist die FAA Koblenz / Mosel mit drei betriebenen Mündungen (Bild 15).



Bild 14: Sammelkanal FAA am KW Wettingen



Bild 15: Drei Mündungen FAA Koblenz / Mosel

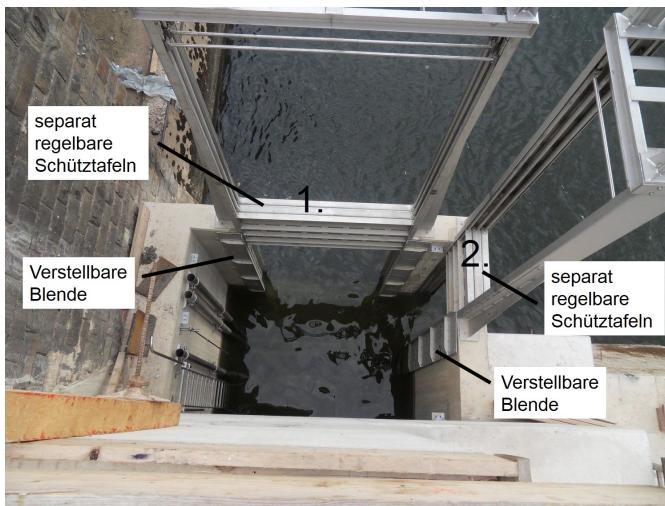


Bild 16: Mündungsgestaltung FAA Koblenz / Mosel

Die Mündungen 1 und 2 an der FAA Koblenz wurden soweit wie möglich variabel gestaltet (Gebler, 2014) (Bild 16). Beidseitig der Mündungsöffnungen wurden verschiebbare Blenden installiert über die die Öffnungsbreite variiert werden kann. In vertikaler Richtung wird die Durchflussoffnung über jeweils drei unabhängig regelbare Schütztäfeln reguliert. Durch die flexible Ausgestaltung kann der Abfluss zwischen Mündung 1 und 2 variiert werden und auch die Höhenlage des Mündungs- / Einstiegsquerschnitts.

Derzeit überprüft die BFG inwieweit die verschiedenen Mündungen von den Fischen angenommen werden und ob es Präferenzen der einzelnen Fischarten gibt. Eine Erkenntnis der bisherigen Untersuchung war, dass alle drei Mündungen zum Einstieg genutzt werden und die Mündung 3, die als Raugerinne auf substratgebunden Arten ausgelegt war, auch von anderen Fischarten und größeren Fischen genutzt wird.

Fazit

Die Empfehlung der Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA) Fischaufstiegsanlagen generell so flexibel wie möglich zu gestalten, kann in begrenzten Umfang in der Praxis umgesetzt werden. Möglichkeiten ergeben sich insbesondere in der Mündungsgestaltung, da in diesem Aspekt die größten Unsicherheiten bei der Gestaltung einer FAA liegen. Während bei den Einbauten in der FAA flexible Lösungen teilweise sinnvoll und umsetzbar sind erge-

ben sich in den Dimensionen der Fischpassrinne bzw. der Becken kaum Erfordernisse und Möglichkeiten der Flexibilität. Eine Flexibilität des Abflusses ist in der Fischpassrinne nur begrenzt möglich. Eine variable Abflussdotierung des Mündungsbereiches kann jedoch über eine separate Dotierleitung evtl. über eine Dotierturbine erfolgen.

Literatur

- Gebler, R.-J., Lehmann, P. (2010): Auslegung der Umgehungsgewässer am Wehrkraftwerk und an der Altanlage der RADAG", Wasserwirtschaft, No. 6, (2010), pp 40-44.
- Gebler, R.-J. (2012a): Mündungsgestaltung von Fischwegen an großen Wasserkraftanlagen“, Kolloquiumsreihe der BAW und BfG, 12. und 13.Juni 2012
- Gebler, R.-J. (2012b): Near-nature water courses at hydropower plants as fishways and running water habitats , 9th int. Symposium on Ecohydraulics, Wien 2012, Proceedings, Editors H. Mader & Kraml, ISBN 978-3-200-02862-3.
- Gebler, R.-J.. Lehmann, P. (2013): Naturnahes Fließgewässer am neuen Kraftwerk Rheinfelden - Wasserwirtschaft, No. 6, (2013)
- Gebler, R.-J.. Schmid, H. (2014): Fischwechselanlage an der Moselstaustufe Koblenz mit variabler Mündungsgestaltung – Korrespondenz Wasserwirtschaft Nr. 2/14,
- Gebler, R.-J. (2015): Dimensionierung von Schlitzpässen – Anforderungen der Fische und der Hydraulik – Wasserwirtschaft No. 7/8 (2015), pp 73-79

Anordnung und Gestaltung der Einstiege in Fischaufstiegsanlagen - Herausforderungen an die Planung

Dr.-Ing. Stephan Heimerl, Fichtner Water & Transportation GmbH

Einleitung

Bei der nachträglichen Errichtung von Fischaufstiegsanlagen (FAA) werden durch die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten die planerischen Freiheitsgrade häufig spürbar eingeschränkt. Besonders deutlich wird dies bei der Suche nach einer möglichst optimalen Lösung für die Positionierung und die Ausgestaltung von Einstiegen, stellen diese doch ein Schlüsselbauwerk für die Auffindbarkeit und Passierbarkeit von Fischaufstiegsanlagen dar. In diesem Beitrag soll der planerische Weg hin zu einer weiterentwickelten Einstiegsbauwerksgestaltung unter Berücksichtigung der baulichen und betrieblichen Ansprüche exemplarisch aufgezeigt werden.

Planungspraxis nach DWA-Merkblatt M 509

Unter funktionsfähigen FAA verstehen wir heute in Anlehnung an die Definitionen von *Clay (1995)* und *Thorncraft & Harris (2000)* prinzipiell Wasserwege bzw. Wanderkorridore, die von Fischen über einen möglichst großen Zeitraum des Jahres weitgehend ohne Zeit- und damit Energieverlust auffindbar sowie ohne vermeidbaren Stress gefahrlos bis in das Oberwasser des Wanderhindernisses passierbar sind.

Folgende Hauptfaktoren bedingen die Effektivität und Effizienz von Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbaren Bauwerken:

- Auffindbarkeit
- Passierbarkeit
- Betriebsdauer/-zeit

Für die Funktionsfähigkeit kommt der Auffindbarkeit der FAA die Schlüsselrolle zu.

Den Stand des Wissens und der Technik zur korrekten Planung, baulichen Ausführung und dem Betrieb von FAA und fischpassierbaren Bauwerken repräsentiert das DWA-Merkblatt M 509 (DWA, 2014). Eine Präzisierung einzelner, für die Bundeswasserstraßen relevanter Aspekte ist in der Arbeitshilfe zur Planung und Bau von Fischaufstiegsanlagen der Bundesanstalten für Wasserbau (BAW) und Gewässerkunde (BfG) aufgeführt (BAW/BfG, 2015). Folgende wesentliche Einzelfaktoren der Auffindbarkeit sind in beiden Dokumenten konkret beschrieben:

- Großräumige Anordnung der FAA im Gewässer bzw. am Standort unter Berücksichtigung der Nutzung.
- Wahrnehmbarkeit der aus der FAA austretenden Leitströmung bezüglich Fließgeschwindigkeit, Abfluss und Eintrittswinkel.
- Kleinräumige Positionierung des Einstiegs der FAA und damit die Einbindung in das Unterwasser des Wanderhindernisses.

- Gestaltung des Einstiegs, z. B. Anpassung an schwankende Unterwasserstände und Anbindung an die Gewässersohle.

Die Empfehlungen im DWA-Merkblatt M 509 stellen einen Maßstab für ein einwandfreies technisches Verhalten dar. Allerdings kann das Merkblatt nicht alle Sonderfälle abdecken. Ferner gibt es Kenntnislücken bei gewissen Aspekten.

Generelle Ausgestaltung der FAA-Einstiegsbereiche

Bei der Projektierung von FAA an Querbauwerken insbesondere an großen Fließgewässern mit entsprechend hohen Abflüssen, großen Gewässerbreiten sowie komplexen Strukturen und Strömungsverhältnissen ist das Wissen über das Verhalten verschiedener Fischarten in solchen Situationen sowie die darauf ausgerichtete Ausgestaltung der Einstiegsbereiche von FAA noch unzureichend.

Prinzipiell ist z. B. bekannt, dass die Auffindbarkeit einer FAA umso besser ist, je höher der Leitstrom im Verhältnis zum Gesamt- bzw. Konkurrenzabfluss im Gewässer ist. International gibt es jedoch nur wenige Empfehlungen zur Dotation von FAA (Redeker, 2012). Europäische Richtlinien und das DWA-Merkblatt M 509 empfehlen i. W. die Orientierungswerte von *Larinier et al.* (1994). Bei allen vorliegenden Angaben handelt es sich jedoch um Richtwerte mit gewissen Bandbreiten. Aus diesem Grund wurden im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) von BAW/BfG Untersuchungen für den Standort Lauffen am Neckar durchgeführt, die zum Ziel hatten, die erforderliche Dotationsmenge für den Standort zu präzisieren. Aufgrund des großen Aufwands solcher Studien wurden die Untersuchungsergebnisse in *Weichert et al.* (2013) so beschrieben, dass sie auch für andere Standorte zur Anwendung kommen können. So wurde u. a. festgelegt, dass der Einstiegsquerschnitt von FAA an Bundeswasserstraßen so zu dimensionieren ist, dass für den Bemessungsfall Q_{330} (bzw. W_{330}) der Gesamtabfluss der FAA im Einstiegsbereich 5 % des tatsächlichen Abflusses der FAA-nahen Turbine betragen soll. Es ist zu beachten, dass die Übertragbarkeit der Ergebnisse vom Neckar für jeden Standort einzeln zu prüfen ist.

Weitere aktuelle Fragstellungen sind z. B. (*Heimerl et al.* (2015)):

- Herausforderungen an Wasserkraftanlagen im Bereich des Saugrohres mit dem daran i. d. R. anschließenden Kraftausgebäude;
- Lage/Platzierung von mehreren Einstiegen in Fischaufstiegsanlagen;
- Hydraulische Herausforderungen bei Zudotationen (mittels Bypassleitungen oder Dotations-turbinen) zur Gewährleistung einer gleichförmigen Leitströmung bei unterschiedlichen/schwankenden Unterwasserständen;
- Ausgestaltung der Sohlenanschlüsse.

Randbedingungen für die Einstiegsausgestaltung

An Wasserkraftanlagen, die direkt in die Staustufen integriert sind, herrschen unterwasserseitig im Bereich des Saugrohrendes nicht selten enge Platzverhältnisse, schwierige Topografien und/oder weitere wasserbauliche Anlagen (z. B. Ufermauern, rückverankerte Spundwände u. a. m.) vor.

Diese Randbedingungen erschweren die Anordnung eines FAA-Einstiegs, der aufgrund der Turbinenabströmung i. d. R. in diesem Bereich zu platzieren ist. Hinzu kommen insbesondere folgende Aspekte:

- Um den Leitstrom der FAA möglichst parallel zum Stromstrich einmünden zu lassen, sind i. d. R. 90°- oder 180°-Wendungen im Einstiegsbereich erforderlich.
- Herausfordernd ist eine Zudotation in diesem Einstiegsbereich zur Gewährleistung eines ausreichenden Leitstroms, insbesondere wenn die Dotation ein Mehrfaches des eigentlichen FAA-Abflusses beträgt.
- Im Einstiegsbereich muss ein Regulierorgan dann angeordnet werden, wenn bei den üblicherweise vorherrschenden Unterwasserstandsschwankungen eine weitgehend konstante Leitströmungsgeschwindigkeit über die gesamte Betriebsdauer zwischen UW₃₀ und UW₃₃₀ gefordert wird, wie dies häufig der Fall ist.
- Die sichere Zugänglichkeit während des Regelbetriebs sowie zu Wartungszwecken ist zu gewährleisten, wobei auch Lösungen für eine Revision der Verschluss- und Regelorgane gefunden werden muss.
- Der Einstiegsbereich muss in das Hochwasserschutzkonzept der FAA eingebunden sein einschließlich der weitestgehend möglichen Abweisung von Treibgut sowie dessen Entfernung bei selteneren Ereignissen.

Hinzu kommen eine Vielzahl von weiteren Einflüssen aus dem örtlichen Umfeld, den Anforderungen an einen im Wesentlichen unbeeinflussten Betrieb der Wasserkraftanlage sowie schließlich Vorgaben und Vorstellungen des Bauherrn und künftigen Betreibers. Diese gilt es alle soweit möglich im Rahmen der planerischen Vorüberlegungen zu erfassen sowie planungsbegleitend anhand erster Skizzen und später dann detaillierter Pläne ausführlich mit allen Beteiligten zu diskutieren. Auch hier zeigt sich, dass eine gute Kommunikation den Schlüssel für eine erfolgreiche, alle Interessen einbeziehende Planung darstellt.

Entwicklung eines neuartigen FAA-Einstiegsbereichs

Vor dem Hintergrund derartig komplexer Randbedingungen wurde für eine geplante F&E-Fischaufstiegsanlage (Pilotstandort) in Wallstadt an der Bundeswasserstraße Main (Bild 1) vom Planer (ARGE Fichtner Water & Transportation GmbH und ARCADIS Deutschland GmbH) eine neuartige Lösungsvariante in einem aufwendigen, über ein Jahr dauernden Diskussionsprozess entwickelt. Hierbei waren neben dem Bauherrn, dem Wasserstraßen-Neubauamt Aschaffenburg, vor allem auch die BAW und BfG als Fachberater eng eingebunden.

Das innovative Konzept für den FAA-Einstiegsbereich soll nachstehend exemplarisch kurz vorgestellt werden. Es zeichnet sich durch folgende Teilelemente aus:

- Die vorgesehene Zudotation i. H. v. $\leq 6,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (max. 8-fache des FAA-Betriebsabflusses) wird über einen Gleichrichter und Horizontalfeinrechen in einem flachen Winkel seitlich in einen FAA-Einstiegskanal zugeführt werden, dessen Querschnitt sich zum Einstieg hin kontinuierlich vergrößert (Bild 2).

- Der eigentliche Einstiegsbereich besteht aus einer ausgerundeten, hydraulisch günstigen 180°-Umlenkung, um den Einstieg so nah wie möglich an das Hauptbauwerk heranführen zu können und potenzielle Sackgasseneffekte auf ein Minimum zu reduzieren. Die Abmessungen orientieren sich dabei an Schlitzpass-Umlenkbecken gemäß DWA-Merkblatt M 509. Eine 90°-Variante ist analog realisierbar und kommt bei einem der Einstiege zum Einsatz.
- Zur Minimierung hydraulischer Verluste ist als Regulierorgan ein mit der Strömung öffnendes Tor vorgesehen. Dessen Öffnungsquerschnitt ist in Abhängigkeit von Leitströmung (Abfluss und/oder Geschwindigkeit) und Unterwasserstand variabel einstellbar, so dass sich im Einstieg ein möglichst gleichförmiger Leitstrom ausbildet. Hierbei haben sich zwei Varianten ergeben, die derzeit intensiv diskutiert und untersucht werden:
 - Ein einflügeliges Tor, welches vor der 180°-Wendung ins Unterwasser angeordnet wird (Bild 2).
 - Ein doppelflügeliges Tor, welches unterwasserseitig der 180°-Wendung angeordnet wird (Bild 3).
- Unmittelbar am Einstieg kann zusätzlich ein Revisionsverschluss angeordnet werden.
- Die unterwasserseitigen Wände werden durchgehend auf einen Wasserstand HW_x ausgelegt, der die Anlage bis zu dessen Erreichen v. a. vor dem Eintrag von Treibgut schützt, das sich aufgrund der Kehrströmungen häufig gerade in den Randbereichen unterhalb der Wasserkraftanlage ansammelt.



Bild 1: Staustufe Wallstadt mit künftigem FAA-Standort (linkes Ufer), Wasserkraftanlage (links), Wehranlage (rechts) und Schleuse (rechts außerhalb des Bildes), Blick von Unterwasser (Quelle: Heimerl)

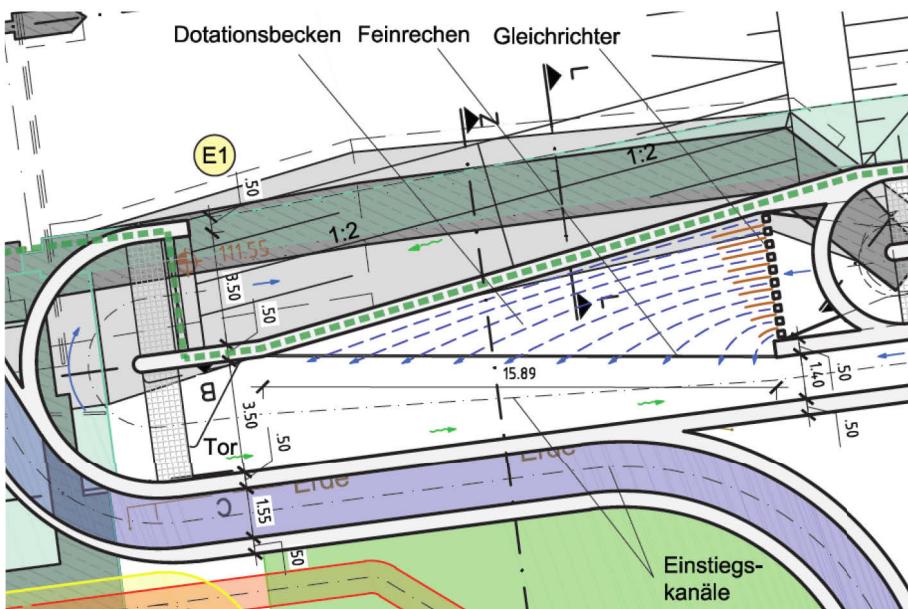


Bild 2: Skizze eines neuartigen Einstiegs in eine Fischaufstiegsanlage mit 180°-Umlenkung und einflügeligem Tor (Quelle: ARGE)

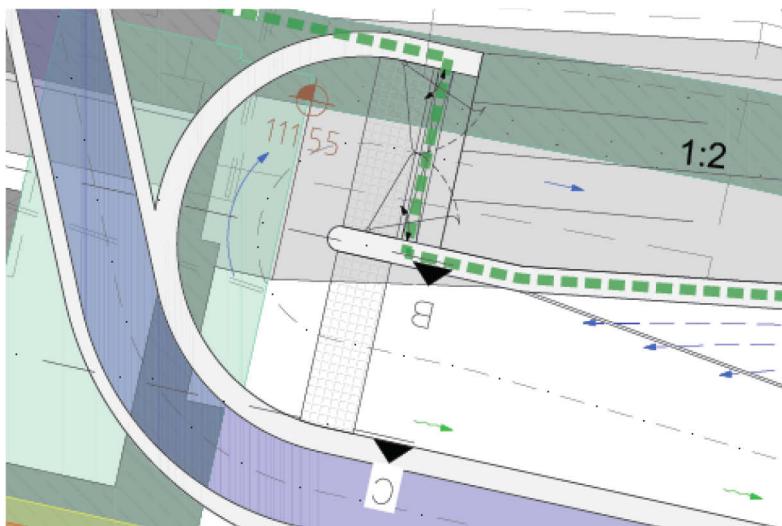


Bild 3: Skizze eines neuartigen Einstiegs in eine Fischaufstiegsanlage mit 180°-Umlenkung und zweiflügeligem Tor (Quelle: ARGE)

An die Einstiegsbereich schließen sich ein Verteilbecken mit Einrichtungen zur Wasserverteilung und mit Reusen- bzw. Vaki-Counter-Standorten etc. sowie der eigentliche FAA ins Oberwasser an. Der FAA wird als Schlitzpass ausgeführt und umgeht die Wasserkraftanlage.

Verifizierung der planerischen Überlegungen zur Einstiegsgestaltung

Um die konzeptionellen Überlegungen aus der Planung zu verifizieren, wurde der entwickelte FAA-Einstiegsbereich in ein gegenständliches Modell im Maßstab 1:5 der BAW integriert und dort die

verschiedenen Fragestellungen der Passierbarkeit betrachtet. Ein Schwerpunkt lag dabei in der Untersuchung der Zugabe des Dotationswassers in die FAA und der Beschreibung der Strömung im Umlenkbereich. Die gegenständlichen Modelluntersuchungen werden durch umfangreiche numerische 3-D-Modellierungen begleitet. Hierüber wird in *Fiedler (2016)* berichtet.

Zusätzlich werden die Erkenntnisse aus der Planung und den BAW-Modellversuchen mittels ethohydraulischer Untersuchungen bewertet, um die planerischen Überlegungen weiterentwickeln zu können und die Praxistauglichkeit soweit möglich bereits im Vorfeld verifizieren zu können (*Schütz (2016)*).

Ziel ist es dabei auch von allen Planungsbeteiligten, zum einen konkrete Lösungen für das anstehende Projekt zu finden und zum anderen generelle Baukastenlösungen zur Übertragung an andere Standorte zu entwickeln.

Literatur

- BAW/BfG (2015): Arbeitshilfe Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen (AH FAA), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Clay, C. (1995): Design of fishways and other fish facilities. 2nd Edition, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida (USA).
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (2014) (Hrsg.): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitäts-sicherung. In: DWA-Merkblätter (2014), M 509.
- Fiedler, G. (2016): Bauweisen für die beruhigte und gleichmäßig verteilte Durchströmung eines spitzwinkligen Dotationsbeckens. In: BAW und BfG „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, Karlsruhe.
- Heimerl, S.; Redeker, M.; Weichert, R.: Überlegungen zur Gestaltung von Einstiegen in Fischaufstiegsanlagen. In: Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen (2015), Heft 50, S. 521-530.
- Larinier, M.; Porcher, J. P.; Travade, F., Gosset, C. (1994): Passes à poissons - Expertises et conception des ouvrages de franchissement. Collection „Mise au point“, Conseil Supérieur de la Pêche, Paris, Frankreich, 336 p.
- Redeker, M. (2012): Anforderungen an die Auffindbarkeit nach deutschen und internationalen Regelwerken. In: BAW und BfG „Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit. Auffindbarkeit von Fischaufstiegsanlagen - Herausforderung, Untersuchungsmethoden, Lösungsansätze“, Karlsruhe.
- Schütz, C. (2016): Ethohydraulische Untersuchungen von BfG und BAW. In: BAW und BfG „Schlüsselfragen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Fischaufstieg“, Karlsruhe.
- Thorncraft, G., Harris, J. H. (2000): Fish Passage and Fishways in New South Wales: A Status Report. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology, Technical Report 1/2000, May 2000
- Weichert, R., Kampke, W.; Deutsch, L., Scholten, M. (2013): Zur Frage der Dotationswassermenge von Fischaufstiegsanlagen an großen Fließgewässern. WasserWirtschaft 1/2 2013, S. 33 - 38

Bauweisen für die beruhigte und gleichmäßig verteilte Durchströmung eines spitzwinkligen Dotationsbeckens

Gerrit Fiedler M.Sc., Bundesanstalt für Wasserbau

Einleitung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie fordert unter anderem auch die Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit in den Fließgewässern. Für die Umsetzung der hierfür notwendigen Maßnahmen an den Bundeswasserstraßen ist die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) zuständig. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) sind damit beauftragt, den Umsetzungsprozess zu beraten und wissenschaftlich zu unterstützen. Um den derzeitigen Wissensstand für den Bau von funktionstüchtigen Fischaufstiegsanlagen (FAA) (DWA 2014) an den Bundeswasserstraßen anwenden zu können, sind aufgrund der dort vorliegenden Umweltbedingungen und der daraus resultierenden fachlichen Ansprüche spezielle technische Lösungen notwendig. Eine wichtige Aufgabe ist hierbei, die Auffindbarkeit der Anlagen für die Fische in großen Flüssen sicherzustellen, wofür im Unterwasser des Einstiegs eine ausreichend starke Leitströmung (Q_{Leit}) notwendig ist (z. B. Weichert et al. 2013). Da an Stauanlagen großer Fließgewässer, an denen häufig eine Wasserkraftanlage betrieben wird, der Betriebsdurchfluss einer FAA (Q_{FAA}) für eine gute Auffindbarkeit in der Regel nicht ausreicht, muss im Einstiegsbecken der FAA zusätzliches Wasser hinzugeführt werden. Die Zugabe dieses Wassers wird Dotation (Q_{Dot}) genannt und findet in sogenannten Dotationsbecken statt (Bild 1).

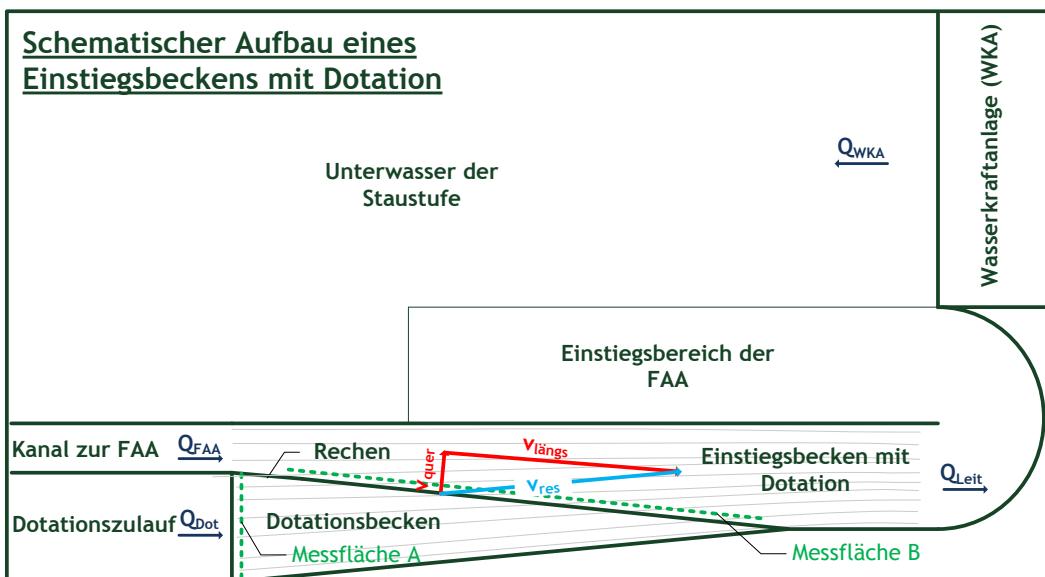


Bild 1: Schematischer Aufbau eines Einstiegsbeckens mit Dotation und spitzwinkligem Dotationsbecken. Am Rechen ist die resultierende Fließgeschwindigkeit der Dotationsströmung mit den zugehörigen quer- und längs Komponenten zum Rechen dargestellt (Draufsicht)

Der vorliegende Beitrag stellt Untersuchungsergebnisse aus einem BAW - Forschungsprojekt zur Dimensionierung von Sonderbauwerken in FAA vor. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wird unter anderem untersucht, wie die Dotation im Einstiegsbecken von Fischaufstiegsanlagen technisch umgesetzt werden kann. Hierfür wurde ein Einstiegsbecken mit einem spitzwinklig angeordneten Dotationsrechen in einem gegenständlichen Modell untersucht (Bild 1). Die Bauweise des Dotationszulaufs wurde hinsichtlich einer beruhigten und gleichmäßigen Anströmung des Rechens bzw. Durchströmung des Dotationsbeckens untersucht, damit die Passierbarkeit im Einstiegsbecken sichergestellt werden kann und aufsteigende Fische durch die Dotationsströmung nicht abgelenkt oder sogar verdriftet werden.

Anforderungen an Einstiegs- und Dotationsbecken

Im Allgemeinen können die Anforderungen an Einstiegsbecken (mit Dotation) und Dotationsbecken (Bild 1) in hydraulische und bautechnische Anforderungen unterteilt werden. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben, um den Stand des Wissens und offene Fragen in diesem Gebiet darzustellen.

Durch die hydraulischen Anforderungen an Einstiegs- und Dotationsbecken wird sichergestellt, dass das Dotationswasser in einer Art und Weise dem Betriebswasser der FAA zugeführt wird, dass die Passierbarkeit im Einstiegsbecken nicht eingeschränkt wird. Das DWA Merkblatt 509 (DWA 2014) fordert eine ausreichende Dimensionierung der Becken, um Grenzwerte für die Fließgeschwindigkeit und den Turbulenzgrad einzuhalten. Es nennt eine maximale Fließgeschwindigkeit von $v_{max} \approx 0,4 \text{ m/s}$ für eine gleichgerichtete Strömung durch eine mechanische Barriere, wie z. B. einen Feinrechen. Des Weiteren wird empfohlen, die Dotationszugabe in Form eines Strahls zu vermeiden, weil dadurch das Schwimmvermögen von Fischen überfordert werden könnte. Diese Informationen geben erste Hinweise für eine angestrebte Hydraulik in Einstiegsbecken mit Dotation, stellen aber keinen ausreichenden Erfahrungs- oder Wissenstand für eine einheitliche Herangehensweise dar.

Der genannte Grenzwert $v_{max} \approx 0,4 \text{ m/s}$ kann auf zwei Weisen verstanden werden. Zum einen kann er als resultierende Fließgeschwindigkeit (v_{res}) aufgefasst werden. In DWA (2014) sind jedoch für die „mittlere Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor“ Grenzwerte angegeben, welche 1,5- bis 3,75-fach höher sind (bei Strecken zwischen 10 m und 25 m), als $v_{max} \approx 0,4 \text{ m/s}$. Aus diesem Grund wurde angenommen, dass der angegebene Grenzwert auf die orthogonale Vektorkomponente zum Rechen (v_{quer}) bezogen werden kann. Denn es scheint plausibel, dass bei der vorliegenden Anordnung die Querkomponente der resultierenden Geschwindigkeit den primären Ablenkungseffekt für die Fische darstellt. Auf dieser Annahme beruhend, wurde die Fläche des hier betrachteten Rechens so bemessen, dass sich v_{max} bei gegebenen Durchfluss und orthogonaler Durchströmung als resultierende Strömungsgeschwindigkeit einstellen würde. Aufgrund der spitzwinkligen Durchströmung, stellt sich v_{max} jedoch für die Querkomponente ein (Bild 1). Die tatsächliche resultierende Strömungsgeschwindigkeit wird im Rahmen der Grenzwerte für die „mittlere Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor“ eingehalten.

Die bautechnischen Anforderungen an Einstiegs- und Dotationsbecken ergeben sich in erster Linie aus den oben beschriebenen hydraulischen Anforderungen und dem zur Verfügung stehenden Platz. Da bei der nachträglichen Errichtung von FAA an Staustufen in der Regel wenig Platz zur Verfügung steht, sind kompakte Bauweisen Voraussetzung (Heimerl 2016). Das Dotationswasser wird häufig mittels einem Rohr-, Schacht- oder Kanalsystem dem Oberwasser entnommen und aufgrund der räumlichen Enge unter der eigentlichen FAA zum Einstiegs-/Dotationsbecken geführt. Hier muss das Dotationswasser aus dem unterirdischen Zulaufsystem mit einem geeigneten Beruhigungsbauwerk in das Dotationsbecken auf FAA-Sohlniveau geführt werden. Grundlegend eignen sich hierfür zwei verschiedene Strategien. Zum einen kann das Wasser aus dem Dotationszulauf mit einer geeigneten Maßnahme im Dotationsbecken beruhigt werden. Diese Möglichkeit bietet sich dann an, wenn unter der FAA wenig Platz zur Verfügung steht, im Bereich des Dotationsbeckens jedoch die Möglichkeit besteht, das Wasser zu beruhigen. Die zweite Möglichkeit ist, das Wasser mit einer günstigen Strömungsführung (z. B. mit Leitblechen) und geringer Turbulenz in das Dotationsbecken zu führen, wobei keine zusätzliche Beruhigung notwendig ist. Diese Lösung ist sinnvoll, wenn im Bereich des Dotationsbeckens aufgrund räumlicher Enge keine Beruhigungsmöglichkeit besteht oder im Zulaufsystem ein geringer Energieverlust angestrebt wird (z. B. bei Betrieb einer Dotierturbine). Sowohl für ein geeignetes Beruhigungssystem als auch für eine vorteilhafte Strömungsführung ist es notwendig, eine wartungsarme Konstruktion einzusetzen, damit eine mögliche Verklausung des Sonderbauwerks vermieden wird.

Gegenständliche Modellversuche an der BAW

Im Rahmen des oben beschriebenen Forschungsprojektes wurde ein spitzwinkliges Dotationsbecken im Hinblick auf die Rechenabströmung und den Zulauf in einem gegenständlichen Modell untersucht. Das Froude-Modell bildet den Planungszustand einer Pilot-Anlage von BfG und BAW an der Staustufe Wallstadt am Main im Maßstab 1:5 ab (Heimerl 2016). Das untersuchte Einstiegsbecken mit Dotation (Bild 1) besteht aus einem etwa 1,5 m breiten Anschlusskanal durch welchen der FAA-Betriebsabfluss von etwa $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ fließt (alle Angaben in Naturgrößen). Dieser Kanal weitet sich über 14 m auf eine Breite von 3 m auf, während hier in Hauptströmungsrichtung bis zu $6 \text{ m}^3/\text{s}$ Dotationswasser über einen Horizontalfeinrechen hinzugegeben werden. Der spitze Winkel zwischen Rechen und Dotationsbecken beträgt ca. 10° . Die Rechenfläche wurde nach Vorgaben der BfG so bemessen, dass die Querkomponente der Rechenströmung aufgrund von Forschungsvorhaben $0,2 \text{ m/s}$ beträgt (vgl. Schütz 2016).

Um die Funktion eines spitzwinklig angeordneten Dotationsbeckens hinsichtlich einer gleichmäßig verteilten Durchströmung zu untersuchen, wurde der Zulauf zunächst mit einer labortechnischen Beruhigung im Dotationszulauf betrieben. Anschließend wurden Bauweisen für Dotationszuläufe in Form einer Rampe (mit und ohne wabenförmigen Gleichrichter: Wabendurchmesser 0,1 m, Tiefe 1 m) und einer Sohlstufe (mit und ohne Leitbleche nach Idelchik 2008) untersucht. Die getesteten Dotationszuläufe wurden an einen horizontalen Rohrkrümmer angeschlossen, um reale Randbedingungen zu simulieren (Bild 2). In zwei Nebenversuchen wurde der Rohrkrümmer durch eine gerade Rohreinströmung ersetzt, um den Einfluss dieser Randbedingung zu untersuchen.

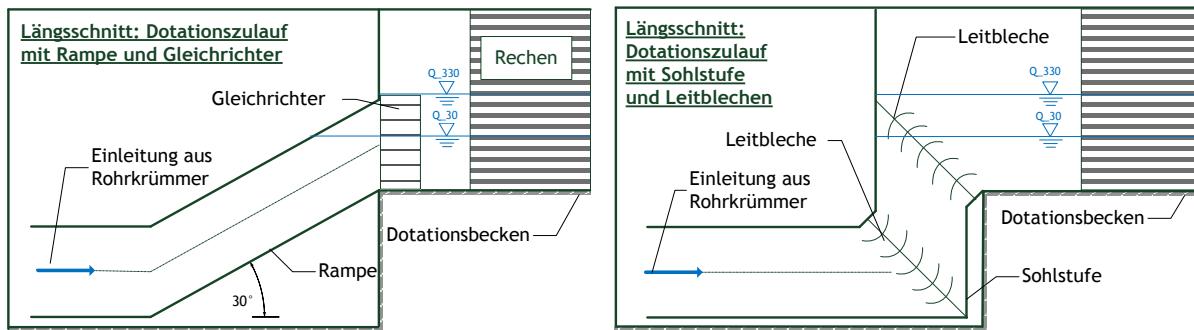


Bild 2: Skizze der untersuchten Bauweisen für Dotationszuläufe in Form einer Rampe und einer Sohlstufe (Längsschnitt)

Für die Untersuchung der Strömung wurden ADV-Messungen in Messfläche A (Einströmung ins Dotationsbecken) und Messfläche B (Rechenabströmung) durchgeführt (Lage der Messflächen in Bild 1). Bei dem Versuch mit dem wabenförmigen Gleichrichter wurde Messfläche A um die Tiefe des Gleichrichters in Strömungsrichtung versetzt.

Die Messergebnisse der durchgeführten Versuche sind in Bild 3 dargestellt. Der Versuch mit der labortechnischen Beruhigung im Dotationszulauf zeigt, dass die Einströmung im Zulauf und beinahe die gesamte Rechenfläche mit etwa 1 m/s gleichmäßig durchströmt wird. Eine weitere Analyse der Rechenströmung hat gezeigt, dass der Bemessungswert von 0,2 m/s für die Querkomponenten flächendeckend eingehalten wird. Der kleine langsam strömende Teil im rechten Bereich der Rechenabströmung wird durch die Aufweitung/Einengung der Kanalquerschnitte und damit verbundenen Ablösungen hervorgerufen.

Bei Einsatz der Rampe (ohne Gleichrichter) tritt bei der Einströmung ins Dotationsbecken eine drehende Strömung mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit in den Außenbereichen auf. Durch Nebenversuche konnte nachgewiesen werden, dass dieses Phänomen durch die Abströmung des Rohrkrümmers in Kombination mit der Rampe hervorgerufen wird. Die Rechenabströmung zeigt trotz der ungleichmäßigen Zulaufströmung eine gleichmäßige Verteilung. Der gleiche Versuch mit Gleichrichter ist in der darunter liegenden Abbildung in Bild 3 dargestellt. Es zeigt sich, dass der Gleichrichter die zuvor drehende Strömung in eine gerade Strömung umändert. Die inhomogene Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten wird nur leicht abgeschwächt. Bei der Rechenabströmung tritt im Vergleich zu den vorherigen Versuchen eine ungleichmäßige Verteilung mit erhöhten Geschwindigkeiten an der Sohle und im linken Bereich auf. Bei dem beschriebenen Nebenversuch zeigte die Rampenbauweise eine bessere Einströmung ins Dotationsbecken, wenn der Rohrkrümmer nicht angeschlossen ist (nicht dargestellt).

Der Versuch mit der Sohlstufe (ohne Leitbleche) zeigt, dass das Wasser durch die zweifache Umlenkung in Form eines schrägen und leicht drehenden ebenen Strahls in das Dotationsbecken einströmt. Die Abströmung des Rechens ist dagegen gleichmäßig verteilt. Bei zusätzlicher Strömungsführung durch Leitbleche ist die Einströmung ins Dotationsbecken gerade, aber durch einen runden Strahl charakterisiert. Es konnte durch einen Nebenversuch gezeigt werden, dass der Strahl durch den Rohrkrümmer verursacht wird und durch die Leitbleche mitgeführt wurde. Die

Rechenabströmung ist ungleichmäßig und weist erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten im linken Bereich auf. Bei dem beschriebenen Nebenversuch zeigte die Sohlstufe mit Leitblechen eine gute gleichmäßig verteilte Einströmung, wenn der Rohrkrümmer nicht angeschlossen ist (nicht dargestellt).

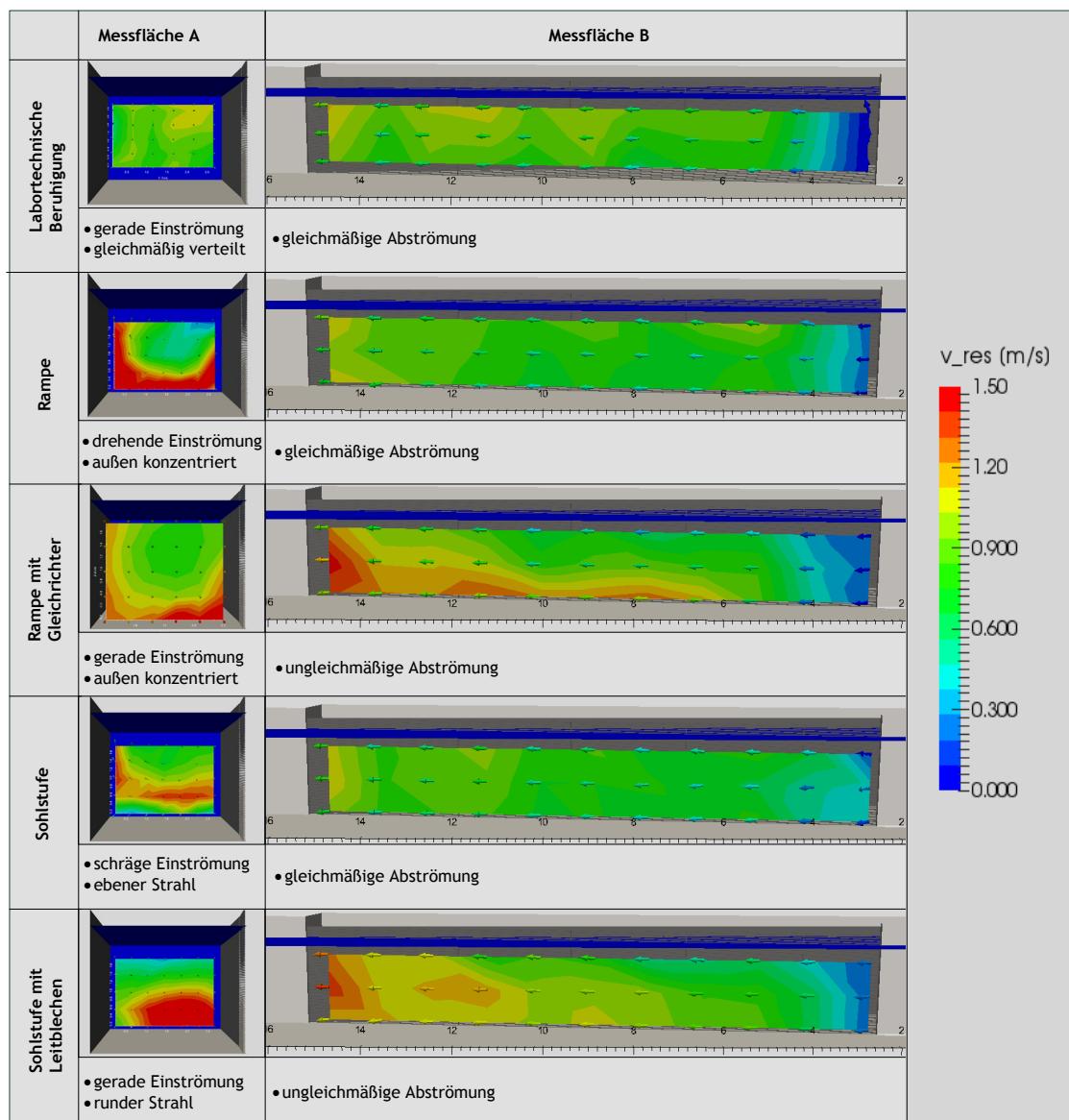


Bild 3: Gemittelte Strömungsgeschwindigkeiten von Messfläche A links (Blickrichtung gegen die Strömungsrichtung) und Messfläche B rechts (Hauptströmungsrichtung von rechts nach links) bei verschiedenen Zulaufbauweisen.

Fazit

Der Versuch mit der labortechnischen Beruhigung des Dotationszulaufes zeigt, dass das untersuchte spitzwinklige Dotationsbecken bei gerader und gleichmäßiger Einströmung ins Dotationsbecken auch eine gleichmäßige Rechenabströmung aufweist. Des Weiteren konnte festgestellt

werden, dass bei diesem Zustand die Bemessungsgeschwindigkeit für die Querkomponente von 0,2 m/s eingehalten wird.

Die Versuche mit den verschiedenen Dotationszulaufbauweisen wurden mit dem Ziel durchgeführt, möglichst kompakte Bauweisen zu finden, die eine gerade und gleichmäßige Einströmung ins Dotationsbecken sicherstellen. Bei gerader Rohreinströmung (ohne Rohrkrümmer) konnte mit einer untersuchten Bauweise, ähnlich wie unter Laborbedingungen, eine gerade und gleichmäßige Einströmung ins Dotationsbecken erreicht werden (Sohlstufe mit Leitblechen). Die dargestellten Ergebnisse und die beschriebenen Nebenversuche zeigen, dass die Abströmung des Rohrkrümmers einen deutlichen Einfluss auf die Einströmung ins Dotationsbecken hat. Tritt eine ungleichmäßige aber nicht gleichgerichtete Einströmung ins Dotationsbecken auf (Rampe ohne Gleichrichter und Sohlstufe ohne Leitbleche) wirkt sich der 3D-Effekt des Rohrkrümmers nicht auf die Rechenabströmung aus. Tritt jedoch eine ungleichmäßige aber gleichgerichtete Einströmung ins Dotationsbecken auf (Rampe mit Gleichrichter und Sohlstufe mit Leitbleche), wirkt sich dies negativ auf die Rechenabströmung aus. Dieser Effekt scheint damit zusammenzuhängen, dass die Reichweite eines Strahles verkürzt wird, wenn eine gewisse Vermischung im Wasser stattfindet.

Rückschließend bedeutet dies für die Bauweise von Dotationszuläufen, dass die Randbedingung aus dem Rohrsystem mitbetrachtet werden muss. Kann ausgeschlossen werden, dass 3D-Effekte eintreten, kann mit den untersuchten Bauweisen eine gleichmäßige Rechenabströmung und damit die Einhaltung eines Bemessungswertes erreicht werden. Ist jedoch mit 3D-Effekten aus dem Rohrsystem zu rechnen, scheint sich eine gewisse Verwirbelung und Vermischung der ungleichmäßigen Einströmung besser auszuwirken als eine gleichgerichtete ungleichmäßige Strömung. Die untersuchten Bauweisen sollten das Entstehen von Turbulenz im Dotationszulauf mittels zusätzlichen Strömungsführungen bewusst unterbinden. Da die Messergebnisse zeigen, dass Effekte aus dem Rohrsystem eine wichtige Rolle spielen, sollte in Zukunft auch untersucht werden, inwieweit kompakte Bauweisen mit gezielter Energiedissipation eine beruhigte und gleichmäßige Durchströmung von spitzwinkligen Dotationsbecken sicherstellen können.

Zudem sind weitere Erkenntnisse über das Fischverhalten im Bereich der Rechenabströmung notwendig, damit die Strömung besser bewertet werden kann. Dies betrifft beispielsweise die Frage, ob gemittelte Strömungsgeschwindigkeiten ausreichen, um eine Strömung für die Fischpassierbarkeit zu beurteilen. Zudem ist für den hier betrachteten Inhalt interessant, ob auch kleinere Rechen anwendbar sind, da der untersuchte Rechen mit einer Bemessungsgeschwindigkeit von 0,2 m/s großzügig bemessen ist. Diese Fragestellung ist unter anderem Gegenstand der momentan laufenden ethohydraulischen Versuche, welche von BfG und BAW durchgeführt werden (Schütz 2016).

Literatur

DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (2014): Merkblatt 509 Fischaufstiegsanlagen und Fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung.

Heimerl, S. (2016): Anordnung und Gestaltung der Einstiege in Fischaufstiegsanlagen – Herausforderungen an die Planung, in: Kolloquiumsreihe der BAW und BfG „Schlüsselfragen bei der Gestaltung von Fischaufstiegsanlagen“.

Idelchik, I. E. (2008): Handbook of Hydraulic Resistance. 6. Auflage, Jaico Publishing House, Mumbai.

Schütz, C. (2016): Ethohydraulische Untersuchungen von BfG und BAW, in: Kolloquiumsreihe der BAW und BfG „Schlüsselfragen bei der Gestaltung von Fischaufstiegsanlagen“

Weichert, R., Kampke, W., Deutsch, L., Scholten, M. (2013): Zur Frage der Dotationswassermenge von Fischaufstiegsanlagen an großen Fließgewässern. In: WasserWirtschaft ½, 2013, Seiten 33-38

Ethohydraulische Untersuchungen von BfG und BAW

Dr. rer. nat. Cornelia Schütz, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Dr.-Ing. Martin Henning, Bundesanstalt für Wasserbau

Einleitung, Hintergrund

Im Jahr 2000 wurde die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL - Richtlinie 2000/60/EG) verabschiedet. Ziel der WRRL ist unter anderem der gute ökologische Zustand von Bächen und Flüssen (vgl. auch WHG, BGBI. I S. 1474). Dazu ist es notwendig, dass Fische und andere Wasserlebewesen weitgehend ungehindert die Gewässer durchschwimmen können. Besondere Bedeutung kommt den großen Flüssen zu, die als vernetzendes Element zum Meer hin sowie für Gewässer kleinerer Ordnung untereinander dienen.

Aktuell ist die Durchgängigkeit durch zahlreiche Querbauwerke erheblich gestört (Feher et al. 2012). Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) plant daher im Rahmen ihrer hoheitlichen Aufgaben den Neu- und Umbau von Fischaufstiegsanlagen (FAA) an ca. 250 Standorten, um die großen Fließgewässer bundesweit für Fischwanderungen durchgängig zu machen (BMVBS 2012). Durch die Vernetzung der Lebensräume soll die Populationsentwicklung einheimischer Fischarten gefördert und die Entwicklung der ursprünglichen Referenzartengemeinschaften der Gewässer ermöglicht werden.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) übernehmen bei dem Bau der FAA als Fachoberbehörde des Bundesverkehrsministeriums (BMVI) die fachliche Beratung und Qualitätssicherung der gewässer- und fischökologischen (BfG) sowie der hydraulisch-bautechnischen (BAW) Aspekte.

Allerdings lassen sich nach gegenwärtigem Stand des Wissens und der Technik zahlreiche Fragestellungen zur Gestaltung der Anlagen nicht, oder nur mit großen Unsicherheiten beantworten (DWA 2014). BfG und BAW wurden daher vom BMVI mit einem Forschungs- und Entwicklungsprogramm (FuE Programm) hierzu beauftragt.

Um der Komplexität der Fragestellungen und Untersuchungsgegenstände gerecht zu werden, kommen im FuE Programm unterschiedliche methodische Ansätze zur Anwendung. Neben Freilandexperimenten an Pilotanlagen, Untersuchungen an physikalischen Modellen im Labor sowie numerischen Modellierungen sind ethohydraulische Versuche ein wesentlicher Bestandteil des Konzeptes.

Mit dem relativ neuen Untersuchungskonzept der Ethohydraulik existiert eine Methode, das Fischverhalten gleichzeitig unter reproduzierbaren Laborbedingungen sowie unter realen Randbedingungen (z.B. Hydraulik, Geometrien) zu untersuchen (Adam und Lehmann 2011). Die Methodik erlaubt es, das Verhalten von Fischen in unterschiedlichen baulichen und/oder hydraulischen Situationen direkt zu beobachten, wobei die Tiere ein auf reale Verhältnisse übertragbares Verhalten zeigen.

Untersuchungsgegenstand

An Querbauwerken muss die zügige Auffindbarkeit einer FAA als wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Passage sichergestellt werden (Castro-Santos und Haro, 2011). An den Bundeswasserstraßen ist hierzu an vielen Anlagen eine zusätzliche Wasserzugabe (Dotation) im unteren Bereich der FAA notwendig, um eine ausreichend große und damit besser auffindbare Leitströmung im Fluss zu erzeugen (Weichert et al. 2013). Während dadurch die Auffindbarkeit verbessert wird, kann es aber gleichzeitig dazu kommen, dass Fische, die das Zugabebecken nach dem Einstieg in die FAA durchschwimmen, von der Dotation abgelenkt werden, da diese ein Vielfaches des Betriebsdurchflusses der FAA betragen kann. Daher besteht das Risiko, dass eine durch die Dotation verbesserte Auffindbarkeit im Unterwasser gleichzeitig eine im Zugabebereich der FAA verringerte Passierbarkeit verursacht.

Das DWA Merkblatt M-509 (DWA 2014), das als technischer Stand des Wissens zum Bau von FAA gilt, gibt für die Größe und Ausgestaltung der Dotonationsbereiche keine konkreten hydraulisch-konstruktiven Bemessungsempfehlungen. Auch gibt es aktuell keine spezifischen Kenntnisse über die Wirkung dieser auf engem Raum begrenzten Zugabe großer Wassermengen auf die aufwandernden Fische. Die Orientierung der Fische wird kleinräumig von verschiedenen Strömungseigenschaften beeinflusst, wie beispielsweise Fließgeschwindigkeit, Abflussverhältnisse, Turbulenz (Silva et al. 2012, Standen et al. 2004). Während es eine gewisse Anzahl an allgemeinen Studien über die Passierbarkeit von FAA gibt (vgl. Bunt et al. 2012, Wolter und Schomaker 2014), gibt es nur sehr wenige Untersuchungen, die sich speziellen Bauteilen der FAA widmen, bzw. Zusammenhänge zwischen hydraulischen Parametern und Fischverhalten zum Thema haben (Lacey et al. 2012). Parsley et al. (2007) untersuchte die notwendigen Dimensionen von Engstellen (Schlitzen) in FAA anhand von Stören. Hard und Kynard (1997) konnten feststellen, dass Maifische Bereiche mit hohen Fließgeschwindigkeiten und Turbulenzen meiden. Cheong et al. (2006) fanden heraus, dass eine erfolgreiche Passage von Stören mit Fließgeschwindigkeit, Froude Zahl, Wassertiefe und Turbulenzintensität zusammenhängt. Weitere Hinweise auf die Bedeutung von Turbulenz, Scherspannung und Wirbelgrößen geben Williams et al. (2012). Die vorliegenden Erkenntnisse reichen aber bei Weitem nicht aus, um konkrete Planungsempfehlungen für den Bau der hydraulisch besonders komplexen Dotonationsbereiche zu geben. Für die in den Bundeswasserstraßen wesentlichen Fischarten fehlen solche Erkenntnisse vollständig.

Daher müssen Empfehlungen zur Bauweise, Zugabeart und Zugabegeschwindigkeit erarbeitet werden, die gewährleisten, dass Fische sich so orientieren können, dass sie die Dotonationsbereiche der FAA ohne unnötige Zeit- und Energieverluste passieren. Für die Fische, die auf dem Weg zu den Laichhabitaten FAA überwinden müssen, stellt dies eine wesentliche Voraussetzung für den Reproduktionserfolg dar (Hinch und Bratty 2000, Tudorache et al. 2008).

Versuchsrinne, Versuchsaufbau

In den ethohydraulischen Versuchen von BfG und BAW wird zunächst die Dotation durch einen seitlichen Horizontalrechen (Stababstand 15mm) untersucht. Anhand der Untersuchungen sollen konkrete Bemessungs- bzw. Gestaltungsempfehlungen für die Dationsbereiche (= Einsteigebereiche/-becken der FAA) entwickelt werden. Dafür müssen verschiedene Bemessungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Fischaufstiegsverhalten gegeneinander getestet werden.

An der BAW steht für diese Untersuchungen eine Versuchsrinne zur Verfügung, die 2,5 m breit, 1,8 m hoch und insgesamt 60 m lang ist. Die Pumpenleistung erlaubt Durchflüsse bis zu $1\text{m}^3/\text{s}$. Die Rinne ist beidseitig verglast, wobei für die aktuellen Versuche eine Seite blickdicht beklebt wurde um den notwendigen Kontrast für Videoaufnahmen zu gewährleisten. Die Hydraulik kann durch Variationen der Geometrien und der Zugabegeschwindigkeiten unterschiedlich eingestellt werden.

Es werden die Auswirkungen zweier Parameter auf die Passierbarkeit des Dationsbereiches untersucht:

1) Zugabegeschwindigkeit

Es ist bekannt, dass sich Fische ab bestimmten Fließgeschwindigkeiten positiv rheotaktisch ausrichten, um nicht stromab getrieben zu werden. Daraus wird abgeleitet, dass erst ab diesen „rheoaktiven Geschwindigkeiten“ die Fische entgegen der Strömung stromaufwärts schwimmen (DWA 2014). Demzufolge wäre bei Überschreiten der „rheoaktiven Geschwindigkeiten“ am Rechen eine Desorientierung bzw. Fehlleitung des Fisches in Richtung Rechen zu befürchten. Um den Einfluss dieser Größe abzuklären, sollen zwei verschiedene Fließgeschwindigkeiten am Rechen (Zugabegeschwindigkeit der Dotation, orthogonal zum Rechen) gegeneinander getestet werden:

- Variante 0,2 m/s - niedrige Geschwindigkeit in Anlehnung an die niedrige rheotaktische Reaktion adulter Cypriniden
- Variante 0,4 m/s - hohe Geschwindigkeit (Überschreitung der hohen rheotaktischen Reaktion von Salmoniden bei 0,3 m/s).

2) Zuströmung aus der FAA

Um die Fische besser durch den Dationsbereich und in das sich oberhalb anschließende Becken der FAA zu leiten, könnte die Fließgeschwindigkeit aus diesem Becken erhöht werden. Zu hohe Fließgeschwindigkeiten können sich jedoch auch negativ auf schwimmschwache Arten oder kleinere Fische auswirken, die dann den Übergang zum nächsten FAA-Abschnitt nicht mehr erreichen. Um dies abzuklären soll die Fließgeschwindigkeit am Übergang zwischen Dationsbereich in das folgendem Becken der FAA variiert werden:

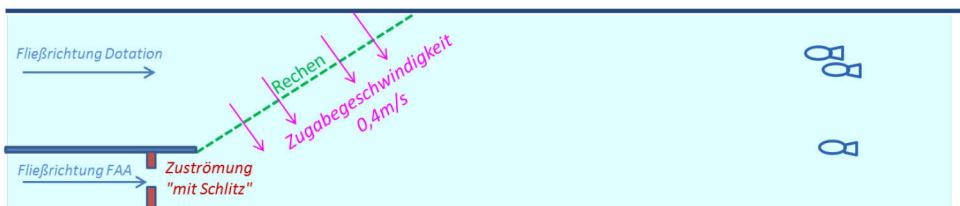
- Variante "schnell; mit Schlitz" - durch Einbau einer Verengung wird eine höhere Fließgeschwindigkeit eingestellt, mit der das Wasser in den Dationsbereich strömt (ca. 1,2 m/s im Querschnitt des Schlitzes)

- Variante "langsam; ohne Schlitz" - der Einstrom des Wassers in das Becken erfolgt ohne Verengung, so dass nur eine geringe Fließgeschwindigkeit auftritt (ca. 0,3 m/s)

Die beiden Parameter werden in unterschiedlicher Weise miteinander kombiniert, um Effekte auseinander halten zu können. Je Versuch wird die „Zuströmung“ gleich gehalten (im Versuch 1 mit Schlitz, im Versuch 2 ohne Schlitz), während die „Zugabegeschwindigkeit“ zwischen 0,2 und 0,4m/s gewechselt wird. Bild 1 zeigt die Rinnenausprägungen im Versuch 1. Im Versuch 2 werden die gleichen Anordnungen aber ohne Schlitz untersucht.

Versuch 1

Ausprägung B



Ausprägung A

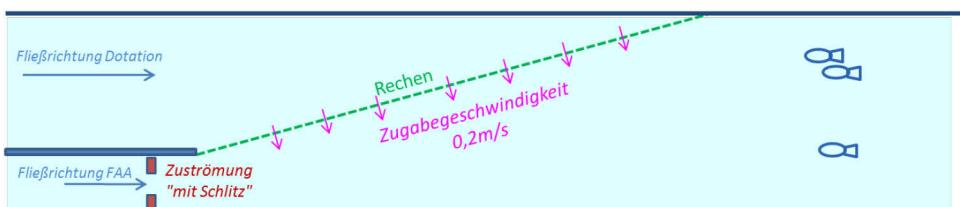


Bild 1: Kombinationen der Parametervarianten in Versuch 1

Versuchsdesign

Die Reaktion der Tiere wird sowohl manuell (Verlaufsprotokoll), als auch anhand gestoppter Durchwanderzeiten (an insgesamt 4 Linien) erfasst. Zudem werden von allen Versuchen mit 12 Kameras Videos erstellt, welche zu Dokumentationszwecken gespeichert und im Nachgang hinsichtlich der Fischbewegungen ausgewertet werden.

Für die statistische Auswertung wird ermittelt wie viele Fische bei der jeweiligen Ausprägung (A und B) den Rechenbereich bis zur Ziellinie passieren (Erfolg/Nichterfolg), und wie lange die individuellen Fische jeweils brauchen, um die Ziellinie (bzw. auch Teilabschnitte) zu überschwimmen (Dauer bis zum Ereignis).

Die Auswertung der Videoaufnahmen wird in Zusammenhang mit der detaillierten hydraulischen Vermessung der Strömungsmuster beider Ausprägungen erfolgen. Aus der Zuordnung häufiger Verhaltensmuster zu den jeweils dort herrschenden hydraulischen Bedingungen lassen sich grundlegende Erkenntnisse ableiten. Diese werden dazu beitragen, dass die Ergebnisse aus den Versuchen auf konkrete Planungssituationen angewendet werden können.

Um die Anzahl benötigter Versuchsfische möglichst gering zu halten, gleichzeitig aber statistisch belastbare Ergebnisse zu erhalten, wird ein 2x2 Crossover-Design vorgesehen. Hierbei werden die Fische je Teilversuch zufällig auf zwei Gruppen (AB und BA) verteilt. Alle Tiere werden hinsichtlich ihres Verhaltens nacheinander mit beiden Ausprägungen untersucht (Untersuchungen 1 und 2), wobei die Reihenfolge der Ausprägungen zwischen den beiden Gruppen vertauscht ist (vgl. Bild 2).

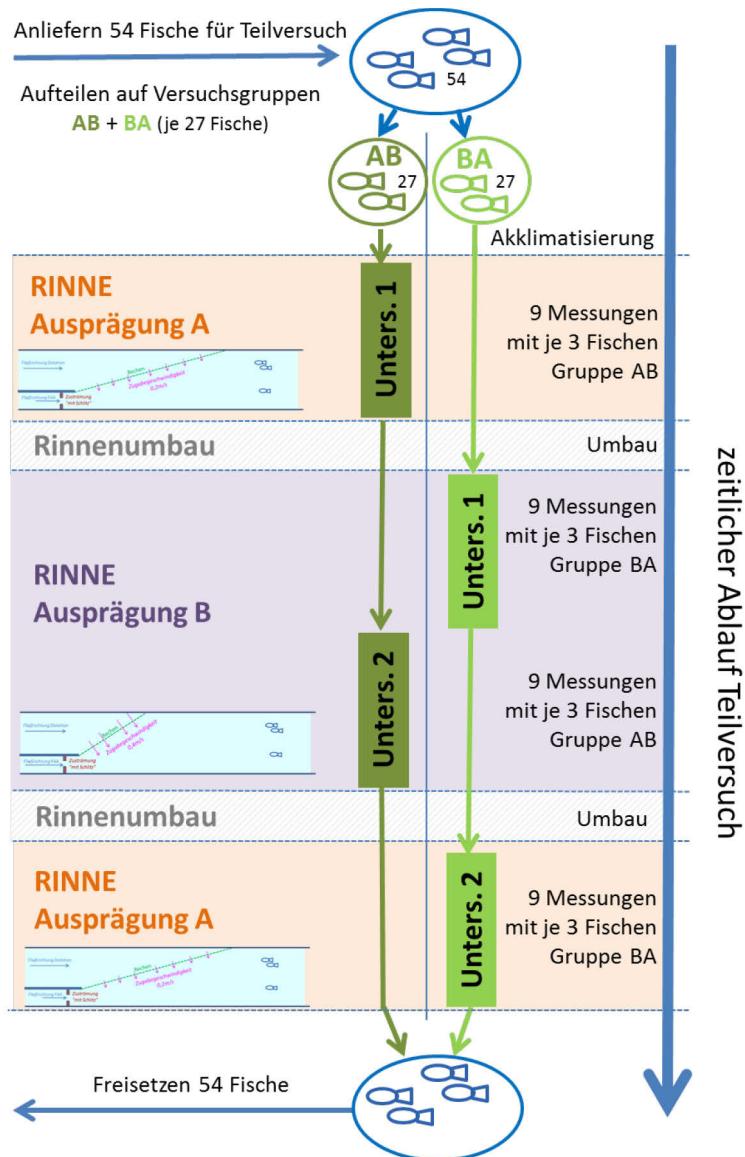


Bild 2: Ablauf und Zeitplan eines Teilversuches im Crossover-Design

Da beide Ausprägungen an denselben Fischen untersucht werden, wird der Grad der Streuung (intraspezifische Varianz) erheblich gemindert, wodurch sich die Anzahl der insgesamt benötigten Fische deutlich reduziert. Allerdings dürfen bei diesem Versuchsdesign keine (gravierenden) "Carry over Effekte" und keine (gravierenden) "Sequenzeffekte" vorhanden sein (Wellek 2012). Dies wird durch das Versuchsdesign weitgehend ausgeschlossen.

Da verschiedene Arten vermutlich unterschiedlich sensibel auf die zu prüfenden Parameter reagieren, es aktuell aber nur wenige Erkenntnisse über Unterschiede des Verhaltens bei verschiedenen Fischarten gibt, werden mehrere Arten untersucht. Dies soll sicherstellen, dass die Erkenntnisse für die gesamte Bandbreite der Fischarten gelten, die in Bundeswasserstraßen von den FAA profitieren sollen.

In Tab. 1 werden die potenziell geeigneten und verfügbaren Fischarten aufgelistet und hinsichtlich verschiedener Kriterien eingestuft. Die ersten fünf Arten der Tabelle würden die Bandbreite der Kriterien gut abdecken. Es wird daher angestrebt mit diesen Arten zu arbeiten. Für die geplanten Untersuchungen ist es allerdings wichtig, Fische zu verwenden, die eine gewisse Wandermotivation aufweisen. Diese wird von zahlreichen internen und externen Faktoren beeinflusst (z.B. Wassertemperatur, Laichreife), so dass es nicht möglich ist, vorab zu entscheiden, wann mit welchen Fischarten der Tabelle gearbeitet werden kann.

Tabelle 1: potenzielle Fischarten für die Untersuchungen

		Wanderdistanz	Schwimmleistung	Wanderhorizont	Körperform (Längs-/Querachse)
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	mittel-lang	hoch bis sehr hoch	sohlnah	langgestreckt/ spindel- torpedoförmig
Bachforelle	<i>Salmo trutta f.</i>	mittel	hoch bis sehr hoch	mittel	langgestreckt/ spindel- torpedoförmig
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	kurz	mittel	mittel	gedrungen/ leicht hochrückig
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	kurz	gering bis mittel	oberflächennah	langgestreckt/ spindel- torpedoförmig
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	kurz	gering	sohlnah	langgestreckt/ rund
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	mittel-lang	hoch	sohlnah bis mittel	langgestreckt/ leicht hochrückig
Rapfen	<i>Leuciscus aspius</i>	mittel	mittel bis hoch	mittel bis ober- flächennah	langgestreckt/ spindel- torpedoförmig
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	kurz	mittel	mittel	gedrungen/ leicht hochrückig
Brasse	<i>Abramis brama</i>	kurz-mittel	mittel	mittel	gedrungen/ hochrückig, seitlich flach
Schneider	<i>Alburnoides bi- punctatus</i>	kurz	gering bis mittel	mittel	gedrungen/ leicht hochrückig

Erste Erkenntnisse

Das gewählte Versuchsdesign konnte erfolgreich umgesetzt werden. Es zeigt sich, dass erhebliche Unterschiede beim individuellen Verhalten bestehen und es aus diesem Grund sehr wichtig ist, genügend Tiere der gleichen Art zu beobachten, um zu allgemein gültigen Aussagen zu kommen. Zwar geben auch Einzelbeobachtungen interessante Einblicke in das Fischverhalten, die Erkenntnisse sollten aber nicht ungeprüft verallgemeinert werden.

Gleiches gilt für die Verhaltensweisen unterschiedlicher Arten. Auch hier gibt es gravierende Unterschiede, die zeigen, dass nicht ohne weiteres von Beobachtungen einer Art auf das Verhalten anderer Arten rückgeschlossen werden kann.

Es wird möglich sein, konkrete Planungsempfehlungen aus den Versuchen abzuleiten. Allerdings müssen dafür erst alle Ergebnisse aus den noch laufenden Untersuchungen abgewartet werden.

Literatur

- Adam, B. und Lehmann, B. (2011): Ethohydraulik - Grundlagen, Methoden und Erkenntnisse. Springer, Heidelberg.
- BMVBS (2012): Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen - Erläuterungsbericht zu Handlungskonzeption und Priorisierungskonzept. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn.
- Bunt, C.M., Castro-Santos, T. und Haro, A. (2012): Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. *River Research and Applications* 28(4): 457-478.
- Castro-Santos, T. und Haro, A. (2011): Applied Aspects of Fish Swimming Performance. In *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*. Edited by F. A.P.; Academic Press, San Diego, CA. pp. 1652-1663.
- Cheong, T. S., Kavvas, M. L. und Anderson, E. K. (2006): Evaluation of adult white sturgeon swimming capabilities and applications to fishway design. *Environ. Biol. Fishes* 77(2): 197-208.
- DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.
- Feher, J., Gaspar, J., Szurdine, K., Kiss, A., Austnes, K., Globenvik, L., Kirn, T., Peterlin, M., Stein, U., Spiteri, C., Prins, T., Laukkonen, E., Heiskanen, A.S., Semerádová, S., Künitzer, A. (2012): Hydromorphological alterations and pressures in European rivers, lakes, transitional and coastal waters. VITUKI, NIVA, IWRS, Ecologic, Ecologic Institute, Stichting Deltares, SYKE, CENIA, Prague.
- Hard, A. und Kynard, B. (1997): Video evaluation of passage efficiency of American shad and sea lamprey in a modified Ice Harbor fishway. *North American Journal of Fisheries Management* 17(4): 981-987.

- Hinch, S.G. und Bratty, J. (2000): Effects of swim speed and activity pattern on success of adult sockeye salmon migration through an area of difficult passage. *Transactions of the American Fisheries Society* 129(2): 598-606.
- Lacey, R. W. J., Neary, V. S., Liao, J. C., Enders, E. C. und Tritico, H. M. (2012): The IPOS framework: linking fish swimming performance in altered flows from laboratory experiments to rivers. *River Research and Applications* 28(4): 429-443.
- Parsley, M. J., Wright, C. D., van der Leeuw, B. K., Kofoot, E. E., Peery, C. A. und Moser, M. L. (2007): White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) passage at the Dalles Dam, Columbia River, USA. *Journal of Applied Ichthyology* 23(6): 627-635.
- Silva, A.T., Santos, J.M., Ferreira, M.T., Pinheiro, A.N. und Katopodis, C. (2011): Effects of water velocity and turbulence on the behaviour of Iberian barbel (*Luciobarbus bocagei*, Steindachner 1864) in an experimental pool-type fishway. *River Research and Applications* 27(3): 360-373.
- Standen, E. M., Hinch, S.G. und Rand, P. S. (2004): Influence of river speed on path selection by migrating adult sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61(6): 905-912.
- Tudorache, C., Viaene, P., Blust, R., Vereecken, H. und de Boeck, G. (2008): A comparison of swimming capacity and energy use in seven European freshwater fish species. *Ecol. Freshw. Fish* 17(2): 284-291.
- Weichert, R., Kampke, W., Deutsch, L. und Scholten, M. (2013): Zur Frage der Dotationswassermenge von Fischaufstiegsanlagen an großen Fließgewässern. *WasserWirtschaft* 1(2): 33-38.
- Wellel, S.B. (2012): Vom richtigen Umgang mit dem Crossover-Design in klinischen Studien. *Deutsches Ärzteblatt* 109(15): 276-281.
- Williams, J. G., Armstrong, G., Katopodis, C., Larinier, M. und Travade, F. (2012): Thinking like a fish: a key ingredient for development of effective fish passage facilities at river obstructions. *River Research and Applications* 28(4): 407-417.
- Wolter, C. und Schomaker, C. (2014): Principal considerations for efficient fish-passage at dams. 10th International Symposium on Ecohydraulics 2014, Trondheim: Norwegian University of Science and Technology: 4.

Wenn die Fische Aufzug fahren – der Fischlift in der Neumühle an der Unterer Argen

- Aus der Sicht der Genehmigungsbehörde von der ersten Idee bis hin zum Betrieb -

Dipl.-Ing. Johann Rupp, Landratsamt Ravensburg

Einleitung

Der Betreiber der Wasserkraftanlage „Neumühle“ an der Unterer Argen kam im Sommer 2012 auf die Behörde zu, anstatt eines technischen Fischpasses, einen innovativen Fischlift zu bauen. Der Fischlift, der von der Firma Baumann Hydrotec GmbH & Co. KG und dem Ing. Büro Hydro-Energie Roth GmbH entwickelt und gebaut wurde, soll sich ohne mechanische Einrichtungen nur hydraulisch heben und senken und sicherstellen, dass wanderwillige Fische das Stauwehr in Richtung Oberwasser passieren können. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen Fischaufstiegsanlagen ist der geringe Platzbedarf und der geringe Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Liftsystemen. Da dies während des Planfeststellungsverfahrens zum Ausbau und Modernisierung der Wasserkraftanlage Neumühle mit einer herkömmlichen Fischaufstiegshilfe geschah, soll der folgende Bericht die Umsetzung von der Idee bis hin zur Inbetriebnahme aus Sicht der Genehmigungsbehörde aufzeigen.

Beschreibung der Argen

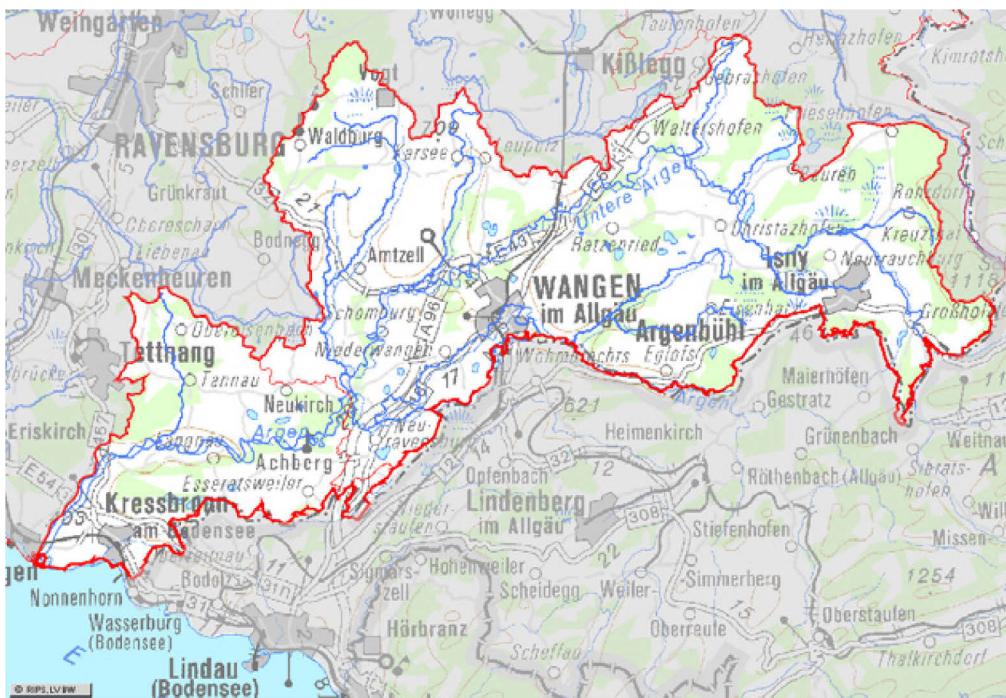


Bild 1: EZG Wasserkörper Argen TBG 10, Auszug WRRL (LUBW)

Die Argen entspringt im Allgäu und ist in ihrem Oberlauf zweigeteilt in die Obere und die Untere Argen. Diese beiden Arme umfließen beidseitig die Große Kreisstadt Wangen im Allgäu und vereinen sich in Höhe des Wangener Stadtteils Neuravensburg in der Nähe der Talbrücke der A 96 zur Vereinigten Argen. Dieser gemeinsame Flusslauf hat eine Länge von 23,2 km bis zur Mündung in den Bodensee. Das Einzugsgebiet der Vereinigten Argen beträgt ca. 65 km².

Die **Untere Argen** entspringt östlich von Missen-Wilhams im Allgäu. Die Länge beträgt, gerechnet ab dem Zusammenfluss mit der Oberen Argen, 68,4 km. Das Einzugsgebiet beträgt ca. 368 km².

Die **Obere Argen** entspringt nordwestlich von Oberstaufen im Allgäu, sie fließt kurz danach durch den bekannten Eistobel. Die Länge beträgt oberhalb des Zusammenflusses 49,5 km. Das Einzugsgebiet beträgt ca. 222 km².

Das gesamte Einzugsgebiet des Gewässersystems „Argen“ beträgt ca. 655 km². Die Argen mündet bei Langenargen als drittgrößter Zufluss in den Bodensee.

In Baden-Württemberg ist die Argen ein Gewässer I. Ordnung, in Bayern ein Gewässer III. Ordnung mit dem Zusatz „Staatlich anerkannter Wildbach“. Sowohl die Obere Argen, als auch die Untere Argen bilden teilweise die Landesgrenze zwischen Bayern und Baden-Württemberg.

Die Wasserkraftanlage Neumühle befindet sich an der Unteren Argen bei km 23,5 sie ist somit 46,75 km von der Mündung in den Bodensee entfernt.

Hydrologie und Mindestwasserversuch

Die Bemessungsdaten sind vom Landespegel Beutelsau abgeleitet, der ca. 9,6 km unterhalb der Anlage Neumühle existiert. In der von 1922 -2005 aufgeführten Pegelstatistik ergeben sich die auf die Wasserkraftanlage bezogenen Werte MQ = 8,38 m³/s, MNQ = 2,06 m³/s, HQ1 = 32,9 m³/s und HQ100 = 226 m³/s. Das Einzugsgebiet an der Wasserkraftanlage beträgt ca. 255 km².

Für die Festlegung der Mindestwassermenge wurde bereits am **08.11.2007** ein **Orientierungsversuch** im Beisein der Fischereibehörde, mit verschiedenen Wasserabflüssen entsprechend dem Wasserkrafterlass Baden-Württemberg durchgeführt. Als Orientierungswert für den Versuch ist von 1/3 MNQ = 0,687 m³/s auszugehen. Die Werte 1/6 MNQ = 0,343 m³/s; 1/2 MNQ = 1,03 m³/s;

Im Dotationsversuch konnten 426 l/s; 964 l/s und 1018 l/s mit Salz Tracer Messung ermittelt werden.

Für die weiteren Planungen wurden schließlich 450 l/s und 900 l/s als Mindestwassermenge jeweils halbjährig festgelegt. Und zwar vom:

01.Oktober – 30. April	900 l/s
01. Mai – 30.September	450 l/s

Vorplanung / Vorgeschichte

Zur Überwindung der 5 m hohen Wehranlage sollten mind. 250 l/s über die Fischtreppe abfließen, wegen des Höhenunterschieds kam nur ein techn. Fischpass, z. B Vertical-Slot, in Frage.

Aufgrund des ungünstigen Verhältnisses, dem Bedarf an Mindestwasser in der 800 m langen Ausleitungsstrecke und der Fischtreppe wurde vom Planer schnell eine sog. Restwasserturbine in die Planungsüberlegungen einbezogen, um die Mindestwassermenge noch energetisch nutzen zu können.

So wurde 2009 erstmalig ein Antrag zur Bewilligung gestellt.

Die Konzeption sah folgende Umbaumaßnahmen vor:

- Rückbau der bestehenden 2 Einzelturbinen mit 5,2 m³/s
- Bau einer neuen Wasserkraftanlage direkt an der Argen mit einer Ausbauwassermenge von 8,0 m³/s mit P = 400 kW, N = 6,5 m
- Umbau des Einlaufbauwerkes für eine Wasserentnahmemenge von 9,2 m³/s
- Bau eines horizontalen Einlauffrechens mit 15 mm Stabweite an der Wasserfassung
- Bau einer Restwasserturbine am Einlauf mit QA = 1,2 m³/s, P = 45 kW, N = 4,8 m
- Fischaufstieg und Fischabstieg mit Q = 0,25 m³/s am Wehr
- Für den ca. 5,0 m hohen Höhenunterschied wurde eine 86,00 m lange Fischtreppe als Vertical-Slot Fischaufstieges mit 32 Becken konzipiert
- Gesamtjahresproduktion ca. 2.700.000 kWh

Nach internen Umplanungen und den erforderlichen Behördenabstimmungen konnte die Anlage Mitte 2013 mit einem Vertical-Slot Fischpass genehmigt werden.

Umsetzung der Idee des innovativen Fischliftes

Während des Genehmigungsverfahrens, kam der Betreiber mit der Idee, einen innovativen Fischlift zu bauen, auf die Behörde zu. In **einem 1. Behördetermin am 31. Juli 2012** wurde auf dem Firmengelände der Baumann Hydrotec GmbH & Co. KG, mit einem Modell 1: 10 aus durchsichtigen Kunststoffröhren und Aquariumpumpen eine Vorführung der Funktionsweise demonstriert. In einem wasserdurchflossenen Lift, ähnlich einer Schleuse, sollen Fische, die von unten nach oben wandern wollen, den Höhenunterschied überwinden. Innovativ deshalb, weil das Heben und Senken hydraulisch funktioniert. Mit Hilfe des einströmenden Wassers hebt sich ein zylindrischer Schwimmkörper von der unteren Einstiegsöffnung zur oberen Ausstiegsöffnung. Nach überzeugender Vorstellung und intensiven Diskussionen kam man zum Ergebnis, dass dieses System funktionieren könnte.

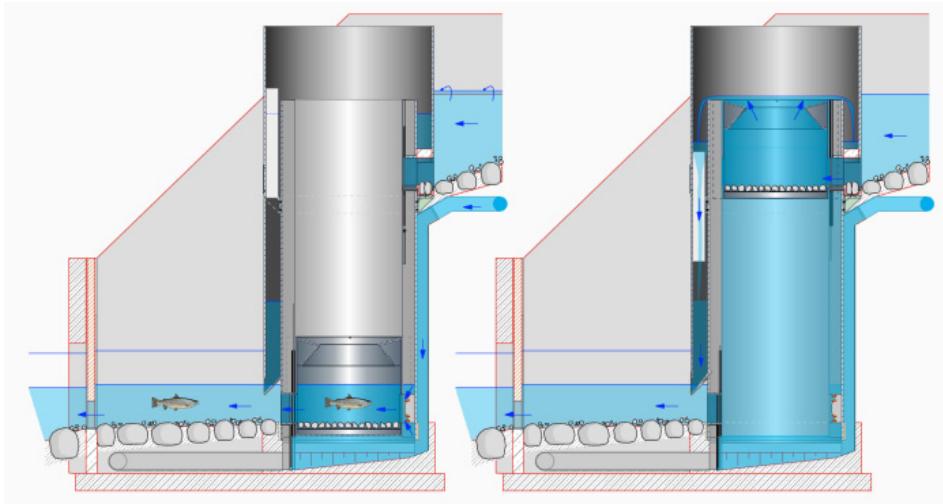


Bild 2: Funktionsschema Fischlift (Hydro-Energie Roth GmbH)

Erste Überlegungen zum Anforderungsprofil wurden diskutiert. Der Lift muss sowohl für die Gruppe als auch für die Seeforelle tauglich sein. Weiterhin wurden auch technische Anforderungen angesprochen, z.B.:

- muss die Sohle der Schwimmkapsel wenn sie oben ist, sohlgleich dem Auslauf sein
- der Durchmesser besser 2,20 m wie der 2,00 m geplante Durchmesser
- Einbindung der zusätzlichen Restwasserturbine
- Fließgeschwindigkeit der Lockströmung 20 cm/s > als am Turbinenauslass
- in der Genehmigung ist zwingend ein Monitoring vorzugeben, Überwachung mit Fischreuse und Kamera
- Vorgabe Taktung des Liftes

Der geplante Wunschbaubeginn des Betreibers war der 1. Dez. 2012!

Diskussion mit dem Betreiber: Technische Funktionsfähigkeit

Entgegen den hierzulande gängig eingebauten und bewährten Fischaufstiegsanlagen liegen für die geplante Fischschleuse keinerlei Erfahrungen vor. Die in der Literatur beschriebenen Anlagen sind im Landkreis Ravensburg bisher nicht zum Einsatz gekommen. Eine an einem anderen Standort geplante Anlage mit einer Fischschleuse wurde aus fachlichen Gründen in der vorgelegten Form abgelehnt.

Forderung war, falls an der vorgestellten Planung festgehalten wird, dass am Beispiel dieses Prototyps durch geeignete Beschreibung, durch den Einbau von flexiblen Steuerungsmöglichkeiten und ggf. durch Modellversuche die erwartete Funktionsfähigkeit umfassend dargestellt wird.

Eine feste Zusage konnte deshalb zum damaligen Zeitpunkt nicht gegeben werden. Die Untere Wasserbehörde machte die Genehmigungsfähigkeit auch von der Zustimmung des Regierungspräsidiums Tübingen, Flussgebietsbehörde abhängig, da der Standort Neumühle innerhalb des

WRRL-Gewässernetzes hinsichtlich der ökologischen Durchgängigkeit eine sehr hohe Priorität besitzt.

Wie oben ausgeführt befand sich das Genehmigungsverfahren für den Bau einer neuen Wasserkraftanlage und die Herstellung für die Fischdurchgängigkeit mit einem Vertical-Slot Fischpass in der Anhörungsphase.

Bei einem weiteren Behördentermin am 12.12.2012 wurden letztlich die Rahmenbedingungen für eine Umsetzung des Projektes konkretisiert. Die verschiedenen Fachrichtungen stellten konkrete Anforderungen an das Monitoring.

Als Ergebnis wurde die Genehmigungsfähigkeit des Fischlifts unter dem Vorbehalt in Aussicht gestellt, dass die Funktionsfähigkeit innerhalb 5 Jahren nachgewiesen wird, ansonsten wäre die ursprüngliche Variante mit dem Fischpass herzustellen.

Planer und Konstrukteur waren von ihrer Idee überzeugt. Inzwischen wurde die Konstruktion auch zum Patent angemeldet. Der Betreiber der Anlage wollte den Fischlift schnellstmöglich bauen.

Für die Genehmigungsbehörde war nun zu klären, wie genehmigungstechnisch weiter verfahren werden soll. Genehmigung der ursprünglich geplanten Anlage mit herkömmlicher Fischaufstieghilfe oder ein Neustart des Verfahrens mit langer Verfahrensdauer und Zeitverzug.

Da außer der Fischaufstieghilfe keine wesentlichen Änderungen an der Anlage geplant waren, verständigte man sich darauf, den ersten Antrag zu genehmigen und für den Bauteil „Fischlift“ einen Änderungsantrag zu stellen. Dies hat den Vorteil für den Betreiber, dass er bei Nichteinhaltung der o.g. Bedingung, - Nachweis der Funktionsfähigkeit-, eine Genehmigung für den Vertical-Slot Fischpass hätte.

Tekutantrag / gepl. Monitoring

Nach vielen Abstimmungen hauptsächlich zwischen der Fischereibehörde und dem planenden Büro wurde schließlich im Oktober 2013 der Änderungsantrag zur Pilotanlage eines innovativen Fischlifts zur Genehmigung gestellt.

Für die Durchführung des Monitorings wurde das Büro Dr. Hoffmann für Umweltplanung, Gewässermanagement und Fischerei in Bielefeld (BUGeFI) vom Betreiber beauftragt. Bei den örtlichen Kontrollen wurde der Betreiber vom Fischereiverein Wangen unterstützt.

Im Rahmen des Monitorings war den Nachweis zu führen, dass die definierten Anforderungen für die Herstellung der Durchgängigkeit an der Neumühle eingehalten werden.

Das Monitoring umfasst verschiedene Bereiche und Fragestellungen:

- Bestandsaufnahme des Fischaufkommens in der Unteren Argen mittels E-Befischung.
- Welche und wie viele Fische steigen mittels Fischlift vom Unterwasser ins Oberwasser auf?
- Fischzählung und Artendokumentation durch eine Reusenbefischung im Oberwasser

- Registrierung und Bewertung folgender Verhaltensweisen mittels eines DIDSON-SONAR^{*1}
 - Verhalten im Unterwassers des Lifts
 - Verhalten von Fischen im Einstiegsbereich des Lifts
- Verhalten der Fische im Unterwasser während der Aufwärtsfahrt der Schwimmkapsel?
- Wandern die Fische tatsächlich aus der Schwimmkapsel heraus, oder fahren sie nur mit dem Lift auf und ab? Beobachtung mit einer Kamera.
- Verlassen die Fische die Schwimmkapsel, wenn die Strömungsverhältnisse in dem "runden Schwimmkolben" für die Fische ungünstig sind?
- Was passiert im Winterbetrieb bei Minustemperaturen?
- Bildet sich im runden Schwimmkörper eine Rundströmung aus?

Der Fischlift wurde ab dem Frühjahr 2014 eingebaut und im September 2014 in Betrieb genommen. Das Monitoring wurde teilweise im Herbst 2014, umfassend im Mai und Herbst 2015 durchgeführt.

Hinweis: Zur selben Zeit wurde die grundsätzliche Funktionalität des Hydro-Fischliftes im Theodor-Rehbock-Wasserbaulabor des Instituts für Technologie (KIT) in Karlsruhe (im Auftrag des Ruhrverbandes) an einem Modell 1:1 untersucht. Unter anderem wurden das Verhalten von Fischen in der Liftkammer und das Ausstiegsverhalten bewertet. Damit war die Möglichkeit gegeben, dortige Untersuchungsergebnisse sofort im Fischlift Neumühle noch während des Baus anzuwenden.

Zusammenfassende Bewertung Fischlift Neumühle

Innerhalb des Monitorings konnten die vorgesehenen Untersuchungen durchgeführt und die Fragen beantwortet werden.

Zitat (BUGeFI) „Die Ergebnisse, die mittels der verschiedenen Untersuchungen im Mai und im Herbst 2015 gewonnen wurden, belegen die Funktionsfähigkeit des Hydro-Fischliftes als Fischaufstiegshilfe am Standort Neumühle in der Unteren Argen. Trotz der Widrigkeit eines vergleichbar geringen Fischbestandes, konnte auf Artniveau festgestellt werden, dass wandermotivierte Fischarten, die zum Referenzartenspektrum der Unteren Argen gehören und den hier untersuchten Abschnitt besiedeln, den Wehr- und Wasserkraftstandort Neumühle gewässeraufwärts mittels des Hydro-Fischliftes passieren können.“

¹ Beim DIDSON (Dual Frequency IDentification SONar) handelt es sich um ein Multibeam-Sonar, das ursprünglich für die Unterwasser-Observation von technischen Gerätschaften und für das Militär entwickelt wurde. Das Sonar bietet dadurch die Möglichkeit, Fische und ihr Verhalten *in situ* zu erfassen und als Filmsequenzen aufzuzeichnen. Da es sich um ein akustisches System handelt, ist das DIDSON auch unter extrem trüben Bedingungen und unabhängig von Lichtverhältnissen überall dort einsetzbar, wo optische Sensoren (z. B. Videokameras) aufgrund der äußeren Bedingungen versagen.

Die Untersuchungen zur Auffindbarkeit des Fischliftes mittels DIDSON-Sonar haben deutlich gezeigt, dass Fische den Bereich vor der Vorkammer aufsuchen und durch den Schlitz in die Vorkammer einschwimmen. Das heißt, die Lockstromsituation ist sehr günstig und die Auffindbarkeit ist in hohem Maße gegeben.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Hydro-Fischlift bei Fallhöhen ab 4 m eine gute Alternative zu konventionellen Fischwanderhilfen ist, da die Fische für die Auf- und Abwärtspassage wenig bis keine Energie verbrauchen und bei richtiger Kalibrierung der Strömungen im Ein- und Ausstieg sehr gute Transferergebnisse erzielt werden können.“

Ausblick

Mit den aufgezeigten Ergebnissen des Monitoring am Fischlift Neumühle und den positiven Ergebnissen der Untersuchungen am KIT Karlsruhe bietet der innovative Fischlift aus Sicht der Wasserbehörde eine Möglichkeit, an beengten Verhältnissen und großen Höhenunterschieden die Durchgängigkeit herzustellen. Optimierungsmöglichkeiten müssen konsequent umgesetzt werden. Die abschließende Bewertung der Fachbehörden für den Fischlift Neumühle steht noch aus.

Literatur

- Baumann Hydrotec GmbH & Co. KG (2012)
BUGeFi, KIT, Universität Darmstadt und Ruhrverband (in Bearbeitung): Schaffung der Fisch-Durchgängigkeit am Ruhr-Wehr Baldeney, Essen.-Zusammenfassender Abschlussbericht
Hoffmann, A., Büro für Umweltplanung, Gewässermanagement und Fischerei , 33659 Bielefeld (BUGeFi) (2014) Monitoring zur Fischschleuse und Untersuchungen zur Funktionalität des Hydro-Fischliftes an der „Neumühle“ in der Argen bei Wangen (2016),
Hydro-Energie Roth GmbH (August 2009) und (Juli 2012). Neubau der Wasserkraftanlage Neu-mühle an der Unteren Argen
Hydro-Energie Roth GmbH (2013): Nachtrag Tekturplanung zum Planfeststellungsverfahren vom 25.07.2013, (Januar 2014)
Roth, A.; Baumann, G.: Der Hydro-Fischlift: Eine innovative Lösung für den Fischaufstieg – Aspekte zu Konstruktion und Betrieb. In: WasserWirtschaft 105 (2015), Heft 11.
WRRL Bericht RP Tübingen (2015) TBG 10 - Argen

Fish migration at the Iron Gate dams

Ir. Wilco de Bruijne, LINKit Consult

Introduction

The Iron Gates I and II Dams on the border of Romania and Serbia are the first barriers for sturgeon and other migratory fish species along the Danube River from the Black Sea. The dam complexes consist of weirs, spillways, ship locks and hydropower stations. The Iron Gates are located at ca. 850 km distance from the delta in the Black Sea. Restoration of river continuity at these sites would re-open a reach of more than 800 km upstream to the Gabčíkovo Dam, downstream of Bratislava on the border of Slovakia and Hungary. This will provide habitat and spawning grounds along the main river and its tributaries to numerous Danube migratory fish species.

The European Water Framework Directive (WFD) implementation is legally binding for EU Member States, however Non EU Member States also politically committed themselves to implement the WFD in the Danube Basin. Therefore, Danube River Basin (DRB) countries are committed to reach a good ecological status for the Danube River. One aspect of this is to ensure self-sustaining fish populations. This includes the restoration of the longitudinal connectivity of the river which is necessary for migratory fish to reach spawning, feeding and nursery areas (Comoglio, 2011). In the Sturgeon Action Plan (Bloesch et al., 2005) and the Danube River Basin Management Plan (ICDPR, 2009), reopening the fish migration routes at the Iron Gate dams I and II and the Gabčíkovo dam is classified as 'outmost priority' (see also figure 1).

In 2011 the FAO undertook a scoping mission as a first preliminary assessment of general possibilities for fish migration solutions at the Iron Gate dams (Comoglio, 2011). The present paper is the result of a project carried out subsequent to the FAO scoping mission and further develops some of the most promising fish migration solutions. (Full report: de Bruijne et al., 2014).

Background

The Danube River with a length of 2,872 km is the second largest river on the European continent after the Volga River in Russia. It originates in the Black Forest in Germany and flows through or passes the borders of Austria, Slovakia, Hungary, Croatia, Serbia, Bulgaria, Romania, Moldova and Ukraine before entering the Black Sea (figure 1). The Danube's tributaries flow through nine more countries, the total catchment area measures 817,000 km² (Sommerwerk et al., 2009).



Figure 1: Ecological prioritization regarding restoration measures for river continuity (ICPDR, 2009)

Fish migration in the Danube

All fish species in a river system migrate to some extent between spawning, nursery, feeding and overwintering habitats. Some fish movements take place on a daily basis, for example to feeding areas, while reproduction migration only takes place once a year or even once in a lifetime. Also the distance covered varies for different types of migration and also among species. Headwater species migrate for comparatively short distances in a small time frame while the lowland waters host long distance migrants such as sturgeon species which migrate several thousands of kilometres from the Black Sea up to the barbel zone (Schmutz & Trautwein, 2009). These species even show a phased migration with an overwintering period in between. Therefore the migratory requirements of Danube fish species are more distinct in the lowland fish communities than in the headwater fish communities (Schmutz & Trautwein, 2009). Most present species like nase (*Chondrostoma nasus*), barbel (*Barbus barbus*) and bream (*Abramis brama*) migrate within certain river sections and tributaries over distances of tens to several hundreds of kilometres. However, in the end all species are dependent on open migration routes in a river system to maintain sustainable and healthy fish communities.

All species show migratory behaviour but most species are categorized as resident species because they only depict local migration behaviour. Subsequently one can distinguish medium distance migrants and long distant migrants. The latter are typically the flagship species of a river due to their size, cultural and economic importance and presence in a large part of the basin. For the

Danube River typical long distance migrants are the four large sturgeon species and two of the present shad species, while among the medium distance migrants is the fifth Danube sturgeon species, the sterlet (table 1).

Table 1: Long and medium distance migrants in the Danube River (adapted from Schmutz & Trautwein, 2009)

Long distance migrants	Medium distance migrants
<i>Acipenser gueldenstaedti</i> (Danube/ Russian sturgeon)	<i>Abramis brama</i> (common bream)
<i>Acipenser nudiventris</i> (ship sturgeon) – possibly extinct in the Danube River	<i>Abramis sapo</i> (danubian bream)
<i>Acipenser stellatus</i> (stellate or starred sturgeon)	<i>Acipenser ruthenus</i> (Sterlet)
<i>Acipenser sturio</i> (common or Atlantic sturgeon) - extinct in the Danube River	<i>Aspius aspius</i> (asp)
<i>Huso huso</i> (beluga or great sturgeon)	<i>Barbus barbus</i> (barbel)
<i>Alosa caspia</i> (caspian shad)	<i>Chondrostoma nasus</i> (nase)
<i>Alosa immaculata</i> (pontic shad)	<i>Hucho hucho</i> (danube salmon)
	<i>Lota lota</i> (burbot)
	<i>Vimba vimba</i> (vimba)

The Sturgeon Action Plan (Bloesch et al., 2005) indicates that recent observations in the lower Danube River show that all sturgeon populations are near to extinction. Five of the six species are classified as 'Endangered', 'Critically Endangered' or 'Vulnerable' according to the 2004 IUCN Red List of Threatened Species. Their long migration routes make them particularly sensitive to the impacts of physical obstructions. Four of the Danube species live mainly in the shelf zone of the Black Sea, only entering the Danube system for spawning: *Acipenser gueldenstaedti*, *Acipenser stellatus*, *Acipenser sturio* and *Huso huso* (Bloesch et al., 2005). *Acipenser ruthenus*, the Danube form of *Acipenser nudiventris* and a resident form of *Acipenser gueldenstaedti* migrate within the main river (Bloesch et al., 2005).

These sturgeon species are particularly vulnerable due to their long lifecycle (Reinartz, 2002). Populations take decades to recover after a disturbance. Therefore they are threatened by:

- Over exploitation;
- Habitat loss and degradation;
- Disruption of spawning migrations (dam construction);
- Pollution;
- Changes in the genetic status of the population;
- Invasive species (possible food competition);

A range of measures has been taken for sturgeon conservation but sturgeon populations are close to extinction. Therefore the Sturgeon Action Plan under the Bern Convention was prepared (Bloesch et al., 2005). The Danube sturgeons will not survive unless poaching pressure is reduced, and both migration routes and habitats for all life-cycle stages are protected and restored (Bloesch et al., 2005).

Scheme layout hydropower plants

The Iron Gates Hydroelectric and Navigation Scheme was put in place based on an agreement concluded in 1963 between Romania and Yugoslavia. Iron Gates I (located at Danube km 942) was constructed in 1972, and Iron Gates II ca. 80 km downstream in 1984 (figure 2, left).

Iron Gates II

The lower Iron Gates II scheme is composed of two dams; the lower (main) dam on the main stem of the Danube River at km 862 (1. In figure 2), and the upper dam on the Gogoșu branch at km 875 (2. In figure 2). There exist two navigation locks; one on the Southwestern side of the main dam (3. In figure 2) and another about 1.2 km north of the main dam on Ostrovul Mare Island (4. In figure 2). The main dam incorporates 14 spillways with tainter (radial) gates.

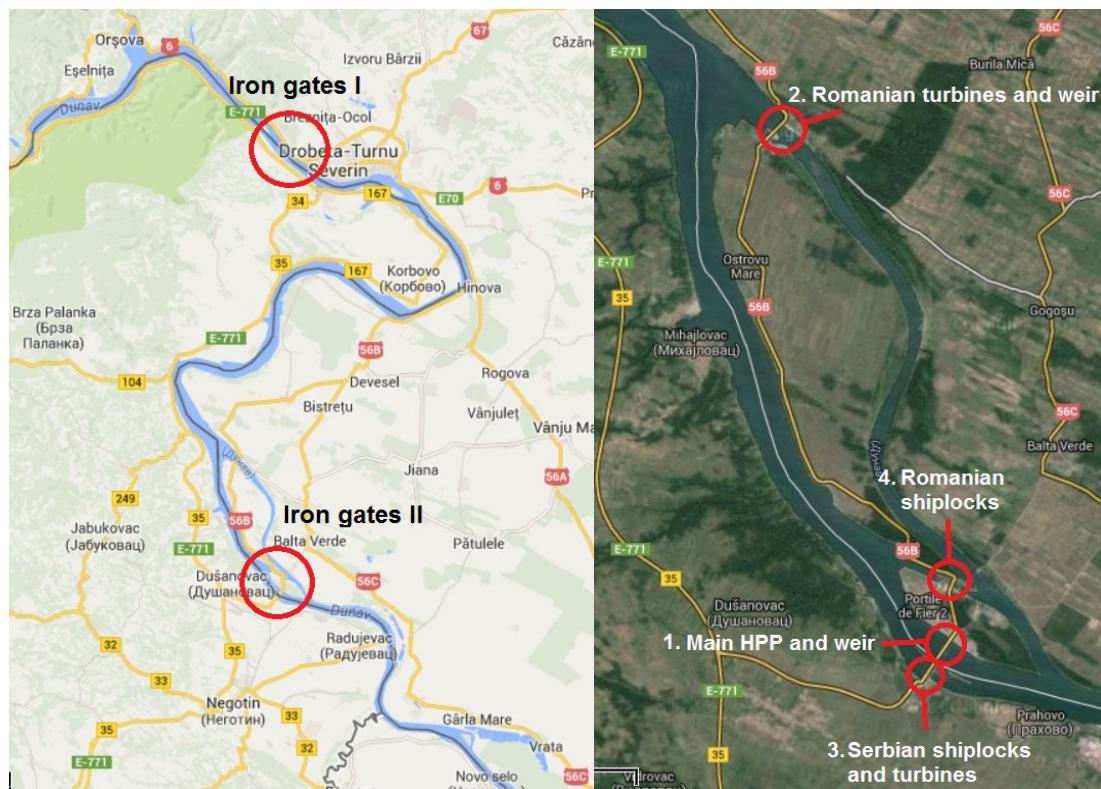


Figure 2: Location Iron Gates I and II (left) and scheme lay out of Iron Gates II (source: Google Earth).

The main hydropower plant (1. in figure 2) is situated on the north-eastern side of the main weir, or left bank respectively (figure 3). It includes 2 x 8 bulb turbines with a design flow of 425 m³/s each and 6,800 m³/s in total. The turbine diameter amounts to 7.50 m. Each turbine has 4 fixed blades. There are two other smaller hydropower plants with two sets of turbines each, one on the Gogoșu dam (2. In figure 2) and the other on the Serbian side of the main dam (3. In figure 2). The design head is 7.45 m.



Figure 3: *Iron Gates II main dam downstream view (left) and Iron Gates I dam downstream view (right)* (photos: Wilco de Bruijne)

Iron Gates I

The Iron Gates I dam (figure 3 right) has a total width of 1.28 km and an almost symmetrical design. This allows both countries to exploit the water resources equally for electricity production and navigation purposes. On both banks the dam is equipped with double step navigation locks which operate 14 times/day on average (Comoglio, 2011). A spillway forms the centre of the dam and is made up of 14 sections, each 25 m wide; the upper 14.5 m reservoir lamella can be regulated by hooked gates. The border of Romania and Serbia lies in the middle of the river - a road linking both countries runs on the dam crest.

There are hydropower plants on both the Romanian and Serbian river sides. These include 2 x 6 double regulated vertical Kaplan units with a capacity of 194.5 MW each. The Romanian turbines were rehabilitated recently. The design flow amounts to 840 m³/s per turbine (10,080 m³/s in total). A turbine measures 9.50 m in diameter. Each turbine has 6 variable blades and wicket gates. The maximum head amounts to 28 m.

Sturgeon monitoring

In order to gain site specific information on sturgeon migration behaviour, experts of the Sturgeon Research Group (SRG) /Danube Delta National Institute (DDNI) Tulcea performed a radiotelemetry tagging study (VEMCO) as a part of the project. A number of sturgeons was caught and tagged (figure 4). After tagging the sturgeons were detected with receivers in order to study their behaviour downstream of the Iron Gate II complex. Information gained on the migration behaviour of sturgeons through monitoring is crucial for the design of functional fish migration solutions at the Iron Gates dams.



Figure 4: Caught male beluga sturgeon (*Huso huso*) and juvenile stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*)

Potential measures for upstream fish migration

In principle river continuity efforts require holistic approaches, i.e. assessments of all possible and feasible options to restore passage for aquatic species at barriers. All potential solutions have to be carefully evaluated from a biological, technical and economic point of view and ranked e.g. as to their feasibility, suitability for fish species concerned, and their importance for the overall migration facilitation.

In the case of Iron Gates I and II the range of restoration possibilities, and their advantages and limitations were developed by Wilco de Bruijne and Marq Redeker (see main report) and intensively discussed at a technical workshop with international experts in Bucharest. In conclusion we identified several restoration options, including

- multiple fishways at different locations at both Iron Gates I and II,
- modification of existing structures (e.g. ship locks) as a potential initial effort and “quick win” that may also contribute to close existing knowledge gaps of local fish behaviour and fish passage preference,
- staged design approach, for example by using interim and/or mobile upstream fish pass entrance dummies to identify optimum entrance locations and attraction flow conditions, and
- alternative (temporary) management solutions, e.g. trap and truck.

Due to the size of the schemes, in particular of Iron Gates II, realistically multiple upstream fish pass facilities are necessary. However we anticipate funds to be limited, and additional constraints to exist that we may not have realized to date. Therefore we have developed exemplary preference options of fish passes to restore upstream passage, and assessed downstream passage solutions, both based on available knowledge and current understanding of the schemes. One example of a preliminary design of an exemplary preference option is given in figure 5, a large vertical slot fish pass for the Iron Gates II main dam with multiple entrances and surplus attraction flow by an additional hydroelectric power plant.



Figure 5: Preliminary layout of a vertical slot fishway at Iron Gates II

Credits: Text derived from main report (de Bruijne et al, 2014); for further information please contact one of the authors. Project partners: ARCADIS Nederland BV, Wanningen Water Consult, LINKit Consult, FishFlow Innovations & DDNI Romania.

Literature

Bloesch, J., Jones, T., Reinartz, R., Striebel, B. (2005): Action Plan for the Conservation of the Sturgeons (Acipenseridae) in the Danube River Basin. Publication of the Council of Europe (Bern Convention)

De Bruijne, W. (ARACADIS NL), Redeker, M. (ARCADIS DE), Suciu, R. (DDNI), van Herk, J. (LINKit Consult), Molnar P. (Politehnica Timisoara), Wanningen, H. (Wanningen Water Consult), Manshanden, G. (Fish Flow Innovations) (2014): Fish migration at the Iron Gates I and II

Comoglio, C. (2011): FAO Scoping mission at Iron Gates I and II dams (Romania and Serbia). Preliminary assessment of the feasibility for providing free passage to migratory fish species. Mission report May 2011.

Reinartz, R. (2002): Sturgeons in the Danube River. Biology, status, conservation. Literature study on behalf of IAD, Landesfischereiverband Bayern e.V. and Bezirk Oberpfalz. 150 pp.

Schmutz, S., Trautwein C. (2009): Ecological prioritisation of measures to restore river and habitat continuity in the DRBD Annex 18 of the DRBM Plan Vienna, October 2009

- Suciuc, R., Paraschiv, M., Holostenco, D., Hontz, S., Iani M., Molnar, P. (2014): DDNI Sturgeon Research Group, / Politehnica University / Timișoara. Monitoring and analysis of sturgeon behavior downstream of the of Iron Gates 2 dams -Danube River, Romania Final Report (Dec. 2013 – May 2014).
- Sommerwerk, N. et al. (2009): The Danube River Basin. Chapter 3 in: Tockner, K., Robinson, C. & Uehlinger, U. (Eds.), Rivers of Europe. Elsevier. pp. 59-112.

Notizen

Notizen



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bundesanstalt für Wasserbau

Kußmaulstraße 17 · 76187 Karlsruhe
Tel. + 49 (0)721 97 26-0 · Fax +49 (0)721 97 26-45 40
Wedeler Landstraße 157 · 22559 Hamburg
Tel. +49 (0)40 81 908-0 · Fax +49 (0)40 81 908-373

www.baw.de

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor · 56068 Koblenz
Tel. +49 (0)261 13 06-0 · Fax +49 (0)261 13 06-53 02

www.bafg.de