

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Redeker, Marq

Fischaufstiegsanlagen – von der Planungspraxis zum Forschungsbedarf

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102416>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Redeker, Marq (2014): Fischaufstiegsanlagen – von der Planungspraxis zum Forschungsbedarf. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau; Bundesanstalt für Gewässerkunde. S. 13-19.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Fischaufstiegsanlagen – von der Planungspraxis zum Forschungsbedarf

Marq Redeker

1 Einleitung

Weltweit werden seit über 300 Jahren Fischaufstiegsanlagen (FAA) an Querbauwerken und natürlichen Barrieren errichtet, um die stromaufwärts gerichtete Passage von Fischen und aquatischen Wirbellosen und letztlich die Durchgängigkeit der Flusssysteme sicherzustellen. In deutschen Gewässern werden FAA bereits seit mehr als 130 Jahren angelegt.

Um die Qualität solcher Bauwerke in Deutschland im Sinne der Gewährleistung des Fischaufstiegs zu verbessern, erschien das Merkblatt DVWK-M 232 (DVWK 1996), das sich großer Wertschätzung erfreut und zwischenzeitlich in fünf weitere Sprachen übersetzt wurde.

Im Laufe der Jahre wurde allerdings deutlich, dass das Merkblatt DVWK-M 232 wichtige Aspekte nicht ausreichend präzise formuliert oder behandelt. Dies betrifft z. B. die Anbindung von FAA im Unterwasser des Wanderhindernisses. Auch bedurften verschiedene geometrische und hydraulische Vorgaben zur Gewährleistung der Passierbarkeit von FAA und fischpassierbaren Bauwerken für Fische aller Größen, Gestalt und Leistungsfähigkeit einer Überarbeitung. Zudem fehlten Aussagen zu anderen Wasserbauwerken (z. B. Kreuzungsbauwerke und Hochwasserrückhaltebecken), die ebenso eine Wirkung als Wanderbarrieren entfalten können. Zwischenzeitlich durchgeführte biologische sowie ingenieurwissenschaftliche Projekte und Felduntersuchungen haben überdies das Verständnis über das Wanderverhalten aquatischer Organismen erweitert. Dieser Wissenszuwachs erlaubte es, die verschiedenen Anforderungen an funktionsfähige FAA präziser zu benennen und zu fassen.

Vor diesem Hintergrund hat die DWA das Merkblatt DVWK-M 232 vollständig aktualisiert. Die Endfassung (Weißdruck) des neuen Merkblattes DWA-M 509 „Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung“ (DWA 2014) wurde im Mai 2014 veröffentlicht.

2 Planungspraxis nach Merkblatt DWA-M 509

In Anlehnung an die Definitionen von CLAY (1995) und THORNCRAFT & HARRIS (2000) werden heute unter funktionsfähigen FAA Wanderkorridore verstanden, die für Fische über einen möglichst großen Zeitraum des Jahres nicht nur weitgehend ohne Zeit- und damit Energieverlust auffindbar, sondern auch ohne vermeidbaren Stress gefahrlos bis in das Oberwasser des Wanderhindernisses passierbar sind.

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

- > Betriebsdauer/-zeit
- > Auffindbarkeit
- > Passierbarkeit

Nachstehend werden die neuen planerischen, baulichen und betrieblichen Anforderungen an FAA und fischpassierbare Bauwerke kurz umrissen.

2.1 Betriebsdauer

Fischwanderungen treten in Deutschland während des gesamten Jahres auf. Entsprechend ist die Funktionstüchtigkeit von FAA und fischpassierbaren Bauwerken ganzjährig zu gewährleisten. Die Einhaltung der hydraulischen Grenzwerte kann allerdings selten für jegliche Abflussereignisse (d. h. auch bei NW und HW) realisiert werden. Als Kompromiss zwischen biologischer Notwendigkeit und technischer Machbarkeit müssen Grenzwertüberschreitungen hingenommen werden. Die Funktionstüchtigkeit von FAA ist demgemäß an mindestens 300 Tagen im Jahr zwischen Q_{30} und Q_{330} (24-stündiger Betrieb) zu gewährleisten und nachzuweisen.

2.2 Auffindbarkeit

Das Merkblatt DWA-M 509 behandelt folgende Einzelfaktoren der Auffindbarkeit:

- > 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 nachstehend genannten Kriterien sind allgemeingültig – ungeachtet des FAA-Typus.

2.2.1 Großräumige Anordnung

Tabelle 1:

Kriterien für die großräumige Anordnung von Fischaufstiegsanlagen

Situation	Anordnung FAA
Standort ohne Wasserkraftnutzung	<ul style="list-style-type: none"> - am Prallhang - im spitzen Winkel bei schräg im Gewässer liegenden Wehren - im oberstromigen Zwickel bei V-förmigen Wehren - bei breiten Gewässern wenn möglich bzw. bei Bedarf 2 FAA jeweils uferseitig
Standort mit Flusskraftwerk	<ul style="list-style-type: none"> - i. d. R. uferseitig neben der Wasserkraftanlage (entscheidend: Ausbaugröße/-durchfluss der Wasserkraftanlage)
Standort mit Wasserausleitung bzw. -entnahme	<ul style="list-style-type: none"> - i. d. R. neben dem Ausleitungskraftwerk (Abflussaufteilung und Strömungssituationen im Untergraben und Mutterbett sowie am Zusammenfluss zwischen Q_{30} und Q_{330} untersuchen) - wenn möglich bzw. bei Bedarf zwei FAA: 1x neben dem Ausleitungskraftwerk und 1x am Ausleitungswehr

Die Art der Nutzung eines Standortes spielt für die richtige großräumige Anordnung einer FAA eine entscheidende Rolle, da die Strömungsverhältnisse im Unterwasser hiervon maßgeblich beeinflusst werden. Das DWA-M 509 unterscheidet drei verschiedene Situationen (Tabelle 1).

2.2.2 Leitströmung

Die Leitströmung dient dazu, einen unterbrechungsfreien Wanderkorridor zwischen dem Unterwasser und der FAA herzustellen. Ihre Attraktivität ist umso größer, je weiter stromabwärts sie von aufsteigenden Fischen wahrgenommen wird. Dies ist von folgenden Parametern abhängig:

- > Austrittswinkel ins Unterwasser: möglichst flacher Mündungswinkel ($< 30^\circ$) bzw. parallele Leitströmung
- > Strömungsverhältnisse im Unterwasser: Im Leitströmungsbereich sind Kehr-, Quer- und Rückströmungen sowie Turbulenzen grundsätzlich zu vermeiden.
- > Fließgeschwindigkeit der Leitströmung: Die empfohlene Leitstromgeschwindigkeit für den Aufstieg möglichst vieler Arten und Lebensstadien beträgt hierzulande zwischen 0,8 bis 1,2 m/s.
- > Dotation und Strömungsimpuls: vgl. Kap. 3

2.2.3 Kleinräumige Positionierung des Einstiegs

Die kleinräumige Positionierung einer FAA betrifft die Einbindung in das Unterwasser des Wanderhindernisses, steht jedoch in engem Bezug zur großräumigen Anordnung und Leitströmung. Gewöhnlich steigen Fische bis unmittelbar vor einer Wanderbarriere auf und suchen dort nach einer weiteren Aufstiegsmöglichkeit. Der Einstieg einer FAA muss demnach genau dort positioniert werden. Ein entsprechend wahrnehmbarer (dotierter) und dimensionierter FAA-Einstieg sollte dementsprechend unmittelbar am Wehrfuß oder Krafthaus liegen. An breiten Wanderhindernissen oder größeren Wasserkraftanlagen bieten sich z. B. Sammelgalerien mit mehreren Einstiegen als mögliche Lösung an.

2.2.4 Gestaltung des Einstiegs

In der Regel herrschen an Stauanlagen abflussbedingt Unterwasserstandschwankungen vor, die die Funktionsfähigkeit einer FAA beeinträchtigen können. Um die Grenzwerte der Leitströmung bei allen Bemessungsabflüssen (s. Kap. 2.1) einzuhalten, bieten sowohl das DWA-M 509 als auch andere Empfehlungen Lösungsvorschläge an, z. B.

- > mehrere Einstiege vorsehen,
- > steuerbare (Senk-)Schütze oder Dammbalken,
- > Leitwerke oder Vorschüttungen und
- > Zusatzwasserdotation zur Verstärkung der Leitströmung.

Empfohlen wird ferner eine Anbindung des FAA-Einstiegs an die Gewässersohle zur besseren Erreichbarkeit des Einstiegs für bodenorientierte und leistungsschwächere Arten.

2.3 Passierbarkeit

Eine FAA bzw. ein fischpassierbares Bauwerk ist passierbar, wenn alle Arten in allen Entwicklungsstadien, die den Einstieg aufgefunden haben, das Bauwerk auf gesamter Länge bis ins Oberwasser überwinden können. Entscheidend für kleine und leistungsschwache Arten

und Exemplare sind hierbei vor allem die hydraulischen Bedingungen, während die Passierbarkeit für große Individuen maßgeblich von den geometrischen Dimensionen des Wanderkorridors abhängig ist.

Im DWA-M 509 sind entsprechende Grenzwerte für die hydraulischen (z. B. maximale Fließgeschwindigkeit und Turbulenz) und geometrischen Bedingungen (z. B. Beckenlänge und Wassertiefe) festgelegt. Diese berücksichtigen die biologisch begründeten Anforderungen der aquatischen Organismen, die sich aus ihren Orientierungsmechanismen, ihrer Leistungsfähigkeit sowie ihrer Gestalt und Größe ableiten. Die hydraulische Bemessung von FAA erfolgt auf der Grundlage der Fließgewässerzonierung, d. h. der im Verlauf eines Gewässers typischen Ausbildung der Fischartengemeinschaften. Die geometrische Dimensionierung hingegen richtet sich nach den Proportionen adulter Exemplare der größten Fischart.

Damit die Grenzwerte eingehalten werden, wurden Bemessungswerte eingeführt, die der Planung zugrunde zu legen sind. Diese berücksichtigen Unsicherheiten bei der hydraulischen Dimensionierung (z. B. Wahl der Abflussbeiwerte und Rauheiten), praktische Probleme der Bauausführung (z. B. Toleranzen und unregelmäßige Formen natürlicher Baumaterialien) sowie betriebliche Aspekte (wie Unterhaltung und Störanfälligkeit). Bei Abweichungen vom Bemessungswert besteht erfahrungsgemäß die Gefahr, dass die Grenzwerte bei der fertiggestellten FAA nicht eingehalten werden und die Funktionsfähigkeit damit beeinträchtigt wird. Es sind bauartspezifische Sicherheitsbeiwerte für die geometrischen, hydraulischen und betrieblichen Parameter angegeben. Der Bemessungswert errechnet sich durch Multiplikation bzw. Division der Grenzwerte mit den jeweiligen Sicherheitsbeiwerten.

Neben den Grenz- und Bemessungswerten enthält das DWA-M 509 Empfehlungen zu

- > Sohlgestaltung,
- > Lichtverhältnissen,
- > Einspeisung von Fremdwasser,
- > Gestaltung des Ausstiegs,
- > Wartung und
- > Maßnahmen zur Vermeidung von Störungen und zum Schutz der Bauwerke.

2.4 Qualitätssicherung

Angesichts vieler defizitärer FAA in Deutschland ist mit dem DWA-M 509 ein neues Qualitätssicherungsverfahren eingeführt worden, welches die Einhaltung aller Kriterien, die die Funktionsfähigkeit im Sinne der Auffindbarkeit und Passierbarkeit gewährleistet, sicherstellt. Wesentliches Merkmal der Qualitätssicherung ist die fortlaufende Erfassung und Bewertung von Qualitätskriterien während Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb, der Vergleich mit den Zielvorgaben sowie konsequentes Handeln auf der Basis der ermittelten Ergebnisse.

3 Forschungsbedarf

Das neue Merkblatt DWA-M 509 repräsentiert den Stand des Wissens und der Technik zur korrekten Planung, baulichen Ausführung und zum Betrieb von FAA und fischpassierbaren Bauwerken. Es ist öffentlich konsultiert und international abgestimmt. Die formulierten Empfehlungen stellen einen Maßstab für ein einwandfreies technisches Verhalten dar. Allerdings

kann das Merkblatt nicht alle Sonderfälle abdecken. Ferner gibt es Kenntnislücken bei gewissen Aspekten. Nachstehend werden zwei Aspekte kurz erläutert.

Wesentlich für die Wahrnehmbarkeit der Leitströmung einer FAA ist der von ihr ausgehende Strömungsimpuls. Prinzipiell ist bekannt, dass die Auffindbarkeit einer FAA umso besser ist, je höher der Leitstrom im Verhältnis zum Gesamt- bzw. Konkurrenzabfluss im Gewässer ist. Dennoch gibt es international wenige Empfehlungen zur Dotation von FAA (REDEKER 2012). Europäische Richtlinien und das DWA-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 empfehlen WEICHERT et al. (2013), dass der Einstiegsquerschnitt von FAA an Bundeswasserstraßen so zu dimensionieren ist, dass für den Bemessungsfall Q_{330} der Gesamtabfluss der FAA 5 % des tatsächlichen Abflusses der FAAnahen Turbine betragen soll. Dies gilt für Standorte, die in ihren Randbedingungen denen der Pilotanlage Lauffen vergleichbar sind. Dieser Bemessungswert wird in den nächsten Jahren in einem umfangreichen Forschungsprogramm der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung validiert werden.

Die fischartenspezifisch unzureichende Passierbarkeit von Wendeböden einiger FAA ist in biologischen Untersuchungen nachgewiesen worden (z. B. THIEM et al. 2011 und WHITE et al. 2011). Es existieren weltweit jedoch kaum Empfehlungen für die Gestaltung von Wendeböden. Mit einer fischverträglicheren Hydraulik bzw. Ausbildung von Wendeböden beschäftigten sich unlängst z. B. MARRINER et al. (2014). Überdies ist bekannt, dass die Hydraulik in Wendeböden die Strömung der anschließenden (Linien-)Becken von FAA beeinflussen kann.

Kurzfristig und in naher Zukunft werden bestehende Kenntnisse im Rahmen von Forschung und Entwicklung ergänzt bzw. konkretisiert werden, z. B.

- > Fischbiologie: Verhalten und Leistungsvermögen verschiedener Arten (insbesondere potamodrome Spezies) und Altersstadien;
- > Passierbarkeit: Hydraulik von Rundbeckenpässen, Widerstands- und Korrekturbeiwerte von Raugerinnen mit Störsteinen, Bemessung und Gestaltung von Sonderelementen (z. B. Verteilerbecken und Dotationseinrichtungen) und
- > Ethohydraulik: Erforschung der Bedürfnisse der aquatischen Fauna, um Vorgaben für eine gewässerökologisch verträglichere wasserbauliche Praxis abzuleiten. Verständnismehrung an der Schnittstelle Hydraulik - Fisch (vgl. z. B. ADAM & LEHMANN 2011, CASTRO-SANTOS et al. 2009, WILLIAMS et al. 2011).

Literatur

- ADAM, B. & B. LEHMANN (2011): Ethohydraulik. Springer Verlag, 351 S.
- CASTRO-SANTOS, T., A. COTEL & P. WEBB (2009): Fishway Evaluations for Better Bioengineering: An Integrative Approach. AFS Symposium 69, p. 557-575
- CLAY, C. (1995): Design of fishways and other fish facilities, 2nd ed., CRC Press Inc., ISBN 1-56670-111-2

- DVWK - Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1996): Merkblatt 232: Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Bonn, 110 S.
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (2014): Merkblatt M-509: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Hennef, 334 S.
- LARINIER, M.; J. P. PORCHER; F. TRAVADE & C. GOSSET (1994): Passes à poissons – Expertises et conception des ouvrages de franchissement. Collection „Mise au point“, Conseil Supérieur de la Pêche, Paris, Frankreich, 336 p.
- MARRINER, B.; A. BAKI; D. ZHU; J. THIEM; S. COOKE & C. KATOPODIS (2014): Field and numerical assessment of turning pool hydraulics in a vertical slot fishway. *Ecological Engineering* 63 (2014) 88-101
- 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, S. 13 ff.
- THIEM, J., T. BINDER, J. DAWSON, P. DUMONT, D. HATIN, C. KATOPODIS, D. ZHU & S. COOKE (2011): Behaviour and passage success of upriver-migrating lake sturgeon *Acipenser fulvescens* in a vertical slot fishway on the Richelieu River, Quebec, Canada. *Endang. Species Res.* 15, 1-11
- THORNCRAFT, G. & J. H. HARRIS (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., W. KAMPKE, L. DEUTSCH & M. SCHOLTEN (2013): Zur Frage der Dotationswassermenge von Fischaufstiegsanlagen an großen Fließgewässern. *Wasserwirtschaft* 1/2 2013, S. 33-38
- WHITE, L., J. HARRIS & R. KELLER (2011): Movement of three non-salmonid fish species through a low-gradient vertical slot-fishway. *River Res. Appl.* 27, 499-510
- WILLIAMS, J.; G. ARMSTRONG; C. KATOPODIS; M. LARINIER & F. TRAVADE (2011): Thinking like a fish: A key ingredient for development of effective fish passage facilities at river obstructions. *River Research and Applications* 2011.



Herr Redeker ist Wasserbauingenieur und Wirtschaftsingenieur und verfügt über 19 Jahre Berufserfahrung sowohl in Ingenieurbüros im In- und Ausland, als auch beim Ruhrverband. Seit 4 Jahren ist er für das internationale Planungs- und Beratungsunternehmen ARCADIS in der Niederlassung Köln tätig, aktuell als Segmentleiter Wasserwirtschaft. Herr Redeker ist einer der Autoren des Merkblattes DWA-M 509 „Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke“ und Obmann des neuen DWA-Fachausschusses „Ökologische Durchgängigkeit von Fließgewässern“.

Kontakt:

Marq Redeker

ARCADIS Deutschland GmbH

Johannisstraße 60-64

50668 Köln

Tel.: 0221/ 89006 19

Fax: 0221/ 89006 60

E-Mail: m.redeker@arcadis.de

1/2015

Veranstaltungen

Kolloquiumsreihe **Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen**

4. Kolloquium

**Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von
Maßnahmen an Bundeswasserstraßen**

9./10. Juli 2014 in Koblenz

Koblenz, Februar 2015

Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
Postfach 20 02 53
56002 Koblenz
Tel.: +49 (0)261 1306-0
Fax: +49 (0)261 1306 5302
E-Mail: posteingang@bafg.de
Internet: <http://www.bafg.de>

Druck: Druckerei des BMVI, Bonn

ISSN 1866 – 220X

DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2015.1

Zitiervorschlag:

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.): Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen. 4. Kolloquium zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen am 9./10. Juli 2014 in Koblenz. – Veranstaltungen 1/2015, Koblenz, Februar 2015, 156 S.;
DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2015.1