

Conference Paper, Published Version

Pitsch, Matthias; Mockenhaupt, Bernd

Passierbarkeit in unterschiedlichen Abschnitten einer Fischaufstiegsanlage in Schlitzpassbauweise

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102426>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Pitsch, Matthias; Mockenhaupt, Bernd (2014): Passierbarkeit in unterschiedlichen Abschnitten einer Fischaufstiegsanlage in Schlitzpassbauweise. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau; Bundesanstalt für Gewässerkunde. S. 105-111.

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.



Passierbarkeit in unterschiedlichen Abschnitten einer Fischaufstiegsanlage in Schlitzpassbauweise

Matthias Pitsch und Bernd Mockenhaupt

1 Einleitung

Seit 2010 ist die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) zuständig, in Bundeswasserstraßen Maßnahmen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an den Stauanlagen, die von ihr errichtet oder betrieben werden, durchzuführen, wobei sie durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) fachlich unterstützt wird. Trotz vorhandener Richtlinien und Empfehlungen für den Bau von Fischaufstiegsanlagen (ARMSTRONG et al. 2010, BMLFUW 2012, DWA 2014, FAO/DVWK 2002, LARINIER 2002) belegen Studien (BUNT et al. 2012, NOONAN et al. 2012), dass viele, auch neu gebaute, Anlagen nicht voll funktionstüchtig sind. Daher sollen von BfG/BAW u. a. fachliche Fragen hinsichtlich der Auffindbarkeit und Passierbarkeit von Fischaufstiegsanlagen (FAA) geklärt werden (WEICHERT & SCHOLTEN 2015, siehe S. 20ff.).

Schlitzpässe gelten generell als gut erforschter Typ von FAA, wobei dies vor allem auf die Standardbecken zutrifft, für welche es genaue Vorgaben hinsichtlich der geometrischen Abmessungen und hydraulischen Verhältnisse gibt. Allerdings treten bedingt durch örtliche Gegebenheiten in praktisch jeder Anlage auch Anlagenabschnitte mit gesonderten Funktionen (Sonderbauweisen) bzw. veränderten Abmessungen auf. Deren veränderte Geometrien verursachen veränderte hydraulische Muster sowohl in Sonderbau-Abschnitten als auch in angrenzenden Standardbecken. Dabei ist zurzeit unklar, wie sich die verschiedenen Strömungsmuster auf die Passierbarkeit der Anlagenabschnitte für Fische auswirken.

Ziel der hier beschriebenen Untersuchung ist es, anhand der Variablen „Passagerate“ und „Passagegeschwindigkeit“ die Passierbarkeit von FAA zu beurteilen und dies an einem Beispiel zu testen. Dabei wurden einzelne Abschnitte eines Schlitzpasses betrachtet und die oben genannten Variablen verschiedener Fischarten ermittelt, um ggf. problematische Abschnitte zu identifizieren.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsobjekt

Ab 2013 wurden Untersuchungen zur Passierbarkeit an der Fischaufstiegsanlage der Staustufe Koblenz an der Mosel (Abb. 1) durchgeführt. Mit der FAA wird über 39 Becken die Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasser (bis 6 m) überwunden. Dabei ergibt sich eine Wasserspiegeldifferenz Δh zwischen den Becken von 15 cm. Die meisten Becken besitzen eine Länge von 3,6 m, wobei einzelne Becken auch länger gestaltet sind.

Die Anlage verfügt über drei Einstiege für aufwandernde Fische. Die Einstiege 1&2 befinden sich unmittelbar am Querbauwerk und haben eine Öffnung in Fließrichtung sowie eine Öffnung senkrecht zur Fließrichtung. Einstieg 3 ist als Raugerinne gestaltet und 50 m stromab des Querbauwerks im spitzen Winkel zur Fließrichtung an das Flussbett angebunden.

Im unteren Teil der FAA befinden sich drei geradlinige Sektionen, welche aus jeweils vier bis fünf Becken mit gleicher geometrischer Abmessung bestehen. Verbunden werden diese Sektionen mit 180°-Wendebecken. Die Anordnung der Schlitze in den drei Wendebecken ist nicht überall gleich. Während sich in Wendebecken 1 und 2 der oberwasserseitige Schlitz auf der Innenseite der Wendung befindet, liegt diese Schlitzöffnung bei Wendebecken 3 auf der Außenseite der Wendung.

Im oberen Teil der FAA befinden sich unterschiedlich lange Becken. In Sektion 4 liegen 12 Becken, wovon zwei Bereiche mit je 2x90°-Wendungen enthalten. Sektion 5 besteht aus zwei langen Becken und dem Ausstieg aus der FAA.

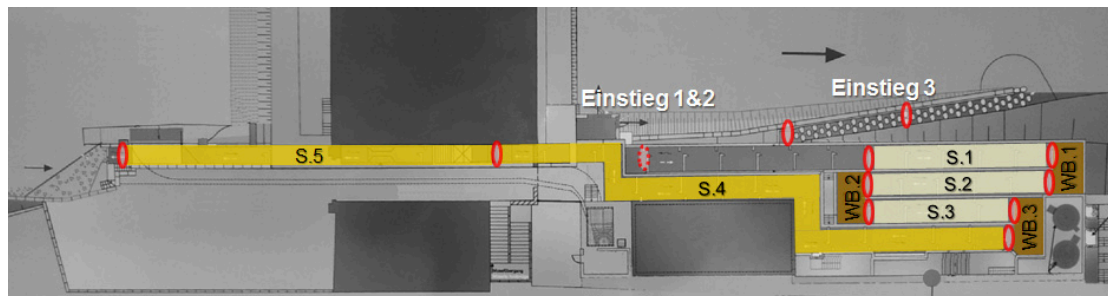


Abb. 1: FAA Koblenz mit Darstellung der untersuchten Abschnitte: Sektion (S.) 1-5, Wendebecken (WB.) 1-3, Einstiege 1/2 und 3. Die Stellen, an denen Antennen zur Detektion der Fische installiert wurden, sind rot markiert.

2.2 Fischmarkierung

Im Jahr 2013 wurden im April sowie von September bis November insgesamt 732 Fische von 9 Arten mit PIT-Tags (Oregon RFID, Portland, Oregon, USA) markiert. Diese ermöglichen eine individuelle Detektion der Fische an Punkten mit entsprechenden Antennen. Die Fische wurden mittels Elektrofischerei im Unterwasser der FAA sowie in einer Fangkammer innerhalb der FAA Koblenz (GEBLER 2010) gefangen. Die Fische wurden mittels Nelkenöl narkotisiert und die PIT-Tags in die Bauchhöhle implantiert. Kleine Fische (15-19 cm) wurden mit 12 mm langen Tags markiert, Fische ab 20 cm wurden mit 23 mm langen Tags versehen. Anschließend wurden die Fische zur Regeneration nach der Narkose in einem Behälter gehältert und im Anschluss 550 m stromab der FAA in die Mosel zurückgesetzt.

Antennen zur Detektion der markierten Fische wurden an mehreren Schlitzen zwischen den Becken der FAA installiert. Die Antennen bestanden aus Holzrahmen in dem Kabel in zwei Schleifen eingebettet waren, Tunerbox sowie Reader (Oregon RFID, Portland, Oregon, USA). Die Platzierung der Antennen wurde so gewählt, dass die oben beschriebenen Abschnitte der FAA jeweils durch Antennen begrenzt wurden (Abb. 1). Zudem wurden am Einstieg 3 Antennen installiert, um das dortige Vorkommen und den Einstieg von Fischen zu erfassen. Zusätzlich wurden im Laufe des Jahres 2013 am Einstieg 1/2 Antennen installiert, wodurch ab 2014 Informationen über diesen Anlagenteil der FAA erhalten wurden.

Die Antennen wurden entsprechend der Schwimmrichtung der Fische nummeriert, dabei bezeichnen A0-A3 die Antennen an den Einstiegen und A4-A12 die weiteren Antennen innerhalb der FAA in Richtung Oberwasser.

2.3 Datenanalyse

Jede Detektion eines Fisches an einer Antenne wurde als Durchquerung der Engstelle/des Schlitzes bewertet. Dabei wurde die erste Detektion an einer beliebigen Antenne als Eintritt des jeweiligen markierten Fisches in die FAA gewertet. Da im Jahr 2013 nur Rotaugen in ausreichender Anzahl redetektiert wurden, konnten zunächst weitere Analysen nur für diese Art durchgeführt werden.

Um als erfolgreich in die FAA eingestiegen gewertet zu werden, mussten Fische zuerst an Antennen der Einstiege (A0-A3) und danach an Antennen im weiteren Verlauf der FAA ($\geq A4$) detektiert werden. Durch das Fehlen von Antennen am Einstieg 1/2 wurde für 2013 festgelegt, dass der Eintritt von Fischen über Einstieg 1/2 vorlag, wenn die erste Detektion innerhalb FAA ($\geq A4$) erfolgte. Zudem wurde der Eintritt über Einstieg 1/2 angenommen, wenn Fische zwar zuerst an Einstieg 3 detektiert wurden, aber erst nach mehr als 20 min eine Detektion innerhalb der FAA erfolgte, da nach vorliegenden Daten die Fische sehr wahrscheinlich vom Einstieg 3 zurück in den Fluss und über Einstieg 1/2 in die FAA schwammen.

Für die Analyse der Passage der gesamten Anlage wurden nur Fische herangezogen, die auch am Ausstieg detektiert wurden, wohingegen für die Analyse von einzelnen FAA-Abschnitten (Sektionen, Wendebecken) auch Fische berücksichtigt wurden, die nur den entsprechenden Abschnitt passiert hatten.

Die Passagezeit von FAA-Abschnitten wurde als Zeitdifferenz der letzten Detektion an der unteren Antenne und der ersten Detektion an der oberen Antenne berechnet. Daraus wurde die Passagegeschwindigkeit als Quotient aus Passagezeit und Länge des FAA-Abschnitts berechnet. Die Passagerate bezeichnet den Prozentsatz von an der unteren Antenne detektierten Fischen, die auch an der oberen Antenne detektiert wurden.

3 Ergebnisse und Diskussion

Nicht alle markierten Fische wurden erneut in der FAA erfasst (Tabelle 1). Nur von drei Arten (Hasel, Rotaugen, Meerforelle) wurden 2013 mindestens 25 % der markierten Fische redetektiert, wobei dies nur bei Rotaugen einer größeren Anzahl (87) entsprach.

An Einstieg 3 wurden 68 Rotaugen detektiert, wobei nur 29 Fische davon über den Einstieg 3 in das Innere der FAA (mindestens Sektion 1) aufstiegen (Abb. 2). Von den verbleibenden 39 Fischen wanderten 28 Fische zurück in den Fluss ohne wieder in die FAA einzuschwimmen. 11 Fische schwammen nach der ersten Detektion an Einstieg 3 über den Einstieg 1/2 in die FAA ein. Weitere 19 Rotaugen schwammen direkt über Einstieg 1/2 in die Anlage hinein ohne zuvor bei Einstieg 3 detektiert zu werden, so dass insgesamt 30 Rotaugen über den Einstieg 1/2 in die FAA gelangten. Aussagen darüber, wie viele Fische zuerst an Einstieg 1/2 erschienen (und dann umkehrten) können aufgrund fehlender Detektionsmöglichkeiten für 2013 nicht getroffen werden.

Tabelle 1

Anzahl markierter und redetektierter Fische im Jahr 2013 an der Fischaufstiegsanlage Koblenz

Fischart	dt. Name	Anzahl markierter Fische	Anzahl detektierter Fische	Anteil detektierter Fische
<i>Abramis brama</i>	Brassen	11	1	9 %
<i>Alburnus alburnus</i>	Ukelei	104	6	6 %
<i>Barbus barbus</i>	Barbe	32	0	0 %
<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	70	1	1 %
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	12	5	42 %
<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	101	6	6 %
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaugen	345	87	25 %
<i>Salmo trutta</i>	Meerforelle	3	1	33 %
<i>Squalius cephalus</i>	Döbel	53	10	19 %

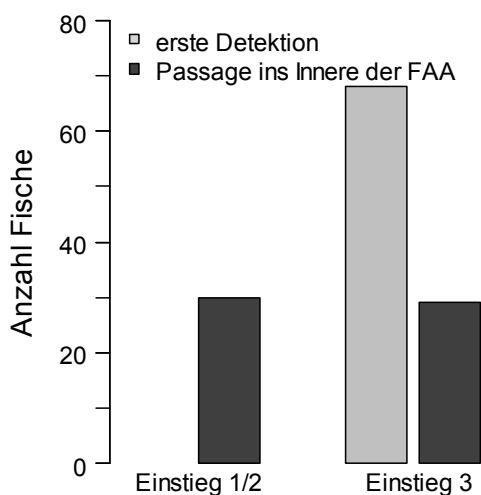


Abb. 2:

Anzahl von Rotaugen an unterschiedlichen Einstiegen der FAA Koblenz. Die Anzahl der Fische, die zuerst an Einstieg 3 detektiert wurden, ist grau dargestellt, die Anzahl der Fische, die über die jeweiligen Einstiege in das Innere der FAA einschwammen, ist schwarz dargestellt.

Von den 87 an den Einstiegen detektierten Rotaugen konnten 70 Tiere für die Passierbarkeitsanalyse der gesamten FAA verwendet werden, wobei 44 Fische den Ausstieg zum Oberwasser erreichten (Passagerate = 60 %). Die Passagezeit der Fische (Anfang Sektion 1 bis zum Ausstieg) betrug 38 - 2943 min (Median 64 min) und die Passagegeschwindigkeit lag bei $0,042 \pm 0,019$ m/s (Mittelwert \pm Standardabweichung) (Abb. 3).

In den Sektionen 1-5 betragen die Passageraten zwischen 84 und 100 %. Beim Vergleich der Passagegeschwindigkeit (Abb. 3) in den geradlinigen Strängen (Sektion 1-3) zeigte sich, dass diese in Sektion 1 und 2 höher waren (Median 0,063 und 0,064 m/s) als in Sektion 3 (Median 0,034 m/s). Für die Reduktion der Geschwindigkeit in Sektion 3 sind vermutlich nicht Ermüdungserscheinungen der Fische verantwortlich, da die Fische die folgenden Sektionen 4 und 5 wieder mit erhöhten Geschwindigkeiten durchwanderten (Median 0,046 bzw. 0,068 m/s). Als eine Erklärung für die Geschwindigkeitsunterschiede in den Sektionen sind unterschiedliche Strömungsmuster (HÖGER et al. 2014) in den Becken denkbar. In Sektion 3 wurde nur das strömungsdissipierende Muster beobachtet, wohingegen in Sektion 2 nur das strömungsstabile Muster und in Sektion 1 zeitlich wechselnd beide Muster vorlagen.

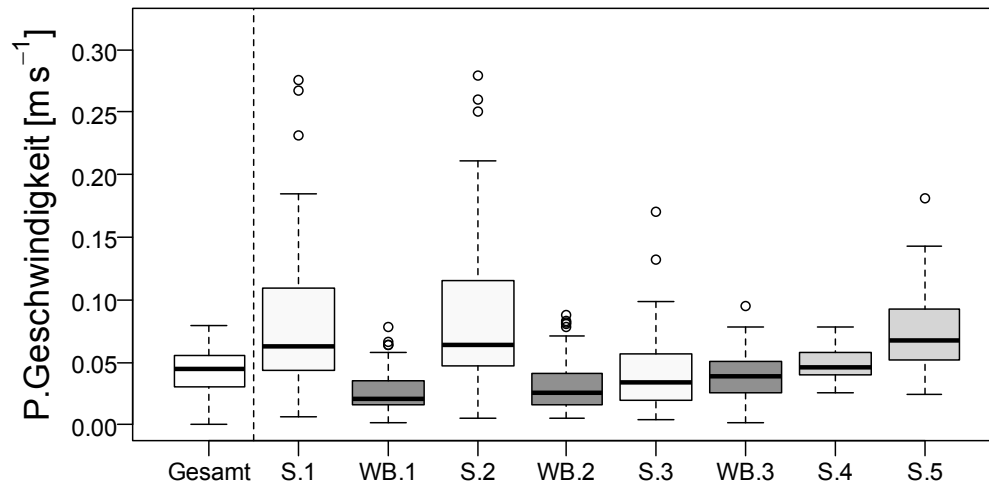


Abb. 3: Passagegeschwindigkeit von Rotaugen in der Fischaufstiegsanlage Koblenz im Jahr 2013. Die Daten wurden für die gesamte FAA sowie einzeln für die Sektionen S.1-S.5 und die Wendebecken WB.1-WB.3 abgebildet. Darstellung als Box-Whiskers-Plot mit 25 % und 75 %-Quartilen und Median.

Die Passagerate in den Wendebecken 1-3 lag bei 96 - 100 %, wobei die Passagegeschwindigkeiten (Abb. 3) geringer waren als in den geraden Sektionen (Daten für Sektion 1-3 bzw. WB.1-3 gepoolt, Wilcoxon Rangsummentest, $p < 0,001$). Die reduzierte Geschwindigkeit in den Wendebecken kann ein Hinweis darauf sein, dass diese Becken die Fischwanderung behindern. Jedoch ist es ebenfalls möglich, dass die Fische die Wendebecken als Ruhebereiche nutzen. Dies kann zum einen dadurch bekräftigt werden, dass nur sehr wenige Fische in den Wendebecken die Wanderung abbrachen. Ein zweiter Hinweis für diese Vermutung liegt darin, dass die Geschwindigkeit in den Wendebecken entgegengesetzt zu der Geschwindigkeit in der zuvor durchwanderten Sektion war, d. h. nach schneller Passage von geraden Sektionen (1-2) war die Geschwindigkeit im Wendebecken geringer (0,021 bzw. 0,026 m/s), nach langsamer Passage der geraden Sektion (3) war die Passagegeschwindigkeit im folgenden Wendebecken hingegen höher (0,039 m/s). Allerdings liegt im WB.3 wie schon beschrieben der obere Schlitz außen, der Geschwindigkeitsunterschied könnte daher auch an der unterschiedlichen Hydraulik liegen. Eine genaue Aussage über die Zusammenhänge zwischen der Hydraulik in den einzelnen Becken und der Passagezeit kann allerdings erst in einem nächsten Schritt analysiert werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In verschiedenen Abschnitten der FAA konnten durch Markierung von Fischen mit PIT-Tags Passageraten und Passagegeschwindigkeiten ermittelt werden, die Vergleiche zwischen einzelnen Anlagenteilen zulassen. Damit zeigt sich, dass die hier eingesetzte Technologie der PIT-Markierung grundsätzlich geeignet ist, Aussagen über die Passageraten und die Passagezeiten zu ermitteln. Erste Ergebnisse aus dem Jahr 2013 zeigen, dass 60 % der detektierten Rotaugen die gesamte Anlage durchschwammen, wobei in einzelnen Abschnitten der FAA Passageraten zwischen 84 und 100 % auftraten. Diese Ergebnisse sind als vorläufig zu betrachten und sind anhand der Untersuchungen 2014 und 2015 zu prüfen.

Die Passagegeschwindigkeiten waren in den Wendebecken reduziert gegenüber den geraden Sektionen, wobei auch zwischen den geraden Sektionen Unterschiede auftraten. Inwieweit diese Unterschiede sich durch die Ergebnisse 2014 und 2015 bestätigen lassen und ggf. durch hydraulische Verhältnisse (z. B. unterschiedliche Strömungsmuster) verursacht werden, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Zudem steht es noch aus, die Passierbarkeit auch für weitere Fischarten zu charakterisieren, um allgemeinere, nicht artspezifische Aussagen treffen zu können.

Literatur

- ARMSTRONG, G. S. A., M. W.; Fewings, G. A.; Gough, P. J.; Reader, N. A.; Varallo, P. V. (2010): Environment Agency Fish Pass Manual: Guidance Notes On The Legislation, Selection and Approval Of Fish Passes In England And Wales Environment Agency, Almondsbury, Bristol.
- BMLFUW (2012): Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- 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.
- DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. DWA-M 509, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.
- FAO/DVWK (2002): Fish passes – Design, dimensions and monitoring. FAO, Rome. p. 119.
- GEBLER, R. J. (2010): Zählbecken – eine Fisch schonende Methode zur Funktionskontrolle von Fischwegen. *WasserWirtschaft* 100(3): 26-29.
- HÖGER, V., HENNING, M. und NESTMANN, F. (2014): Experimental study on the influence of pool geometry on flow patterns in vertical-slot fishways. 10th International Symposium on Ecohydraulics (ISE), Trondheim.
- LARINIER, M. (2002): Pool fishways, pre-barages and natural bypass channels. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 364: 54-82.
- NOONAN, M. J., GRANT, J. W. A. und JACKSON, C. D. (2012): A quantitative assessment of fish passage efficiency. *Fish and Fisheries* 13(4): 450-464.
- WEICHERT, R., M. SCHOLTEN (2015): Forschung und Entwicklung als Qualitätssicherung von Maßnahmen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen – konzeptionelles Vorgehen und inhaltliche Schwerpunkte. In: *Veranstaltungen 1/2015 „Kolloquiumsreihe Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen, 4. Kolloquium Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen“*, Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde, S. 20-29



Kontakt:

Matthias Pitsch

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
Tel.: 0261/ 1306 5056
Fax: 0261/ 1306 5082
E-Mail: pitsch@bafg.de

1999-2005

Studium der Biologie an der Technischen Universität Dresden

2005-2011

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der TU Dresden im Institut für Hydrobiologie und im Institut für Abfallwirtschaft und Altlasten

2008-2012

Freier Mitarbeiter im Gläsernen Labor des Deutschen Hygienemuseums Dresden

seit 2012

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Bundesanstalt für Gewässerkunde im Referat Tierökologie, Aufgabenbereich „Ökologische Durchgängigkeit“



Kontakt:

Bernd Mockenhaupt

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
Tel.: 0261/ 1306 5941
Fax: 0261/ 1306 5082
E-Mail: mockenhaupt@bafg.de

Jahrgang: 1977

1996-2003

Studium Biologie Universität Bonn

2004-2011

technischer Angestellter der Bundesanstalt für Gewässerkunde

seit 2011

wissenschaftlicher Angestellter der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Arbeitsgebiet:

F&E Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen, Schwerpunkt Passierbarkeit von Fischaufstiegsanlagen

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