

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Redeker, Marq

Anforderungen an die Auffindbarkeit nach deutschen und internationalen Regelwerken

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/101992>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Redeker, Marq (2012): Anforderungen an die Auffindbarkeit nach deutschen und internationalen Regelwerken. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Auffindbarkeit von Fischaufstiegsanlagen - Herausforderung, Untersuchungsmethoden, Lösungsansätze. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau; Bundesanstalt für Gewässerkunde. S. 13-20.

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.



Anforderungen an die Auffindbarkeit nach deutschen und internationalen Regelwerken

Marq Redeker, ARCADIS Deutschland GmbH

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 sicherzustellen (CLAY 1995). In deutschen Gewässern werden FAA bereits seit mehr als 130 Jahren angelegt (KELLER 1885, GERHARDT 1904). In Anlehnung an die Definitionen von CLAY (1995) und THORNCRAFT & HARRIS (2000) verstehen wir heute unter funktionsfähigen FAA prinzipiell Wasserwege bzw. Wanderkorridore, die von Fischen 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 (vgl. DWA 2010).

Seit langem ist bekannt, dass folgende Hauptfaktoren die Effektivität und Effizienz von Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbaren Bauwerken bedingen:

- Auffindbarkeit,
- Passierbarkeit und
- Betriebsdauer/ -zeit.

In Deutschland wurde dieses Wissen bereits vor über einem Jahrhundert dokumentiert. So schrieb GERHARDT im Jahre 1904:

„Von der größten Wichtigkeit bei der Anlage eines Fischweges ist die Lage und Beschaffenheit der unteren Ausmündung. Es sind nämlich bei jedem Fischwege zwei Aufgaben zu lösen: die erste ist die, den Fisch in den Weg hineinzubringen, die zweite, ihn darin aufwärts zu führen. Die erste Aufgabe ist wichtiger als die zweite, denn von ihrem Gelingen hängt der Erfolg der zweiten ab. Sie ist außerdem auch viel schwieriger, weil bei ihrer Lösung auf die Gewohnheiten der Fische sorgfältig Rücksicht genommen werden muß. Der Wert dieser Aufgabe wird meist unterschätzt, und hierin gerade ist die Erklärung dafür zu suchen, daß so viele Fischwege erbaut sind, die keinen Erfolg haben.“

Bauliche und betriebliche Anforderungen an die Auffindbarkeit

Im DVWK-Merkblatt 232, dem (noch) gültigen deutschen Regelwerk, finden sich grundlegende Anforderungen an die Auffindbarkeit von FAA und fischpassierbaren Bauwerken (DVWK 1996, Kapitel 3). Eine umfassende Auswertung von FAA (ADAM & SCHWEVERS 2006) ergab jedoch, dass bei der großen Mehrzahl der seit der Veröffentlichung des DVWK-Merkblatts 232 ausgeführten FAA gerade die allgemeinen Anforderungen an die Auffindbarkeit nicht eingehalten wurden. Diese

Erkenntnis und die weitläufig bekannte Bedeutung der Auffindbarkeit haben dazu geführt, dass dieser Aspekt bei der Überarbeitung bzw. Neufassung des deutschen Regelwerkes umfassender beleuchtet wurde. Das Merkblatt DWA-M 509 (DWA 2010) behandelt folgende Einzelfaktoren der Auffindbarkeit:

- **Betriebsdauer/ -zeit** der FAA zur Gewährleistung einer möglichst ganzjährigen bzw. uneingeschränkten Auffindbarkeit und Funktionsfähigkeit der FAA (Kapitel 3.2).
- **Großräumige Anordnung der FAA** im Gewässer bzw. am Standort unter Berücksichtigung der Nutzung (Kapitel 3.4.1)
- Wahrnehmbarkeit der aus der FAA austretenden **Leitströmung** bezüglich Fließgeschwindigkeit, Abfluss und Eintrittswinkel (Kapitel 3.4.2)
- **Kleinräumige Positionierung des Einstiegs** der FAA und damit die Einbindung in das Unterwasser des Wanderhindernisses (Kapitel 3.4.3)
- **Gestaltung des Einstiegs**, z.B. Anpassung an schwankende Unterwasserstände und Anbindung an die Gewässersohle (Kapitel 3.4.4)

Bauliche und betriebliche Anforderungen an die Auffindbarkeit von FAA und fischpassierbaren Bauwerken finden sich in vielen internationalen FAA-Richtlinien. Nachstehend werden die Anforderungen an die Auffindbarkeit gemäß dem Merkblatt DWA-M 509 kurz umrissen und mit denen in Richtlinien anderer Länder verglichen (nach REDEKER & NEUMAYER 2012).

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 bei allen Gewässerabflüssen, d.h. auch bei Niedrig- und Hochwasser, kann allerdings selten in vollem Umfang realisiert werden. Als Kompromiss zwischen biologischer Notwendigkeit und technischer Machbarkeit müssen jeweils an 30 Tagen mit extrem niedrigen und hohen Abflüssen Grenzwertüberschreitungen hingenommen werden. Die Funktionstüchtigkeit von FAA und fischpassierbaren Bauwerken ist demgemäß an mindestens 300 Tagen p.a. zwischen Q_{30} und Q_{330} (24-stündiger Betrieb) zu gewährleisten und nachzuweisen.

Vorgaben zur Betriebsdauer finden sich nicht in allen internationalen Richtlinien. Grundsätzlich kann man im internationalen Vergleich jedoch unterscheiden zwischen:

- Abfluss bezogenen Vorgaben (z.B. in Australien (THORNCRAFT & HARRIS 2000), Großbritannien (ENVIRONMENT AGENCY 2010), Österreich (LEBENSMINISTERIUM 2011), Schweiz (BAFU 2012) und Tschechische Republik (HYDROPROJEKT 2011)),
- jahreszeitlichen/ saisonalen Vorgaben (z.B. in Neuseeland (AUCKLAND REGIONAL COUNCIL 2000) und Flandern & Niederlande (MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP 2005)) und
- integrierten (saisonalen inkl. Abfluss bezogenen) Vorgaben (z.B. in Kanada (KATOPODIS, 1992) und USA (NMFS 2011; NMFS & USGS 2012)).

Während die jahreszeitlichen bzw. saisonalen Vorgaben zur Betriebsdauer stets die Wanderzeiten bestimmter oder mehrerer Arten umfassen, variieren die abflussbezogenen Vorgaben zum Teil

deutlich. Als Beispiele seien an dieser Stelle die australische (Forderung: Funktionstüchtigkeit während mindestens 95% des Abflussregimes) und tschechische Vorgabe (Forderung: Bemessungskriterien müssen zwischen Q_{180} - Q_{355} erfüllt werden) genannt.

Großräumige Anordnung der Fischaufstiegsanlage

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

Tabelle 1: Kriterien für die großräumige Anordnung von Fischaufstiegsanlagen

Situation	Anordnung FAA
Standort ohne Wassernutzung	<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 zwei FAA jeweils uferseitig
Standort mit Flusskraftwerk	<ul style="list-style-type: none">- i.d.R. uferseitig neben der Wasserkraftanlage (entscheidend: Ausbaugröße/ -durchfluss der WKA)
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 in Tabelle 1 genannten Kriterien sind international allgemeingültig (ungeachtet der FAA-Typen) und in den verschiedenen Richtlinien mehr oder weniger umfassend dargelegt. Das französische Regelwerk (LARINIER ET AL. 1994) beschreibt die Kriterien für die großräumige Anordnung von FAA beispielsweise sehr anschaulich und detailliert.

Leitströmung

Die Leitströmung dient dazu, einen unterbrechungsfreien Wanderkorridor zwischen dem Unterwasser und der FAA herzustellen (DWA 2010). Ihre Attraktivität ist umso größer, je weiter stromabwärts sie von aufsteigenden Fischen wahrgenommen wird. Dies ist von folgenden Parametern abhängig:

- Austrittswinkel ins Unterwasser
- Strömungsverhältnisse im Unterwasser
- Fließgeschwindigkeit der Leitströmung
- Dotation und Strömungsimpuls

Alle internationalen Richtlinien empfehlen einen möglichst flachen Mündungswinkel ($< 30^\circ$) bzw. eine parallele Leitströmung. Lediglich zwei Richtlinien fordern einen senkrechten Mündungswinkel

bei geringen Abflüssen bzw. niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten im Unterwasser: MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP (2005) und NMFS (2011); vermutlich soll so eine möglichst große Leitströmungsausbreitung (-fahne) erwirkt werden.

Die Strömungsverhältnisse im Unterwasser einer Stauanlage beeinflussen die Auffindbarkeit einer FAA maßgeblich. Im Leitströmungsbereich sind Kehr-, Quer- und Rückströmungen sowie Turbulenzen daher grundsätzlich zu vermeiden.

Es finden sich zahlreiche (jedoch leicht variierende) Angaben für Leitstromgeschwindigkeiten (oder Fallhöhendifferenzen im Einstiegsbereich) für unterschiedliche Arten oder Familien, z.B. in BELL 1990, LARINIER ET AL. 1994 und SNIP 2.06.07-87 1987. Da FAA in Deutschland grundsätzlich den Aufstieg möglichst vieler Arten und Lebensstadien ermöglichen sollen (und nicht nur für bestimmte Arten oder Altersstadien dimensioniert werden), beträgt die empfohlene Leitstromgeschwindigkeit hierzulande zwischen 0,8 - 1,2 m/s (DWA 2010). Interessant sind die Empfehlungen von PAVLOV (1989); er gibt absolute Leitstromgeschwindigkeiten an (artabhängig zwischen 0,7 - 1,2 m/s), empfiehlt jedoch grundsätzlich Werte von $0,6 - 0,8 v_{krit}$ (v_{krit} = kritische Schwimmggeschwindigkeit) und Leitstromgeschwindigkeiten, die 0,15 - 0,2 m/s über der Hauptströmung liegen (sofern die kritischen Schwimmggeschwindigkeiten dabei nicht überschritten werden).

Es gibt international nur wenige Richtwerte zu Dotation und Strömungsimpuls. Die vielfach in den anderen Richtlinien zitierten Richtwerte sind:

- LARINIER ET AL. 1994:
Dotation der Leitströmung an kleinen Gewässern: ~ 5% des Gesamtabflusses
Dotation der Leitströmung an großen Gewässern: 10% MNQ bzw. 1 - 1,5% $Q_{a,WKA}$ (wobei $Q_{a,WKA} \sim 2 MQ$)
- NMFS, 2011: Dotation der Leitströmung: 5 - 10% des sog. 'design high flow' ('design high flow' ist der Abfluss, der an 5% der Zeit während der Wandersaison überschritten wird)

Europäische Richtlinien empfehlen üblicherweise die Orientierungswerte von LARINIER ET AL.

Kleinräumige Positionierung des Einstiegs

Die kleinräumige Positionierung einer FAA steht in engem Bezug zur großräumigen Anordnung und Leitströmung, betrifft jedoch vor allem die Einbindung in das Unterwasser des Wanderhindernisses. Gewöhnlich steigen Fische bis unmittelbar vor eine physische oder hydraulische Wanderbarriere auf und suchen dort nach einer weiteren Aufstiegsmöglichkeit. Der Einstieg einer FAA muss demnach dort positioniert werden, wo Fische aufgrund ihres positiv rheotaktischen Wanderhaltens, ihres Leistungsvermögens und ihrer Orientierung auf ein Wanderhindernis treffen bzw. sich natürlicherweise konzentrieren. Ein entsprechend wahrnehmbarer (dotierter) und dimensionierter FAA-Einstieg sollte dementsprechend unmittelbar am Wehrfuss oder Krafthaus liegen.

An breiten Wanderhindernissen oder größeren Wasserkraftanlagen kann die kleinräumige Anordnung des Einstiegs Probleme bereiten. In diesen Fällen bieten sich Sammelgalerien mit mehreren Einstiegen als mögliche Lösung an. Diese Einstiegskonstruktion wird in der Literatur mehrfach beschrieben, z.B. in LARINIER ET AL. (1994), CLAY (1995) und DWA (2010), allerdings beinhalten die Richtlinien nur wenige Bemessungshilfen.

Gestaltung des Einstiegs

Neben der Lage des Einstiegs und der Leitströmung hat auch die konstruktiv-hydraulische Ausgestaltung des Einstiegs Einfluss auf die Funktionsfähigkeit einer FAA.

In der Regel herrschen an Stauanlagen abflussbedingt ausgeprägte Unterwasserstandsschwankungen vor, die die Funktionsfähigkeit einer FAA beeinträchtigen können. Beispielsweise kann ein hoher Einstau eines FAA-Einstiegs zur Abschwächung der Leitströmung führen. Es ist grundsätzlich erforderlich, dass die geometrischen und hydraulischen Grenzwerte bei allen Abflüssen und Wasserspiegellagen zwischen Q_{30} und Q_{330} eingehalten werden. Sowohl das Merkblatt DWA-M 509, als auch andere Richtlinien bieten Lösungsvorschläge für dieses Problem an, z.B.

- mehrere Einstiege vorsehen (NMFS 2011),
- steuerbare (Senk-)Schütze oder Dammbalken (CLAY 1995, NMFS & USGS 2012),
- Leitwerke oder Vorschüttungen (MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP 2005) und
- Zusatzwasserdotation zur Verstärkung der Leitströmung (USACE 1990, LARINIER ET AL. 1994, NMFS & USGS 2012).

Eine Anbindung des FAA-Einstiegs an die Gewässersohle zur besseren Erreichbarkeit des Einstiegs für bodenorientierte und leistungsschwächere Arten, wie sie bereits im DVWK-Merkblatt 232 (1996) empfohlen wurde, wird lediglich in europäischen Ländern verlangt (vgl. z.B. LEBENS-MINISTERIUM 2011, BAFU 2012 und HYDROPROJEKT 2011).

Zusammenfassung und Ausblick

Ein Vergleich internationaler Richtlinien für Fischaufstiegsanlagen (REDEKER & NEUMAYER 2012) hat gezeigt, dass die internationalen Standards und das neue deutsche Regelwerk (DWA-M 509) in Bezug auf den Aspekt der Auffindbarkeit in vielen Punkten gut übereinstimmen, z.B. bei der großräumigen Anordnung, kleinräumigen Positionierung und Gestaltung des Einstiegs. Unterschiede gibt es in einigen wenigen Aspekten, wie z.B. der Leitstromgeschwindigkeit. Diese liegen im jeweiligen Richtlinienfokus (z.B. RL fokussiert auf *Salmonidae*) oder in der gegensätzlichen Bemessungsphilosophie (z.B. Fließgewässerzonen vs. Zielarten orientiert) begründet.

Alle Richtlinien lassen einige Fragestellungen offen. Dies betrifft vor allem

- die Schnittstelle Hydraulik - Fisch(verhalten) (z.B. konkrete Empfehlungen für die Dotation von FAA an großen Gewässern (BWaStr) und Wasserkraftanlagen (idealerweise für unterschiedliche Arten(gruppen)) oder der Einfluss der Beckendimensionierung und des resultierenden Strömungsmusters auf die Passierbarkeit der FAA) und
- Bemessungsempfehlungen für bestimmte FAA-Typen (z.B. Fischaufzug) oder Anlagenelemente (z.B. Sammelgalerien).

Mit Blick auf die Fortschreibung der Regelwerke und Beantwortung der vordringlich hydraulisch-ökologischen Fragen wären zeitnahe fokussierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und Monitoring ausgeführter Projekte sehr wertvoll, um den gegenwärtigen Stand des Wissens und der Technik zu verbessern.

Literatur

- ADAM, B. & U. Schwevers (2006): Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen - Auswertung durchgeführter Untersuchungen und Diskussionsbeiträge für Durchführung und Bewertung. DWA-Themen, April 2006, 123 S.
- AUCKLAND REGIONAL COUNCIL (2000): Fish passage guidelines for the Auckland Region. Technical Publication No. 131, Auckland, Neuseeland, 40 S.
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2012): Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken - Checkliste Best practice. Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1210, 79 S.
- BELL, M. (1990): Fisheries Handbook of Engineering Requirements and Biological Criteria. 3rd Edition, US Army Corps of Engineers, North Pacific Division. Portland, Oregon, USA. 353 S.
- CLAY, C. (1995): Design of fishways and other fish facilities. 2nd Edition, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida (USA), 248 S.
- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.) (1996): Merkblatt 232: Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Bonn, 110 S.
- DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) (2010): Merkblatt M-509: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Hennef, 285 S., (Gelbdruck)
- ENVIRONMENT AGENCY (2010): Environment Agency Fish Pass Manual. Version 2.2, Document - GEHO 0910 BTBP-E-E, GB- Bristol, November 2010, 369 S.
- GERHARDT, P. (1904): Fischwege und Fischteiche - die Arbeiten des Ingenieurs zum Nutzen der Fischerei. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig
- HYDROPROJEKT CZ a.s. (2011): Zprůchodňování Migračních Bariér Rybími Přechody. TNV 75 2321, Prag, 27 S.
- KATOPODIS, C. (1992): Introduction to Fishway Design. Department of Fisheries and Oceans, Winnipeg, Manitoba, Kanada, 68 S.
- KELLER, H. (1885): Die Anlage der Fischwege. Centralblatt der Bauverwaltung, Nr. 25

- 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 S.
- LEBENSMINISTERIUM (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (2011): Grundlagen für einen österreichischen Leitfadens zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs). Wien, 87 S.
- MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP (2005): Vismigratie - Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Brüssel, 208 S.
- NMFS (National Marine Fisheries Service) (2011): Anadromous Salmonid Passage Facility Design. NMFS, Northwest Region, Portland, Oregon, USA, 138 S.
- NMFS & USGS (National Marine Fisheries Service & U.S. Geological Survey) (2012): Diadromous Fish Passage - A Primer on Technology, Planning, and Design for the Atlantic and Gulf Coasts.
- PAVLOV, D.S. (1989): Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR. FAO Fisheries Technical Paper 308, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom, 96 S.
- SNIP 2.06.07-87 (1987): Wehre, Schiffsschleusen, Fischaufstiegs- und Fischschutzanlagen. Gosstroj, UdSSR. ZITP Gosstroja UdSSR (in russ.)
- REDEKER, M. & A. NEUMAYER (2012): Literaturstudie Internationale Richtlinien für Fischaufstiegsanlagen. Studie im Auftrag der Bundesanstalt für Wasserbau, ARCADIS Deutschland GmbH, unveröffentlicht
- 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

