

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Fiedler, Gerrit; Bauerfeind, Christof; Mahl, Lena

Modellversuche zur Gestaltung der Dotationsbecken in den Pilotanlagen Lauffen und Kochendorf am Neckar

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106434>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Fiedler, Gerrit; Bauerfeind, Christof; Mahl, Lena (2019): Modellversuche zur Gestaltung der Dotationsbecken in den Pilotanlagen Lauffen und Kochendorf am Neckar. In: Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.): Standardisierung von Fischaufstiegsanlagen – Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen. 6. Kolloquium zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen am 6./7. Juni 2018 in Koblenz - BfG-Veranstaltungen 1/2019. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde. S. 43-49.

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.



Modellversuche zur Gestaltung der Dotationsbecken in den Pilotanlagen Lauffen und Kochendorf am Neckar

Gerrit Fiedler, Christof Bauerfeind und Lena Mahl

1 Einleitung

An den Neckarstandorten Lauffen und Kochendorf werden Pilotanlagen errichtet, um Forschungsfragen für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit an den Bundeswasserstraßen zu beantworten (HENNING & SCHÜTZ 2015). Mithilfe beider Anlagen wird unter anderem untersucht, durch welche Faktoren die Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage (FAA) optimiert werden kann. Für die Umsetzung dieses Vorhabens werden verschiedene Leitdurchflüsse und Einstiegspositionen getestet und verglichen.

Um die notwendigen Leitdurchflüsse an den Pilotanlagen bereitzustellen, müssen die Basisdurchflüsse der FAA durch die Einleitung von zusätzlichem Durchfluss erhöht werden. Diese Art von Durchflusserhöhung wird Dotation genannt und umgesetzt, indem das zusätzliche Wasser mithilfe von Dotationsbecken in das Einstiegsbecken der FAA geleitet wird. Damit die Passierbarkeit der FAA durch die Einleitungsströmung nicht negativ beeinflusst wird, wird von Fischbiologen empfohlen, die Einleitung mit einer langsamen und beruhigten Strömung auszuführen. In der aktuellen Literatur (z. B. DWA 2014) für den Bau von FAA werden derzeit keine konkreten Dimensionierungsempfehlungen für die Gestaltung von Dotationsbecken angegeben. Um die Planung der Pilotanlagen zu unterstützen, wurden in der BAW Modellversuche mit gegenständlichen und numerischen Modellen durchgeführt und untersucht, wie die Dotationsbecken der Pilotanlagen gestaltet werden können, um eine langsame, gleichmäßige und ruhige Einleitungsströmung im Einstiegsbecken zu erreichen. Aufbauend auf bisherigen Untersuchungen (BAW 2017) werden im Folgenden die Ergebnisse der Modellversuche für die Pilotanlagen Lauffen und Kochendorf am Neckar vorgestellt.

2 Dotationsanlagen

Das für die Dotation benötigte Wasser wird in der Regel mithilfe eines Entnahmebauwerks aus dem Oberwasser der Staustufe entnommen und mit einer Transportleitung in Form eines Kanals oder Rohres zu einem Energieumwandlungsbecken geleitet. Hier wird die überschüssige hydraulische Energie umgewandelt, welche aufgrund der Fallhöhe zwischen Ober- und Unterwasser im hydraulischen System vorliegt. Nach der Energieumwandlung wird das Wasser für die Dotation erneut in eine Transportleitung geleitet und zum Einstiegsbecken geführt.

Da FAA in der Regel an Bestandsbauwerken errichtet werden, sind die Standorte durch die Grundmauern des Krafthauses, Brückenpfeilern oder Uferbefestigungen von konstruktiven Zwangspunkten und Platzbegrenzung geprägt. Aus diesem Grund bietet es Vorteile, Dotationsbecken und die daran angeschlossene Transportleitung kompakt zu dimensionieren. Allerdings ist bei kompakten Designs eine Aufweitung, Vergleichmäßigung und Beruhigung zwischen der Transportleitung und der Einleitung vorzusehen, um die oben beschriebene fischbiologische Anforderung einer langsamen, gleichmäßigen und turbulenzarmen Einleitungsströmung zu erreichen.

3 Pilotanlage Lauffen

3.1 Anordnung des Einstiegs- und Dotationsbeckens sowie der Transportleitung

Am Standort Lauffen ist ein uferseitiger und ein wehrseitiger Einstieg geplant (siehe Abb. 1). Das Dotationsbecken ist in der äußeren Ecke des Einstiegsbeckens positioniert und durch einen in 45°-angeordneten Rechen vom Einstiegsbecken abgegrenzt. An das Dotationsbecken schließt der Transportkanal an, welcher das Wasser aus der Energieumwandlungsanlage bzw. dem Fallschacht zum Dotationsbecken führt. Um den benötigten Dotationsdurchfluss in angemessener Art und Weise in das Einstiegsbecken zu leiten, muss der Fließquerschnitt der Strömung im Dotationsbecken auf den Querschnitt des eingezeichneten Rechens aufgeweitet werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Strömung auch um etwa 45° umzulenken, damit der Rechen gleichmäßig durchströmt wird. In der BAW wurde ein gegenständliches Modell aufgebaut, in dem unter anderem untersucht wurde, mit welchen Maßnahmen dieses Ziel erreicht werden kann.

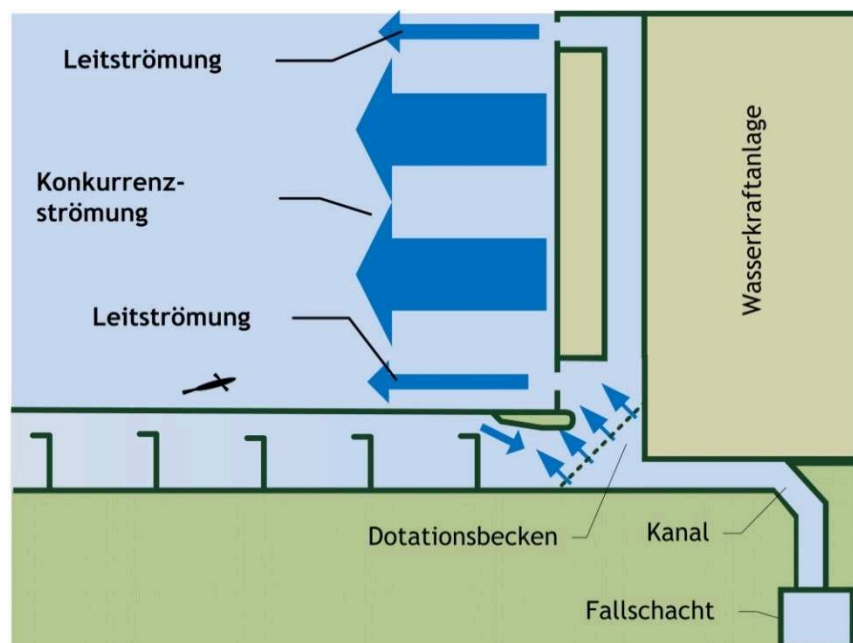


Abb. 1: Skizze der FAA Lauffen (Planung: Amt für Neckarausbau Heidelberg, Ingenieurbüro Flöcksmühle GmbH) mit zwei Einstiegen und Dotationsbecken

3.2 Gegenständliche Modellversuche zur Dotationseinleitung

Für die Strömungsaufweitung und -umlenkung zwischen Transportkanal und Rechen wurden im gegenständlichen Modell verschiedene Einbauten getestet. In Abb. 2 (links) ist neben dem Dotationsbecken ohne Einbauten (Design 1) eine Anordnung von Einbauten zur Optimierung der Strömung (Design 2) dargestellt. Diese besteht aus zwei Schlitzfenstern, die in Bezug zum Transportkanal und dem Rechen so angeordnet sind, dass die Strömung um 45° umgelenkt und zentral zum Rechen geleitet wird. Nach der Umlenkung wird die Strömung durch fünf symmetrisch platzierte Pfeiler aufgeweitet, sodass der Rechen gleichmäßig durchströmt werden kann. Geschwindigkeitsmessungen der direkten Rechenabströmung (Abb. 2, rechts) zeigen, dass bei Design 1 im mittleren Bereich des Rechens hohe Geschwindigkeiten auftreten und ein großer Teil des Rechens nicht durchströmt wird. Bei Design 2 treten deutliche niedrigere Geschwindigkeiten auf, wodurch die Durchströmung des Rechens vergleichmäßigt werden konnte.

Neben weiteren Untersuchungen zur Dotationseinleitung wurden auf der Grundlage von Geschwindigkeitsmessungen im gegenständlichen Modell auch die Energieumwandlung im Fallschacht, die Passierbarkeit im Einstiegsbecken und Möglichkeiten zur Durchflusssteuerung zwischen den Einstiegen untersucht. Die Ergebnisse aller Untersuchungen sind in einem Gutachten dokumentiert, welches im Laufe des Jahres veröffentlicht wird.

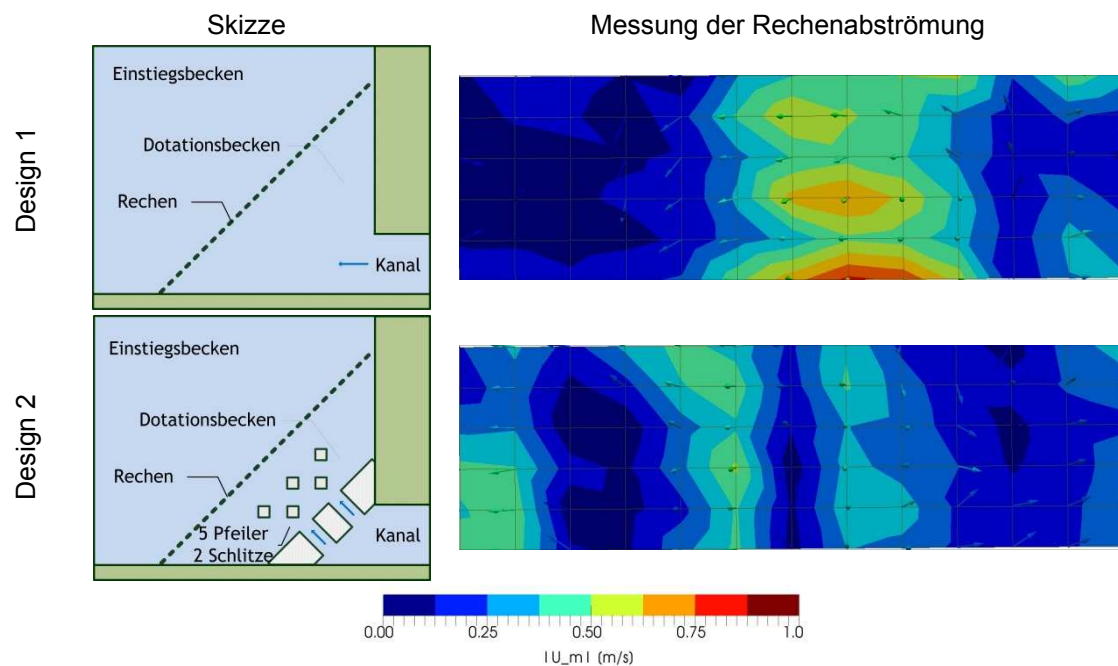


Abb. 2: Untersuchungsvarianten (links) und Geschwindigkeitsmessung der Rechenabströmungsgeschwindigkeit (rechts)

4 Pilotanlage Kochendorf

4.1 Anordnung des Einstiegs- und Dotationsbeckens sowie der Transportleitung

Ähnlich wie am Standort Lauffen ist auch an der Pilotanlage Kochendorf geplant, zwei Einstiege für Forschungsfragen zu betreiben. Wie in Abb. 3 dargestellt ist, unterscheidet sich jedoch die Anordnung des Dotationsbeckens von der Planung in Lauffen, da sich die konstruktiven Gegebenheiten an den Standorten in Punkten Platzbegrenzung und Linienführung unterscheiden. Aus diesem Grund ist das Dotationsbecken seitlich, unterhalb des letzten FAA-Schlitzes platziert. Der Rechen des Dotationsbeckens ist, wie bei den an der BAW durchgeführten ethohydraulischen Versuchen zur Dotationseinleitung (CZERNY & SCHÜTZ 2017), mit 30°-Schrägstellung angeordnet. Am Dotationsbecken ist ein Transportkanal angeschlossen, welcher einen konstanten Querschnitt und oberhalb der Einleitung eine 180°-Kurve aufweist. Die Energieumwandlung wird durch einen Überfall im Transportkanal und ein anschließendes Tosbecken umgesetzt. Anders als in Lauffen ist bei diesem Entwurf von Transportkanal und Dotationsbecken keine Strömungsaufweitung notwendig, um eine gleichmäßige Einleitung der Dotation zu realisieren. Jedoch wird die Strömungsverteilung durch die 180°-Kurve im Transportkanal beeinflusst, wodurch Maßnahmen zur Vergleichmäßigung vor der Einleitung notwendig sind.

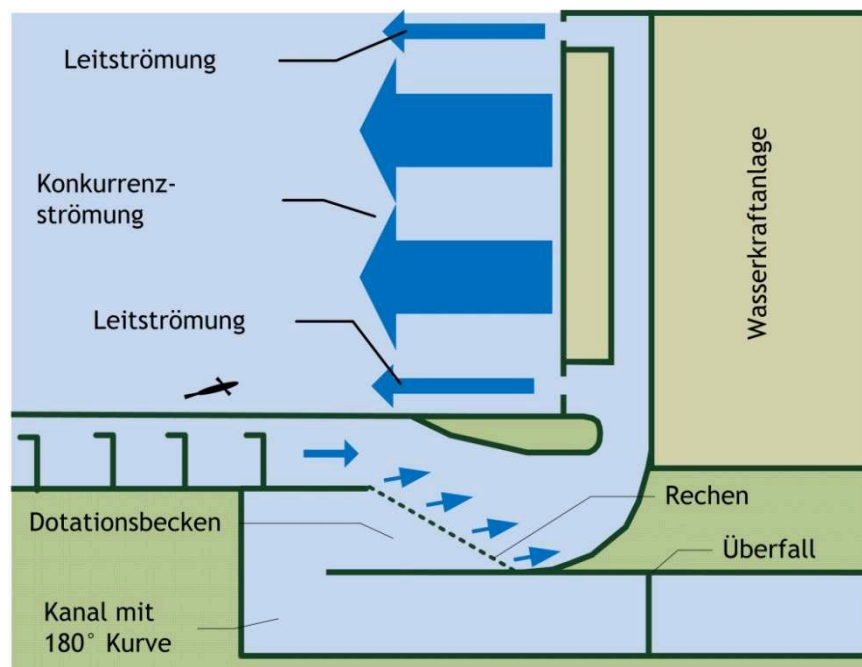


Abb. 3: Skizze der FAA Lauffen (Planung: Amt für Neckarausbau Heidelberg, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH) mit zwei Einstiegen und Dotationsbecken

4.2 Numerische Modellversuche zur Dotationseinleitung

Zur Untersuchung der Vergleichmäßigung der Strömung unterhalb der 180°-Kurve wurde in der BAW ein numerisches 3D-Modell mit OpenFOAM® aufgebaut. Hiermit wurden Einbauten in der 180°-Kurve getestet, mit welchen eine gleichmäßige Einleitungsströmung umgesetzt werden kann. In Abb. 4 sind drei Untersuchungsvarianten (links) und die Ergebnisse der

Strömungssimulationen (rechts) dargestellt. Design 1 repräsentiert den Istzustand (ohne Einbauten) der 180°-Kurve, Design 2 eine eckige Leitwand und Design 3 vier konzentrische Leitwände. Die Ergebnisse der Simulationen zeigen, dass durch Design 1 eine größere Strömungsablösung erzeugt wird und sich im Bereich der Einleitung eine ungleichmäßige Strömungsverteilung einstellt. Durch Design 2 und 3 konnte der Effekt der Strömungsablösung deutlich verringert werden, sodass im Bereich des Rechen eine gleichmäßige Strömung erreicht wird. Da fein aufgelöste Leitbleche, wie im Design 3 verwendet, für den Betrieb und die Wartung des Bauwerks Nachteile hervorrufen und bereits mit Design 2 das Auftreten von hohen Geschwindigkeiten bereits stark verringert wird, konnte durch die Modellversuche eine praktikable Lösung für die gleichmäßige Dotationseinleitung (Design 2) gefunden werden. Neben der Einleitung der Dotation wurde mithilfe des Modells auch eine Lösung für eine kompakte Energieumwandlung gefunden und die hydraulische Leistungsfähigkeit des Transportkanals nachgewiesen. Die Ergebnisse der Modelluntersuchungen werden demnächst in einem Gutachten dokumentiert und veröffentlicht.

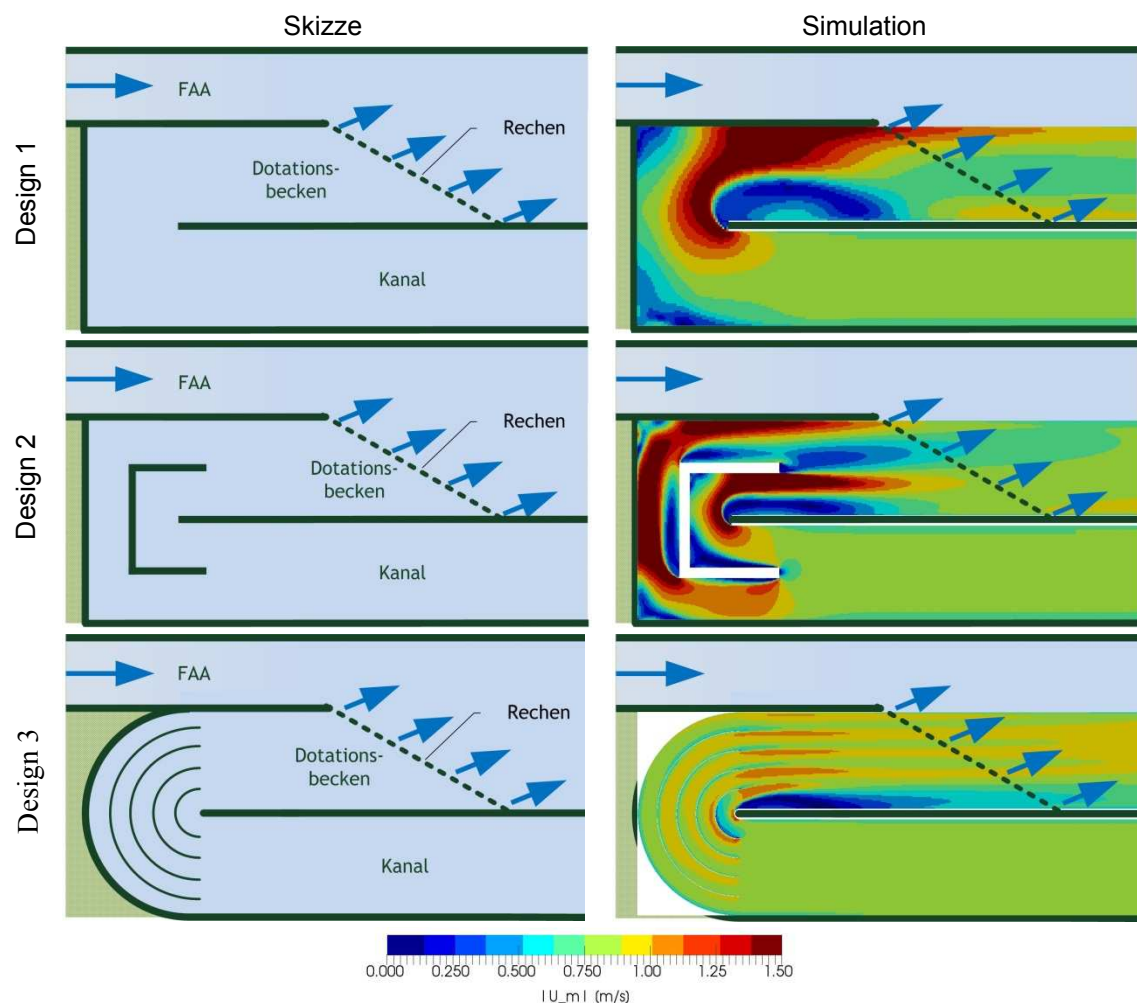


Abb. 4: Untersuchungsvarianten (links) und Simulation der Strömungsgeschwindigkeiten (rechts)

5 Zusammenfassung und Ausblick

Um die Qualität der beratenden Tätigkeit von BAW und BfG im Projekt der Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit zu untermauern, sind die Pilotanlagen ein wichtiger Baustein. Im Rahmen der Planungsarbeiten wurden in der BAW hydraulische Modelluntersuchungen für die Pilotanlagen Wallstadt, Lauffen und Kochendorf durchgeführt und Lösungen für eine gleichmäßige und beruhigte Einleitung der Dotation entwickelt. Dabei wurde für die FAA Wallstadt ein System für ein Dotationsbecken entwickelt, welches an ein unterirdisch verlegtes Transportrohr angeschlossen ist (BAW 2017). Für die FAA Lauffen wurden Einbauten entworfen, die es ermöglichen, die Strömung aus einem Transportkanal in kompakter Bauweise umzulenken und den Strömungsquerschnitt um ein Vielfaches aufzuweiten. Um für die FAA Kochendorf eine geeignete Dotationseinleitung zu realisieren, wurden verschiedene Strömungsleitelemente für 180°-Kurven in Kanälen mit konstantem Querschnitt erfolgreich getestet.

Durch die beschriebenen Untersuchungen wurden für drei standortspezifische Fragestellungen Lösungen gefunden und Konzepte für die Bauweise von Dotationsbecken entwickelt, die, wo anwendbar, auch auf weitere Standorte mit Dotation angewendet werden können. Da an vielen Standorten der Bundeswasserstraßen eine Erhöhung des Leitdurchflusses durch Dotation notwendig ist (WEICHERT et al. 2013), arbeiten BfG und BAW darüber hinaus an generell gültigen Bemessungsempfehlungen.

Literatur

- BAW (2017): Modellversuche zur Gestaltung eines Dotationsbeckens und dessen Zuleitung für die Fischaufstiegsanlage Wallstadt am Main, Gutachten der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe
- CZERNY, R., C. SCHÜTZ (2017): Ethohydraulische Versuche zur Untersuchung der Passierbarkeit von Einstiegsbecken in Fischaufstiegsanlagen, Tagungsband HTG Kongress, Duisburg, 13.-15. September 2017
- DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef
- HENNING, M., C. SCHÜTZ (2015): Design and special constructions of fishway pilot sites on German Federal Waterways, Presentation Fish Passage, Groningen NL, 22.-24. Juni 2015
- WEICHERT, R., W. KAMPKE, L. DEUTSCH, M. SCHOLTEN (2013): Zur Frage der Dotationswassermenge von Fischaufstiegsanlagen an großen Fließgewässern, Wasserwirtschaft 103 (1/2), 33-38



2008-2011

Studium Maritime Technologien in Bremerhaven

2011-2015

Studium Umweltingenieurwesen in Kassel

seit 2015

Bundesanstalt für Wasserbau,
Referat Bundeswasserstraße und Umwelt

Projektbearbeitung:

Seit 2015:

Sonderbauwerke in Fischauftstiegsanlagen

Kontakt:

Gerrit Fiedler

Bundesanstalt für Wasserbau

Kußmaulstraße 17

76187 Karlsruhe

Tel.: 0721/ 9726 5240

E-Mail: gerrit.fiedler@baw.de