

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Schmitt-Heiderich, Peter**

## **Klassifizierung der Wanderwege für den Fischabstieg**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102278>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schmitt-Heiderich, Peter (2015): Klassifizierung der Wanderwege für den Fischabstieg. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Wasserbauwerke - Vom hydraulischen Entwurf bis zum Betrieb. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 79-84.

### **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.



## Klassifizierung der Wanderwege für den Fischabstieg

Dr.-Ing. Peter Schmitt-Heiderich, Bundesanstalt für Wasserbau

### Einleitung

Beim Fischabstieg lag der Fokus in den vergangenen Jahren vorrangig auf der Vermeidung von Schädigungen bei der Turbinenpassage. Obwohl die Passage über das Wehr in Relation zur Turbinenpassage vergleichsweise sicher erscheint, muss auch der Abstieg über das Wehr berücksichtigt werden. Die Gefährdung resultiert hierbei aus dem Verschlusstyp, der Über- und Unterströmung, den Tosbeckeneinbauten und den Unterwasserständen, die eine Reihe von Gefährdungsfaktoren produzieren. Gefahren entstehen u.a. aus Beschleunigung und Verzögerung des Abflusses, Gasübersättigung, Scherspannungen, Kollisionen, Druckschwankungen und Turbulenzeffekte (DWA, 2005). Bild 1 zeigt 3 Beispiele für Wehrüberfälle ohne ausreichendes Wasserpolster. Hier besteht für Fische das Risiko, sich durch eine Kollision mit dem Verschluss oder der Wehrschwelle zu verletzen.



*Bild 1: Beispiele für Wehrüberfall mit geringem Wasserpolster im Unterwasser bzw. auf dem Verschlusskörper*

Aufgrund aktueller Planungen in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) wurde am Beispiel eines Ersatzneubaus des Neckarwehres in Beihingen eine Methode entwickelt, die die Anteile der unterschiedlichen Fischabstiegswege quantifiziert. Die Methode ist allgemeingültig formuliert, so dass sie auf beliebige Standorte und Anlagenteile übertragen werden kann.

### Klassifizierung von Wanderwegen für den Fischabstieg

Die grundlegende Idee besteht darin, aus der Hydrologie am Standort und der Betriebsweise einer Staustufe die Wahrscheinlichkeiten zu bestimmen, mit denen der Fischabstieg über ein Anlagenteil erfolgt. Das statistische Berechnungsverfahren ist in Schmitt-Heiderich et al. (2013a) ausführlich beschrieben. In Bild 2 ist ein Flussdiagramm dargestellt, das die grundlegende Vorgehensweise bei der Standortbewertung beschreibt.

Ziel ist es, die Passage der Fische über einen Anlagenteil einer Staustufe zu bewerten. Hierbei wird für die einzelnen Anlagenteile die Wahrscheinlichkeit ermittelt, dass diese zur Abwanderung genutzt werden. Die Methode klassifiziert die Abstiegswege und identifiziert damit die Anlagenteile,

die signifikant zum Fischabstieg beitragen bzw. bei denen ein erhöhtes Verletzungsrisiko bei der Wanderung auftreten kann. Mit der Kenntnis der Hydrologie, dem Wanderverhalten der Fische (wie verteilen sich die Fische auf die möglichen Abstiege) und der Betriebsvorschrift der Staustufe kann die Wahrscheinlichkeit „P(Fw ∩ Bau): Fisch wandert über ein bestimmtes Bauwerk ab“ bestimmt werden.

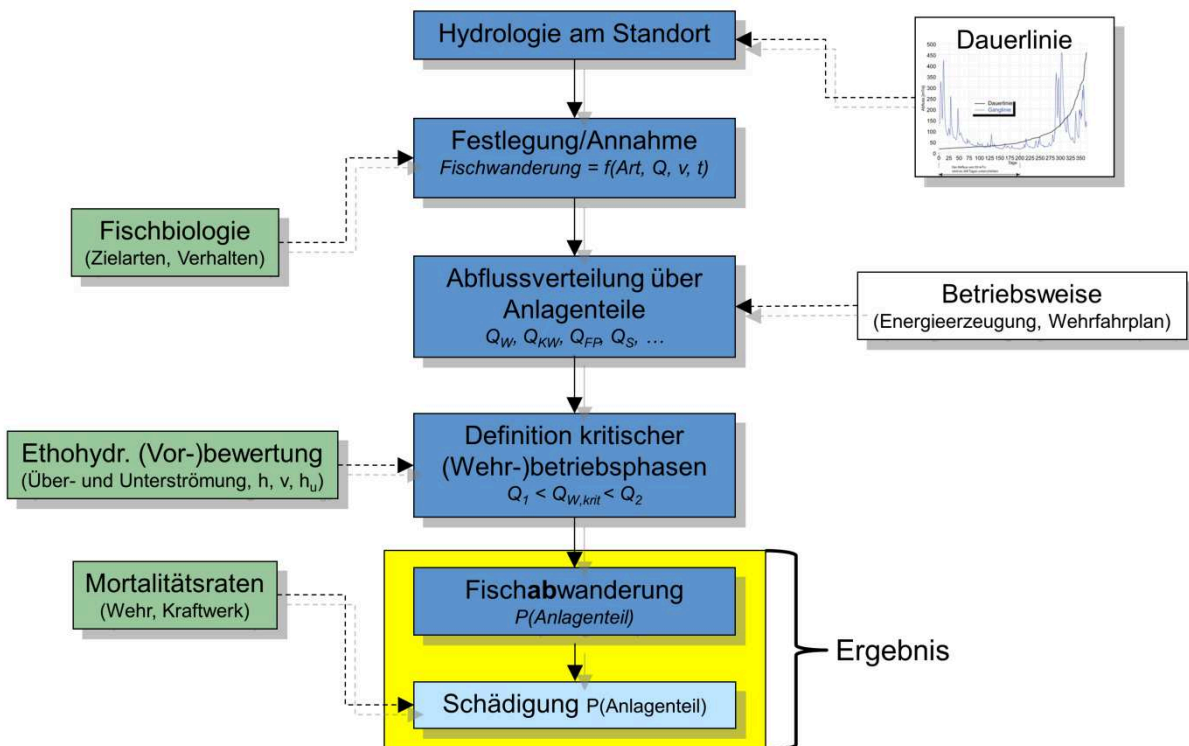


Bild 2: Konzept zur Bewertung der Abstiegswege

Die vorgestellte Methode hat den Vorteil, dass sie mit fortschreitender Forschung erweitert und verfeinert werden kann, ohne dass sich an der prinzipiellen Vorgehensweise etwas ändert. Außerdem erlaubt sie Grenzwertbetrachtungen, wie beispielsweise „Zielart wandert abflussabhängig oder abflussunabhängig“, „Zielart wandert abhängig von der Jahreszeit“ oder abhängig von der Fließgeschwindigkeit. Perspektivisch könnte die Schädigungsrate für jedes Anlagenteil einer Staustufe ermittelt und damit fundierte Aussagen zur Durchwanderbarkeit eines Gewässers gemacht werden. Dieser hellblau hinterlegte Berechnungsschritt in Bild 2 ist z.Z. nicht im Berechnungsverfahren implementiert, da die Grundlagen für die Ermittlung der Mortalitätsraten noch erarbeitet werden müssen.

### Anwendungsbeispiel Ersatzneubau Neckarwehr Beihingen

Die Methode wird am Beispiel der Neckarstaustufe Pleidelsheim verdeutlicht. Die Staustufe besteht aus einem Wehr in Beihingen unmittelbar nach dem Abzweig eines Schifffahrts- und Kraftwerkskanals, in dem nach 2,6 km eine Doppelschleuse und nach weiteren 2,0 km ein Kraftwerk mit vier Francisturbinen angeordnet sind. Ein Lageplan der Stauhaltung, eine Beschreibung des 100

Jahre alten Wehres und des Betriebs von Kraftwerk und Wehr sind Schmitt-Heiderich (2009) zu entnehmen.

Es ist geplant, das vorhandene abgängige Wehr durch ein 3-feldriges Schlauchwehr zu ersetzen. Neben dem neuen Wehr ist eine Fischaufstiegsanlage geplant. Des Weiteren soll die Restwassermenge im Altneckar erhöht werden. Die zusätzlich in den Altneckar abgeführten Wassermengen sollen über eine Dotierturbine energetisch genutzt werden. Die wesentlichen Kenndaten der Staustufe und der künftigen Nutzung sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Darin werden den einzelnen Anlagenteilen Durchflüsse zugeordnet, die in Abhängigkeit vom Gesamtabfluss  $Q$  und einer Rangfolge (Priorität) aufgeteilt werden. Die Priorisierung ist notwendig, da bei kleinen Abflüssen nicht alle Nutzungen erfüllt werden. Die Nutzungen sind in der letzten Spalte der Tabelle 1 mit Kurzbegriffen bezeichnet, mit denen die Berechnungsergebnisse in den Bildern 3 und 4 den Nutzungen zugewiesen werden.

*Tabelle 1: Kenndaten der Abflussaufteilung der Neckarstaustufe Pleidelsheim / Wehr Beihingen*

Anlagenteil	Durchfluss [m <sup>3</sup> /s]	Anmerkung	Priorität	Kurzbegriff
Schleuse	4 Q < 200	Mittlere Schleusungsverluste bis HHW Betrieb Schleusen bis: 200 [m <sup>3</sup> /s]	1	<b>Schleuse</b>
Fischpass	1	Abfluss über Fischpass	1	<b>FAA</b>
Dotierwasserturbine	10 Q < 500	Dotierwassermenge Annahme: Betrieb Dotierturbine bis: 500 [m <sup>3</sup> /s]	2	<b>Dotier</b>
Kraftwerk	15 – 80 Q < 400	Minstdurchfluss: 15 [m <sup>3</sup> /s] Schluckfähigkeit: 80 [m <sup>3</sup> /s] Betrieb Kraftwerk bis: 400 [m <sup>3</sup> /s]	3	<b>KW</b>
Wehr <i>Betriebsphase 1</i>	0-10	Geringer Wehrüberfall, kein Fischabstieg	4	<b>Wehrbetr. 1</b>
<i>Betriebsphase 2</i>	10-200 10-70	Fischabstieg, Verletzungsgefahr nur ein Wehrfeld bis 200 m <sup>3</sup> /s aktiv		<b>Wehrbetr. 2</b>
<i>Betriebsphase 3</i>	>200	Fischabstieg unbedenklich		<b>Wehrbetr. 3</b>

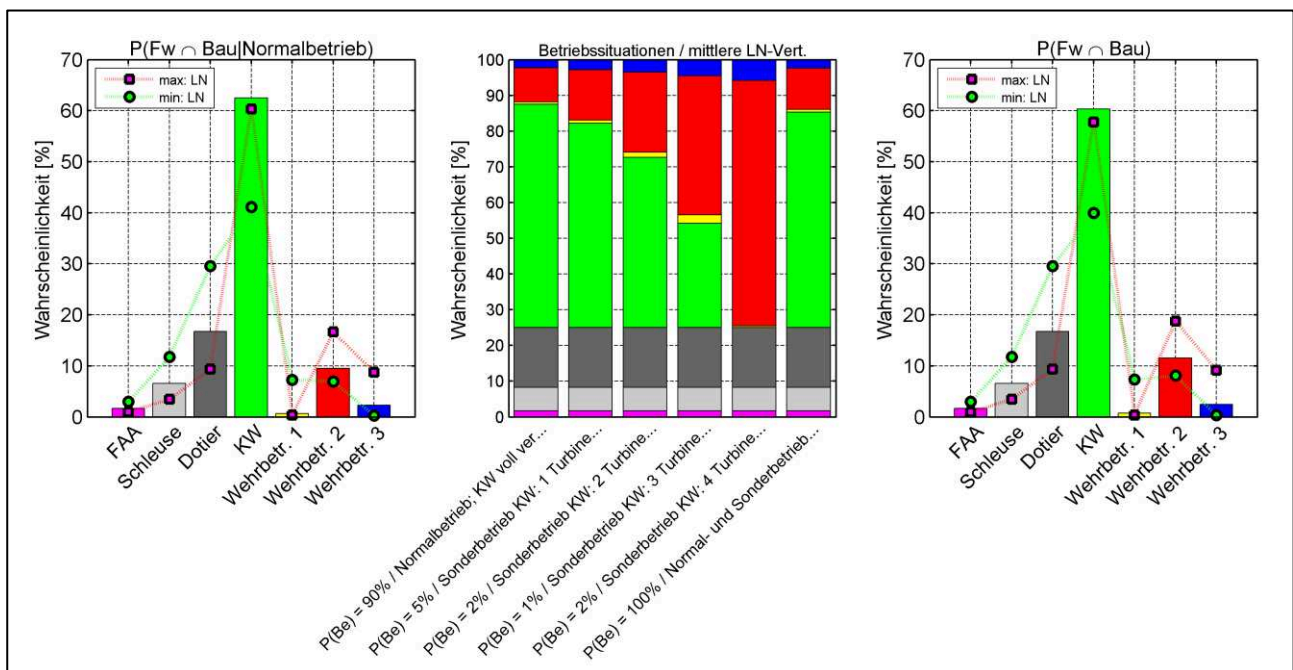
Es wird angenommen, dass Fische erst über einen Verschluss abwandern, wenn die Überströmungshöhe etwa die doppelte Körperhöhe beträgt (DWA, 2005). Das entspricht in Beihingen einem Abfluss von etwa 10 m<sup>3</sup>/s (Wehrbetriebsphase 1). Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Unterwasserstände an der Wehranlage stellt das größte Gefährdungspotential beim Fischabstieg ein zu geringes Wasserpolster auf der Wehrschwelle dar. Numerische Untersuchungen von Gebhardt et al. (2013) zeigen, dass der Überfallstrahl bis zu einem Abfluss von 200 m<sup>3</sup>/s beim Betrieb der 3 Wehrfelder und bis ca. 70 m<sup>3</sup>/s beim Betrieb von einem Wehrfeld auf die Wehrschwelle fällt (Wehrbetriebsphase 2). Bei höheren Abflüssen fällt der Überfallstrahl ins Unterwasser, wo er auf ein ausreichend tiefes Wasserpolster trifft (Wehrbetriebsphase 3).

### Berechnungsergebnisse

Die Bewirtschaftung der Staustufe Pleidelsheim (Tabelle 1) und die Hydrologie sind bekannt. Die Hydrologie kann mit den Tageswerten des Abflusses am Pegel Lauffen über die mittlere Dauerlinie, die obere und untere Umhüllende abgeschätzt werden. An die drei Dauerlinien werden Verteilungsfunktionen angepasst, im vorliegenden Fall ergaben sich mit 3-parametrischen Lognormalverteilungen gute Anpassungen (Schmitt-Heiderich et al. 2013a und 2013b).

Da hier keine bestimmte Zielfischart betrachtet wird, sprechen wir im Folgenden vom Wanderverhalten der Fische. Damit zeigen die Ergebnisse kein artspezifisches Verhalten auf, sondern sie erläutern die Anwendung des Verfahrens. Es werden folgende Annahmen zum Wanderverhalten getroffen:

- Die Fische wandern unabhängig vom Abfluss (Bild 3 und Diagramme A-C in Bild 4). Eine Vergleichsrechnung zeigt Ergebnisse auf, die sich aus der Annahme ergeben, dass Fische erst bei Abflüssen  $> 150 \text{ m}^3/\text{s}$  wandern (Diagramme D-F in Bild 4).
- Die Fische verteilen sich auf die Abstiegsbauwerke proportional zu den Abflusstströmen.



**Bild 3:** Wahrscheinlichkeiten des Fischabstiegs über die vorhandenen Bauwerke

In Bild 3 sind Berechnungsergebnisse für den Fall dargestellt, dass Fische unabhängig vom Abfluss wandern. Dabei werden die Betriebsweisen des Kraftwerkes unterschieden, die aus der Verfügbarkeit der 4 Turbinen resultieren. Dabei wurde angenommen, dass mit einer Verfügbarkeit von 90 % alle 4 Turbinen zur Verfügung stehen (P(Fw ∩ Bau | Normalbetrieb), linkes Diagramm in Bild 3). Die weiteren Annahmen zur Turbinenverfügbarkeit sind im mittleren Diagramm in Bild 3 hinterlegt, z. B. wurde die Wahrscheinlichkeit, dass eine Turbine nicht verfügbar ist, mit 5 % beziffert.

Aus der Kombination aller Betriebsarten ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fisch ein bestimmtes Bauwerk zum Abstieg nutzt ( $P(Fw \cap Bau)$ ). Demnach dominiert die Passage über das KW die Abstiegswege (60 %), die Passage über das Wehr während der kritischen Betriebsphase 2 beträgt hier nur 12 % und ist kleiner als der Weg über die Dotierturbine. Die Balkenhöhe entspricht der Wahrscheinlichkeit und resultiert aus einem mittleren Abflussjahr (Dauerlinie). Zusätzlich sind die Ergebnisse für die Berechnung mit der unteren und oberen Umhüllenden der Dauerlinie aufgetragen (min: LN und max: LN). Hieraus ist der Einfluss eines trockenen bzw. feuchten Jahres auf die Wanderwege zu erkennen.

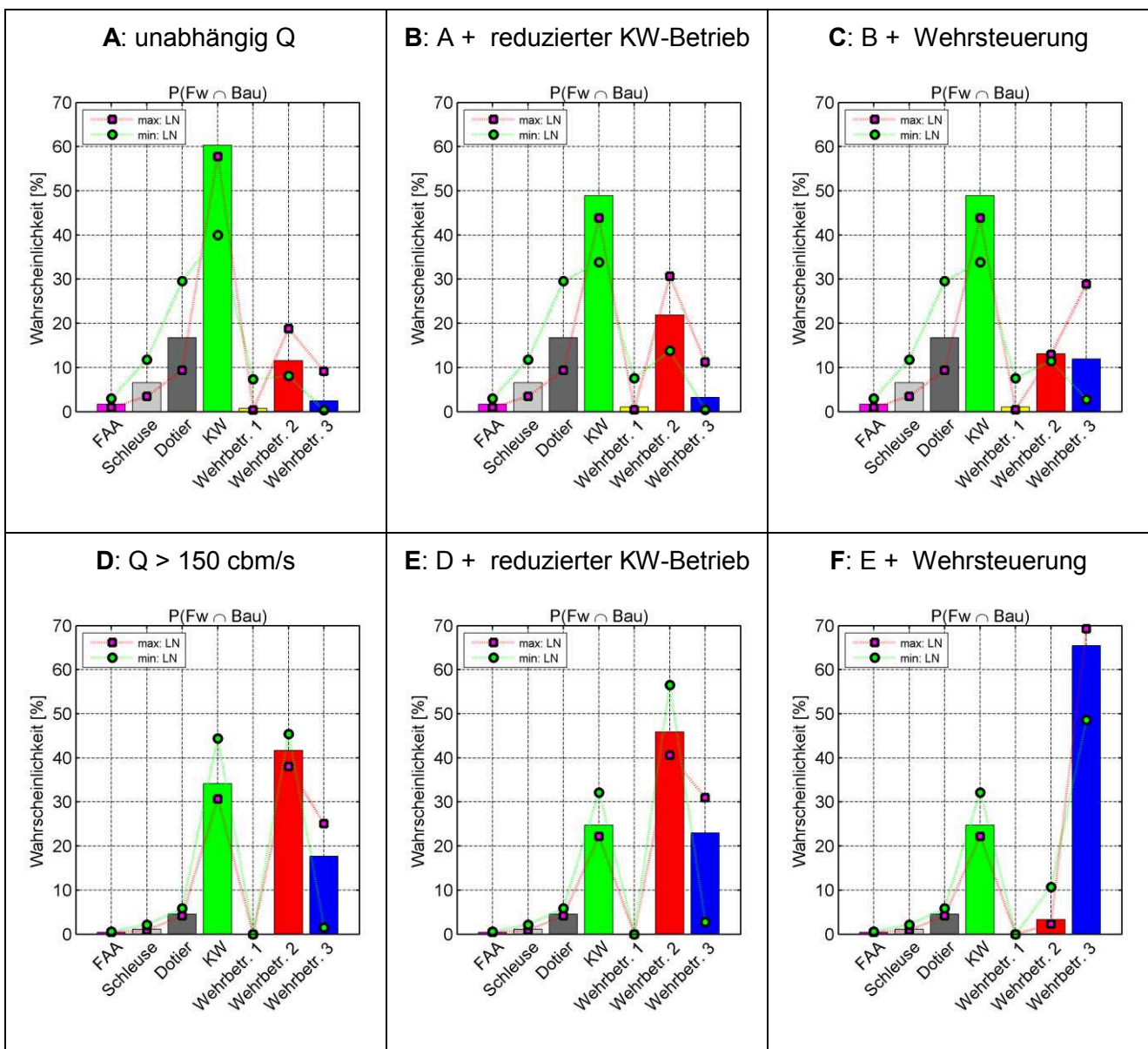


Bild 4: 6 Variantenrechnungen für die Wahrscheinlichkeiten  $P(Fw \cap Bau)$

In Bild 4 sind die Wahrscheinlichkeiten  $P(Fw \cap Bau)$  aufgetragen. Dabei entspricht Bildnummer A dem Ergebnis aus Bild 3. Die Diagramme A – C zeigen die Wanderwege auf, wenn die Fische abflussunabhängig absteigen. Diese Ergebnisse können dem Fall gegenübergestellt werden, dass

die Fische erst bei höheren Abflüssen im Gewässer wandern (Bild 4: D – F). Damit wird die Wahrscheinlichkeit der Passage über das KW reduziert und die Wahrscheinlichkeit einer Passage während der kritischen Wehrbetriebsphase 2 erhöht (Varianten D und E). Für die Varianten B, C, E, und F wurde angenommen, dass aufgrund geänderter Bedingungen am Strommarkt die Kapazitäten des KW reduziert wurden. Deutlich erkennbar ist hier beim Vergleich von A und B sowie D und E die Verlagerung der Abwanderung über das Wehr. Die Diagramme C und F zeigen die Wirkung einer geänderten Wehrsteuerung, die darauf abzielt, den Abfluss bis 200 m<sup>3</sup>/s nicht auf alle 3 Wehrfelder zu verteilen, sondern diese Abflüsse gezielt über nur ein Wehrfeld abzuführen. Damit ist der kritische Wehrbetrieb auf den Abflussbereich < 70 m<sup>3</sup>/s beschränkt.

### **Zusammenfassung**

Das vorgestellte Verfahren zur Bewertung der Wanderwege erlaubt eine differenzierte Analyse unterschiedlicher Betriebsphasen für Kraftwerk (KW) und Wehr. Das Verfahren kann mit den Schädigungsraten als Funktion des Bauwerkes erweitert werden, damit der Abstieg nicht nur über die Wanderwege sondern auch mit den damit verbundenen Schädigungen bewertet wird. Eine „schädigungsfreie Passage“ wird nicht möglich sein, da eine Stauanlage auch weiterhin Schifffahrt, Energieerzeugung, Hochwasserschutz, etc. gewährleisten muss. Allerdings quantifiziert das vorgestellte Verfahren die Schutzwirkung von Maßnahmen für den Fischabstieg. Der Nutzenzuwachs durch mögliche Abhilfemaßnahmen kann unter Berücksichtigung der Kosten bestimmt werden. Bei der Analyse einer Stauhaltungskette werden dann die Stauanlagen identifiziert, die die höchsten Schädigungsraten und die den höchsten Nutzenzuwachs bei einem begrenzten Kapitaleinsatz aufweisen. Damit ist eine Priorisierung von Maßnahmen möglich.

### **Literatur**

- DWA (2005): Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung und Funktionskontrolle, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ATV-DVWK.
- Gebhardt, M.; Rudolph, T.; Kampke, W.; Eisenhauer, N. (2013): Untersuchungen der hydraulischen Bedingungen beim Fischabstieg über Schlauchwehre. BAWBrief 03/2013, Oktober 2013
- Schmitt-Heiderich, P. (2009): Modellgestützte Festlegung von Regelungsparametern. BAW-Brief Nr. 1 – Juni 2009; S. 1 – 5.
- Schmitt-Heiderich, P.; Gebhardt, M.; Weichert, R (2013a): Klassifizierung der Wanderwege für den Fischabstieg. BAWBrief 02/2013, Juli 2013.
- Schmitt-Heiderich, P.; Gebhardt, M.; Weichert, R. (2013b): Zum Fischabstieg über Wehranlagen an Bundeswasserstraßen. Veröffentlichung: Tagungsband zur Fachtagung Ökohydraulik, Versuchsanstalt Oberrach, 27./28. Juni 2013, Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München.