

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

## **Baumgartner, Katharina; Aufleger, Markus; Dax, Mario; Frik, Gerd Sanierung untere Salzach mit energetischer Nutzung**

VAW Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW)**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/108404>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Baumgartner, Katharina; Aufleger, Markus; Dax, Mario; Frik, Gerd (2021): Sanierung untere Salzach mit energetischer Nutzung. In: Boes, Robert (Hg.): Wasserbau-Symposium 2021. Wasserbau in Zeiten von Energiewende, Gewässerschutz und Klimawandel. Band 1. VAW Mitteilungen 262. Zürich: ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie. S. 183-190.

### **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.

Verwertungsrechte: CC BY 4.0



# Sanierung untere Salzach mit energetischer Nutzung

*Lower Salzach river regeneration with energetic usage*

**Katharina Baumgartner, Markus Aufleger, Mario Dax, Gerd Frik**

## **Kurzfassung**

Die Untere Salzach im Tittmoninger Becken befindet sich in einem massiven Eintiefungsprozess. Daher liegt der Fokus in der flussbaulichen Sanierung mit dem Ziel der dynamischen Sohlstabilisierung und der ökologischen Verbesserung von Fluss und Aue gemäß dem Leitbild eines Kiesflusses mit alternierenden Bänken. Die nachhaltige Sohlstabilisierung und die Wiederherstellung eines naturnahen Fließgewässercharakters an der Unteren Salzach wird durch die Variante E1+ «Mehr Fluss» getragen. Wichtige Bestandteile der ökologischen Sanierung sind bedeutende Aufweitungsgewässer, welche eine zeitnahe eigendynamische Entwicklung herbeiführen, Auefließgewässer und Flachuferstrukturen. Ein rampenartiges Bauwerk, welches für die Sohlstabilisierung notwendig ist, wird mit einem gewässerökologisch besonders rücksichtsvollen Kraftwerkskonzept (Fließgewässerkraftwerke - FGKW) umgesetzt, um regenerative Energie zu erzeugen. Neben der Sohlstabilisierung und schadlosen Hochwasserabfuhr sind die ökologischen Aspekte, wie der Erhalt des Fließgewässercharakters und die Durchgängigkeit zu berücksichtigen. Die wichtigsten Elemente des Querbauwerkes des Fließgewässerkraftwerks sind die asymmetrisch aufgelöste Sohlrampe, die überströmte Erzeugungseinheit, die Universalöffnung und ein durchdachtes Fischdurchgängigkeitskonzept. Das Vorhaben kann damit über lange Zeit einen erkennbaren Beitrag zum Klimaschutz bei einem in gleicher Form besonders rücksichtsvollen Umgang mit dem ökologischen Potenzial des Gewässersystem leisten.

## **Abstract**

The lower Salzach in the Tittmoning basin is currently undergoing substantial bed erosion. Therefore, the focus lies in the river engineering redevelopment with the aim of a dynamic bed stabilization and the ecological improvement of river and river meadow. The sustainable riverbed stabilization and the restoration of a natural flowing-water character at the Lower Salzach is supported by the E1+ variant. Elements of the ecological restoration are significant enlarging water bodies, which induce a dynamic development of the river flowing waters, meadow rivers and shallow water structures. A ramp-like structure, which is necessary for the

stabilization of the riverbed, will be designed with a well-adapted ecological hydro-power facility, the run-of-river power plants (FGKW), to generate renewable energy. In addition to the riverbed stabilization and the flood release, ecological aspects such as the preservation of the flowing-water character and the fish continuity have to be considered. Important elements of the run-of-river power plant are the asymmetrically dissolved ramp, the overflowed generation unit, the universal opening and a well-designed fish passage concept. The project provides a significantly contribution to climate protection over a long period.

## **1 Einleitung**

Die Flusskorrekturen des 19. Jahrhunderts in voralpinen Kiesflüssen werden heutzutage teils kritisch betrachtet, da durch die Einengung des Flusslaufes die Transportkapazität verändert wurde. Daraus folgte ein einwachsender Trend hinsichtlich Eintiefungstendenz, den es zu verhindern gilt. Die Untere Salzach im Tittmoninger Becken, eine voralpine frei fließende regulierte Fließgewässerstrecke, befindet sich in einem massiv ausgeprägtem Eintiefungsprozess (WRS, 1995; Hopf *et al.*, 2008). Zugleich weist sie heutzutage im geradlinigen Verlauf kaum eine Strukturvielfalt auf. Im Rahmen der geplanten Maßnahmen liegt der Fokus in der flussbaulichen Sanierung mit dem Ziel der dynamischen Sohlstabilisierung und der ökologischen Verbesserung von Fluss und Aue verbunden mit einer Verbesserung der Grundwasserverhältnisse in der Au. Zur Sohlstabilisierung werden Stützstufen durch niedrige und flach ausgeführte Querbauwerke benötigt (Hengl *et al.*, 2008). Im Zuge dieser Maßnahmen erfolgen Überlegungen mithilfe eines gewässerökologisch besonders rücksichtsvollen Kraftwerkskonzeptes, regenerative Energie zu erzeugen. Das Vorhaben kann damit einen erkennbaren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die weitestgehende Erhaltung des gewässertypischen Fließgewässercharakters und die Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit in der untersuchten Strecke sind wichtige Zielsetzungen, die beachtet werden müssen (Aufleger und Brinkmeier, 2015).

## **2 Konzept der Sanierung an der Unteren Salzach**

### **2.1 Sohlstabilisierung und ökologische Sanierungsmaßnahmen**

Die nachhaltige Sohlstabilisierung und die Wiederherstellung eines naturnahen Fließgewässers an der Unteren Salzach im Tittmoninger Becken wird durch die Variante E1+ «Mehr Fluss» getragen. Das Projektgebiet erstreckt sich von Fkm 45.0 bis Fkm 35.0. Für eine zielführende und umfassende Sohlstabilisierung wird eine erhebliche Verbreiterung des Flussbettes von derzeit rund 100 m auf bis zu etwa der doppelten Gewässerbreite im Zielzustand angestrebt.

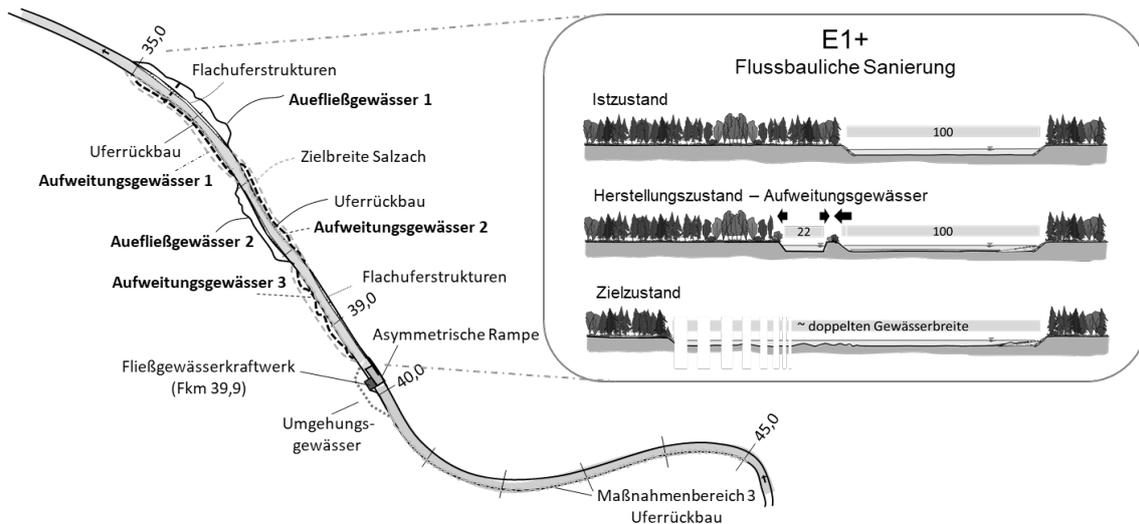


Abb. 1: Konzept der flussbaulichen Sanierung der Variante E1+ «Mehr Fluss» zwischen Fkm 39,9 und Fkm 35,0; links: eine Darstellung der einzelnen Maßnahmen, rechts: Konzeption der einzelnen Maßnahmen in Querprofilansicht

Mit Einbeziehung aller Fachdisziplinen wird die Abgrenzung eines räumlichen Korridors gesetzt, in welchem sich die Salzach entwickeln kann. Die einzelnen gewässerökologischen Maßnahmen werden so konzipiert, dass die großflächigen Initialmaßnahmen zeitnah und ökomorphologisch wirksam sind.

Ein wichtiger Bestandteil der morphologischen und ökologischen Sanierung sind die wechselseitig positionierten Aufweitungsgewässer, welche im Auwald nahe des derzeitigen begradigten Flusslaufes angeordnet werden. In Abb. 1 sind die Aufweitungsgewässer als schwarz strichlierte Linien dargestellt. Rechts in der Querschnittsdarstellung ist im Herstellungszustand das breit angelegte Aufweitungsgewässer zu sehen. Dadurch wird ermöglicht, dass an drei Salzachuferrn eine zeitnahe eigendynamische Aufweitung stattfinden kann. Zudem bewirken sie eine unmittelbare Steigerung der Habitatverfügbarkeit durch ihre Strukturvielfalt. Innerhalb absehbarer Zeiträume wird es sukzessive zu einer Vereinigung der Aufweitungsgewässer mit dem durch einseitigen Uferrückbau dynamisierten Flussbett der Salzach kommen. Die zum Erreichen der morphologischen und ökologischen Planungsziele zwingend erforderliche massive Verbreiterung kann daher durch die konsequente Anlage der Aufweitungsgewässer innerhalb des Korridors in erheblichem Maße unterstützt werden.

Neben den Aufweitungsgewässern sind Auefließgewässer geplant. Durch sie wird eine direkte Interaktion zwischen Fluss und Aue angeregt. Die Auefließgewässer haben eine mittlere Breite von 10 m und sind durch punktuelle Uferbefestigung in ihrer Eigendynamik beschränkt. Neu angelegte Flussstrukturen, wie strukturreiche Flachuferzonen, entlang der Ufer führen zu einer gesteigerten ökologischen Wertigkeit. Diese sollen sich im Zuge der weiteren morphologischen

Entwicklung durch dynamische Kiesablagerungen und Bankstrukturen dynamisch verändern.

Durch das umfassende morphologische und ökologische Sanierungskonzept wird im Sinne des öffentlichen Interesses gehandelt. Die strukturreiche Ufergestaltung und ein attraktiv gestalteter Zugang zum Fluss und der Aue dienen zudem der Naherholung und der Freizeitgestaltung der Bevölkerung.

## 2.2 Elemente des Fließgewässerkraftwerkes

Für eine nachhaltige Sohlstabilisierung ist neben der Gewässeraufweitung auch ein rampenartiges Bauwerk erforderlich. Das Konzept des Fließgewässerkraftwerkes (FGKW) sieht ein überströmbares Kraftwerk vor, das in dieses Kombinationsbauwerk integriert wird (Abb.2). Es nützt niedrige Fallhöhen um regenerative Energie zu erzeugen. Ein wesentlicher Punkt ist die Bewahrung des Fließgewässercharakters, welcher durch die Fließgeschwindigkeiten und die Dynamik der Wasserspiegellagen im Oberwasserbereich des Kraftwerkes gekennzeichnet ist. Neben den genannten Aspekten werden an das FGKW vielfältige Anforderungen gestellt, die neben der Sohlstabilisierung und schadlosen Hochwasser- und Geschiebeabfuhr auch die zwingenden ökologischen Aspekte der Durchgängigkeit umfassen (Aufleger und Brinkmeier, 2015).

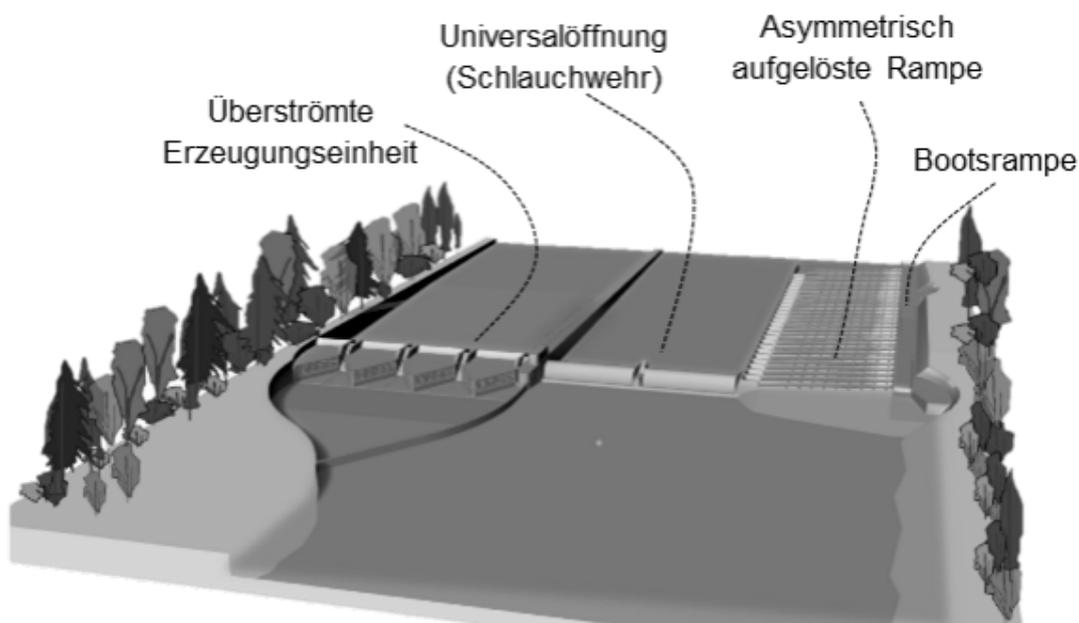


Abb. 2: Anordnung der einzelnen Elemente des Fließgewässerkraftwerkes

Ein wesentliches Element des Konzepts eines Fließgewässerkraftwerkes bildet eine asymmetrisch aufgelöste Rampe, die eine Vielzahl von Anforderungen erfüllt. Neben der gewässerökologischen Funktionsfähigkeit, d.h. der Fischeauf- und

Fischabstiegsmöglichkeit, steht die schadfreie Hochwasserabfuhr mit Berücksichtigung des Geschiebetransportes im Vordergrund. In Abb. 2 ist die Sohlrampe am rechten Bildrand dargestellt. Das Konzept der asymmetrisch aufgelösten Rampe besteht aus einer Abfolge von Steinriegeln und dazwischenliegenden Becken. Die Durchwanderbarkeit für alle Fischindividuen in beiden Richtungen (flussauf/flussab) soll durch die flache Querneigung zum rechten Ufer mit ca. 1:16 gewährleistet werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass bei unterschiedlichen Wasserspiegellagen eine für den Fischaufstieg ausreichend geringe Energiedissipation an jeder Stelle im Querprofil auftritt. Für starkschwimmende Individuen wird auf der linken Seite der Rampe eine Tiefenrinne mit einer Kolk-Furt-Abfolge angeordnet. Daneben befinden sich Bühnen, welche in den Bühnenfeldern mit deutlichen Tiefstellen Kehrwasserströmungen verursachen. Diese Einheit wird für eine etappenweise Durchwanderung von schwimmstarken Fischen genutzt.

Die asymmetrische Sohlrampe wird um die überströmte Erzeugungseinheit erweitert. Die ökologischen Rahmenbedingungen (kein klassischer Stau) erlauben die energetische Nutzung der Fallhöhen von etwa 3.0 m bis 3.5 m. Die überströmbare Energieerzeugungseinheit (Abb. 2, links) besteht konzeptionell aus etwa 15 baugleichen einzelnen Kompaktturbinen, welche in vier Blöcke zusammengefasst sind. Die geringe Einbautiefe erleichtert die Geschiebefreihaltung der Turbineneinläufe. Die einzelnen Turbinenblöcke werden jeweils durch ein Auslassbauwerk, welches die Aufgaben von Fischabstieg, Geschwemmselabfuhr und Geschiebeabzug miteinander vereint, getrennt. Der Ausbauabfluss von 200 m<sup>3</sup>/s kann eine installierte Leistung von ca. 5 – 6 MW bzw. eine Jahreserzeugung von bis zu 33 – 35 GWh/a erzielen. Die geeignete Wasserstand-Abfluss-Beziehung (W-Q-Beziehung) wurde unter Berücksichtigung der Randbedingungen der Sohlstabilität, der Ökologie und des Hochwasserschutzes entwickelt und kann durch den dynamischen Oberwasserstand den Fließgewässercharakter naturnah beibehalten. Eine vorgelagerte angepasste Geschiebeleitschwelle führt das ankommende Geschiebe in Richtung Universalöffnung in Flussmitte ab. Ein geringer Geschiebeanteil wird dennoch in den Nahbereich der Kraftwerkseinläufe gelangen und kann durch die sohlgleich angeordneten Geschiebeabzugskanäle in den Auslassbauwerken ins Unterwasser transportiert werden.

Die Universalöffnung dient der Abfuhr höherer Abflüsse bzw. direkt damit verbunden als bevorzugter Weg für den dabei einsetzenden Geschiebetransport. Die Verschlüsse der Universalöffnung können beispielhaft als zweiteiliges Schlauchwehr ausgeführt werden. Dieser Anlagenteil am FGKW hat eine wichtige Bedeutung für die sohlmorphologische Entwicklung an der Salzach. Durch eine, über längere Zeiträume angepasste Steuerung des Wasserspiegels bei geschiebe-wirksamen Abflüssen könnte zukünftig durch einen Rückhalt von Geschiebe bzw.

durch einen gezielten Durchtransport Einfluss auf die Sohlentwicklung im Längsschnitt genommen werden. So können ungewünschte morphologische Entwicklungen unterbunden bzw. behoben werden.

Ein weiteres Element stellt die Bootspassierbarkeit dar. Rechts neben der Rampe ist eine abgetrennte Bootsrampe, welche mit einem Verschlussorgan im Oberwasser gesteuert ist, vorgesehen. Dadurch wird die gefahrlose Durchfahrbarkeit der Anlage für sehr unterschiedliche Bootstypen möglich sein.

### 2.3 Fischaufstieg, Fischschutz, Fischleitwirkung und Fischabstieg

Das bestehende Konzept des Fließgewässerkraftwerkes sieht zur Erreichung der ökologischen Durchgängigkeit drei unterschiedliche Fischaufstiegskorridore vor. Die asymmetrisch aufgelöste Sohlrampe (Kapitel 2.2) bietet eine dauerhafte Fischaufstiegsmöglichkeit. Ein funktionsfähiges Umgehungsgewässer und ein technischer Fischaufstieg befinden sich im unmittelbaren Kraftwerksbereich. Die drei genannten Fischaufstiegsmöglichkeiten sind in Abb. 3 mit schwarz/weiß gestreiften Pfeilen dargestellt.

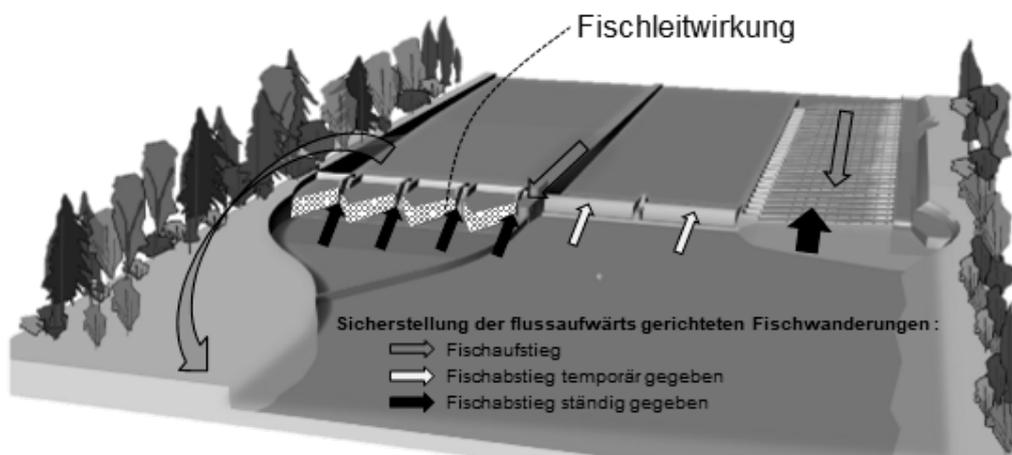


Abb. 3: Mögliche Fischabstieg und –aufstiegsanlagen mit zusätzlichem Fischschutz und Fischleitwirkung zum Fischabstieg

Vorrangiges Ziel im Zuströmbereich zu den Turbinen ist der Fischschutz. Im Planungskonzept wird dies über vertikal stehende, überströmte Horizontalrechen gewährleistet. Diese Rechen werden im Grundriss 'v-förmig' angeordnet und leiten die Fische schräg zur Anströmrichtung der Turbinen in Richtung der, in den Auslassbauwerken integrierten, Fischabstiegsanlagen hin. Abb. 3 zeigt dieses System im Vorfeld der Turbinenebene. Die Rechenstäbe des Horizontalrechens werden im Sinne eines innovativen hybriden Fischschutzsystems elektrifiziert

ausgeführt (Tutzer *et al.*, 2019). Der Abstand der Rechenstäbe wird etwa 60 mm bis 90 mm betragen. Das hybride Fischschutzsystem basiert auf einer Kombination einer mechanischen Barriere und einem verhaltensbeeinflussenden elektrischen Feld. Bei einer günstigen Ausrichtung des Leitsystems zur Strömung gelingt es, die Fische kontrolliert und zuverlässig zum Einlauf der Fischabstiegsanlage zwischen den Turbinenblöcken zu führen. Neben dieser flussabgerichteten Wanderung steht am rechten Ufer die ökologische Durchgängigkeit durch die asymmetrisch aufgelöste Sohlrampe für alle Individuen zur Verfügung. Bei höheren Abflüssen wird das Verschlussorgan der Universalöffnung geöffnet und dient dann auch der flussabgerichteten Wanderung.

### 3 Ausblick

Die entwickelte Variante E1+ «Mehr Fluss» für das Tittmoninger Becken an der Unteren Salzach versteht sich als umfassendes gesamtökologisches Konzept der dringend notwendigen flussbaulichen Sanierung der Unteren Salzach. Zielsetzungen der Sohlstabilität, des Hochwasserschutzes, der Gewässerökologie und des Klimaschutzes sollen in nachhaltiger Weise unter Berücksichtigung unterschiedlichster gesellschaftlicher Ansprüche miteinander vereinbart werden. Die Umsetzung des Vorhabens an einem sohlmorphologisch kritischen und ökologisch sensiblen Standort unterstreicht den dringenden Handlungsbedarf, stellt aber alle Beteiligten vor eine sehr große Herausforderung.

### Referenzen

- WRS (1995). Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach, Bericht zur Phase I: Bestandsanalyse, Stand der Untersuchungen Phase II: Maßnahmenplanungen. ad-hoc-Arbeitsgruppe der Ständigen Gewässerkommission nach dem Regensburger Vertrag, München.
- Hengl, M.; Aufleger, M.; Niedermayr, A.; Spannring, M. (2008). Sanierung Untere Salzach - Aufgelöste Sohlrampe als Mehrzweckbauwerk, Internationales Symposium ETH Zürich, 751-761.
- Hopf, G.; Staton, K.; Eggertsberger, J.; Ulmer, B. (2008). Sanierung Untere Salzach - ein innovatives Konzept, Internationales Symposium ETH Zürich, 763-774.
- Aufleger, M. und Brinkmeier, B. (2015); Wasserkraftanlagen mit niedrigen Fallhöhen – Verschiedene Konzepte im kritischen Vergleich, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 67, Nr. 7, 281–91.
- Brinkmeier, B. (2012). Wasserkraftnutzung an ökologisch sensiblen und erosionsbedingt sanierungsbedürftigen Standorten – Das Konzept des Fließgewässerkraftwerkes. Forum Umwelttechnik und Wasserbau. Vol. 16. Innsbruck University Press.
- Tutzer, R.; Brinkmeier, B.; Böttcher, H.; Aufleger, M. (2019). Der Elektro-Seilrechen als integrales Fischschutzkonzept, WasserWirtschaft - Fachzeitschrift für Wasser und Umwelttechnik 109/2-3, 36 - 40.

## **Adressen der AutorInnen**

Dipl.-Ing. Katharina Baumgartner (korrespondierende Autorin)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Aufleger

Arbeitsbereich Wasserbau, Institut für Infrastruktur, Universität Innsbruck

A-6020 Innsbruck, Technikerstraße 13

[katharina.baumgartner@uibk.ac.at](mailto:katharina.baumgartner@uibk.ac.at)

Dipl.-Ing. Mario Dax

VUM Verfahren Umwelt Management GmbH

A-9020 Klagenfurt am Wörthersee, Lakeside B06 b

Mag. Gerd Frik

VERBUND Hydro Power GmbH

A-1150 Wien, Europaplatz 2