

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 Krafthausgebäude;
- Lage/Platzierung von mehreren Einstiegen in Fischaufstiegsanlagen;
- Hydraulische Herausforderungen bei Zudotationen (mittels Bypassleitungen oder Dotationsturbinen) 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 Unterwasserstandschwankungen eine weitgehend konstante Leitströmungsgeschwindigkeit über die gesamte Betriebsdauer zwischen UW_{30} und UW_{330} 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 derartiger 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)

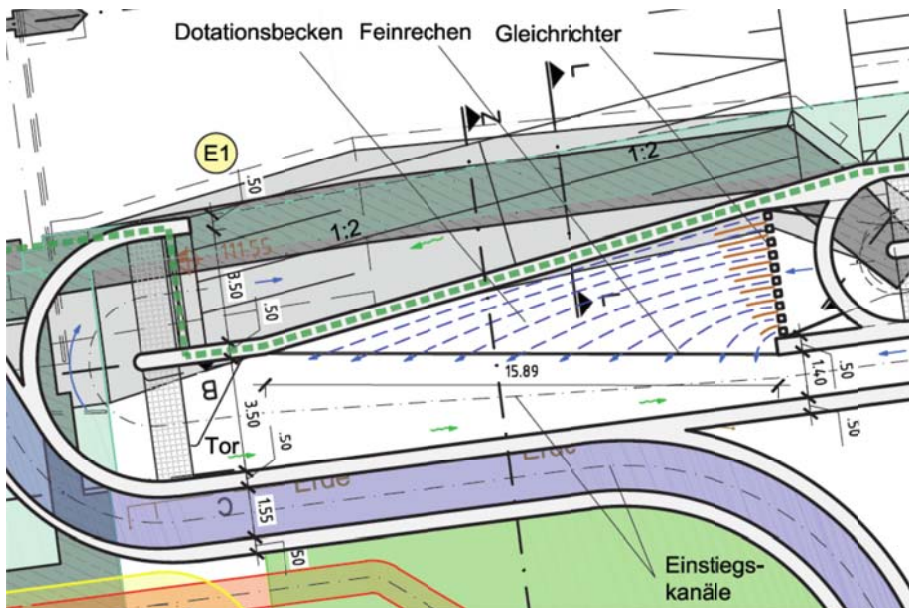


Bild 2: Skizze eines neuartigen Einstiegs in eine Fischeaufstiegsanlage mit 180°-Umlenkung und einflügeligem Tor (Quelle: ARGE)

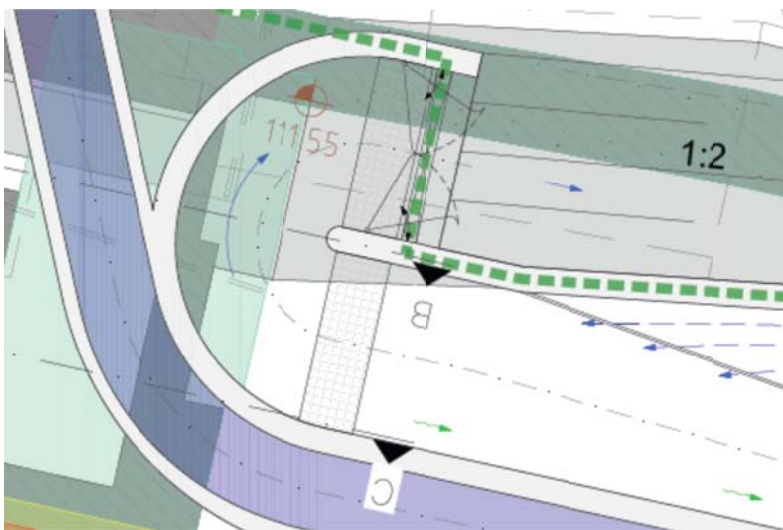


Bild 3: Skizze eines neuartigen Einstiegs in eine Fischeaufstiegsanlage mit 180°-Umlenkung und zweiflügeligem Tor (Quelle: ARGE)

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, Qualitätssicherung. 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. & 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.
- 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. & 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.; Kampke, W.; Deutsch, L. & M. Scholten (2013): Zur Frage der Dotationswassermenge von Fischaufstiegsanlagen an großen Fließgewässern. WasserWirtschaft 1/2 2013, S. 33 - 38