

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Müller, Andreas; Schmauderer, Ines

Gewässerstrukturmaßnahmen mittels Lenkbuhnen - Erste Erfahrungen aus einem Pilotprojekt an der Alb in Karlsruhe

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106534>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Müller, Andreas; Schmauderer, Ines (2019): Gewässerstrukturmaßnahmen mittels Lenkbuhnen - Erste Erfahrungen aus einem Pilotprojekt an der Alb in Karlsruhe. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): 21. Treffen junger WissenschaftlerInnen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 95-100.

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.



Gewässerstrukturmaßnahmen mittels Lenkbuhnen – Erste Erfahrungen aus einem Pilotprojekt an der Alb in Karlsruhe

Andreas Müller, Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung

Ines Schmauderer, Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung

Einleitung

Bei Lenkbuhnen, einer Maßnahme des Instream River Trainings (IRT), handelt es sich um bereits bei Niedrigwasser überströmte, flache Einbauten innerhalb der benetzten Gewässersohle. Durch die Lenkbuhnen wird eine Sekundärströmung induziert, die zur Verlagerung des Stromstrichs und des Talwegs in Richtung Gewässermitte führt und so die Ufer bei Hochwasser entlastet (vgl. Mende & Sindelar 2010). Durch die Diversifizierung der Strömung wird auch eine Gewässerstrukturierung hervorgerufen, die das Potenzial hat, den ökologischen Zustand in monotonen Gewässerstrecken wesentlich zu verbessern.

Erste Projekte mit Lenkbuhnen wurden bereits Anfang der 1990er Jahre von Otmar Grober von der Baubezirksleitung Bruck an der Mur in der Steiermark, Österreich, umgesetzt und seitdem durch weitere Projekte in Deutschland und der Schweiz ergänzt. Einige der Projekte werden dabei von einem mittel- bis langfristigen Monitoring begleitet. Beispielfähig ist hier das Projekt am Ellikerbach im Schweizer Kanton Zürich zu nennen, wo im Jahr 2008 im Rahmen einer Pilotmaßnahme in fünf Abschnitten des Gewässers Lenkbuhnen eingebaut wurden. Das begleitende Monitoring zeigt in dem zuvor durch Monotonie geprägten Fließgewässer eine deutliche Zunahme der Strömungsdiversität und der Tiefenvarianz. Darüber hinaus belegen Elektrofischungen eine Verdopplung des Fischbestands (Mende 2012). Auch an dem Voralpenfluss Taverna im Schweizer Kanton Zürich lässt sich durch das Einbringen von Lenkbuhnen eine Zunahme der Habitatverfügbarkeit durch die Bildung von Kolken und Sandbänken beobachten (Werdenberg et al. 2012).

Da bisher erst eine überschaubare Anzahl an ausführlichen Projekten des Instream River Trainings umgesetzt wurde und nur wenige davon von einem Monitoringprogramm begleitet wurden, fehlt es noch an genauen Erkenntnissen über die ökologischen Auswirkungen der Bauweise. Besonders an Flachlandgewässern mit geringeren Gefällen fehlen bisher Daten zur Umsetzung und Evaluation.

Projektbeschreibung

An der Alb im Bereich des Lutherisch Wäldele in Karlsruhe ist die bestehende Ufersicherung in einigen Abschnitten beschädigt und daher zu ertüchtigen. Die durch die angrenzende Bebauung beeinträchtigte Lage im Karlsruher Rheinshafengebiet und die Sicherstellung des Hochwasser- und Uferschutzes lassen eine Entfernung der Verbauung und daran anschließend eine eigendynamische Umgestaltung des Gewässers nicht zu. Um trotzdem die Zielerreichung des guten ökologischen Zustands gemäß EU-WRRL zu fördern, wurde im betrachteten Albabschnitt eine Maßnahme des IRT durchgeführt.

Der für die Untersuchung herangezogene Alb-Abschnitt ist ca. 1,3 km lang und liegt im Gewerbegebiet von Karlsruhe, in der Nähe des Rheinhafens. Hier stellt die Alb einen Tieflandfluss mit gewässerbegleitender Aue dar (Gorka & Roos 2002). Das Gewässerumfeld des Albabschnitts unterliegt einer starken Nutzung. Auf der linken Seite wird das Ufer von einer steilen Böschung und der dahinterliegenden Südlichen Uferstraße begleitet. An das rechte Ufer schließt unmittelbar nach der recht steilen Böschung ein rege genutzter Fuß- und Radweg an. Daran angrenzend befindet sich das Landschaftsschutzgebiet Lutherisch Wäldele.

Zur Wiederherstellung des Uferschutzes und zur gleichzeitigen Verbesserung der Gewässerstruktur wurden im betrachteten Albabschnitt 35 Buhnen in unterschiedlichen Konfigurationen ins Gewässer eingebracht. Der Einbau wurde im Zeitraum vom 23.11. bis zum 30.11.2018 durchgeführt. Dabei wurden Granitsteine mit einer Länge von 60 bis 160 cm und einer Breite von 20 bis 60 cm verwendet, welche durch einen Schreitbagger in den Untergrund verpresst wurden. Die Anordnung der Buhnen im Projektgebiet ist Bild 1 zu entnehmen.

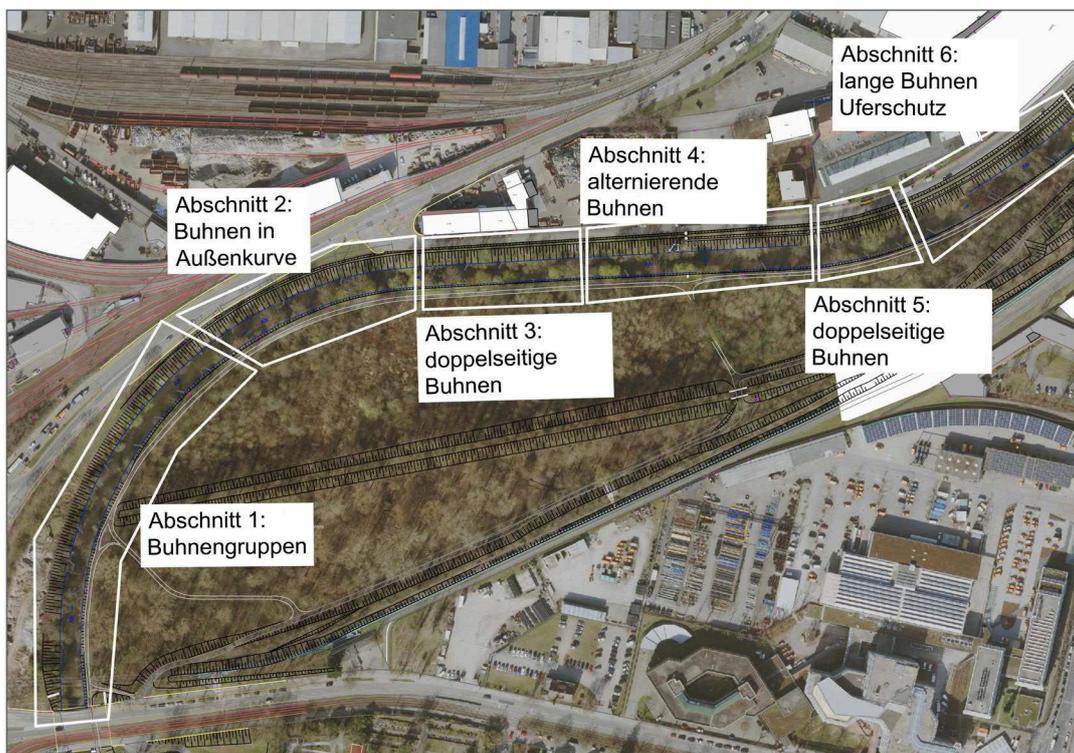


Bild 1: Anordnung der Buhnen im Untersuchungsgebiet

Monitoringprogramm

Um den Erfolg der Baumaßnahme zu evaluieren, wird das Projekt durch ein auf drei Jahre angesetztes Monitoringprogramm begleitet, das im Folgenden kurz vorgestellt wird. Der erste Baustein des Monitorings zielt auf die Entwicklung der Sohlstrukturen ab. Dazu erfolgt eine Aufnahme der Gewässersohle mithilfe eines zielverfolgenden Tachymeters vom Typ Leica TCRA 1201, welche an verschiedenen Punkten im Projektgebiet und zusätzlich an einer Referenzstrecke durchgeführt wird.

Die Flusssohle wird dabei in einem Raster von etwa 0,5 Meter auf 0,5 Meter vermessen. Prägnante Kolke und Anlandungen werden ebenso wie die Bühnenober- und -unterkante separat vermessen. Die Abschnitte 4 bis 6 des Projektgebiets werden dabei flächendeckend bis zur Böschungsoberkante vermessen. Auch ein 100 Meter langes Teilstück des Abschnitts 1 wird auf diese Weise erfasst. In den restlichen Bereichen werden hingegen nur einzelne Bühnen und ihr Umfeld vermessen. Die festgelegte Referenzstrecke befindet sich etwa 200 m flussaufwärts des Projektgebiets und hat eine Länge von ca. 80 m. Durch die zusätzliche Betrachtung und Dokumentation der Entwicklung der Referenzstrecke wird die Wahrscheinlichkeit einer Fehlinterpretation reduziert.

Die Vermessung der Sohle wurde im Rahmen des Monitorings bisher zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten vorgenommen:

- September 2018: Ist-Zustand vor Durchführung der Baumaßnahme
- Dezember 2018: Zustand unmittelbar nach Durchführung der Baumaßnahme
- März 2019: Dokumentation der ersten Umlagerungen

In den 4 Monaten nach Einbau der Lenkbuhnen traten mehrere kleinere Hochwasserereignisse an der Alb auf, darunter auch ein einjährliches Hochwasser mit $8,85 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel der Alb in Ettlingen. In Bild 2 ist das Ergebnis der Sohlvermessung im Umfeld einer langen Buhne zum Uferschutz, die nach Mende 2015 dimensioniert wurde, dargestellt. Auf der linken Seite ist der Zustand der Sohle vor Einbau der Buhnen abgebildet. Zum Vergleich ist der spätere Einbauort der Lenkbuhne bereits eingezeichnet. Rechts ist der Zustand der Sohle etwa drei Monate nach Einbau der Buhnen zu sehen.

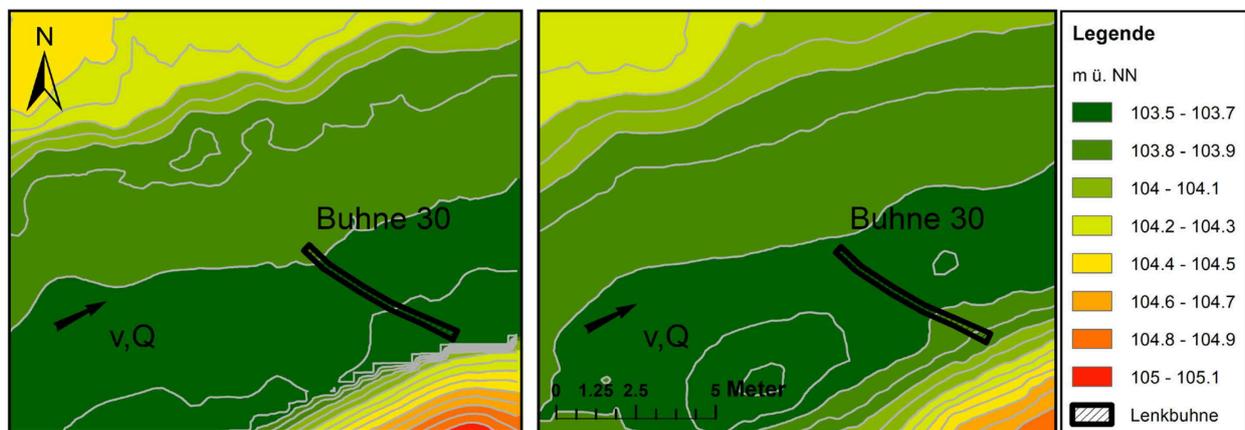


Bild 2: Vergleich der Sohlhöhen im Umfeld von Buhne 30 vor (links) und etwa drei Monate nach Durchführung der Baumaßnahme (rechts)

Durch den Vergleich der Sohlhöhen der beiden Vermessungsrunden wird ersichtlich, dass es im Umfeld der Lenkbuhnen zu ersten Umlagerungen der Flusssohle gekommen ist. Dabei sind bisher keine gesetzmäßigen Strukturen zu erkennen, jedoch ist deutlich zu erkennen, dass sich die Sohle entlang des rechten Ufers, wo die Buhne eingebaut wurde, um etwa 20 cm erhöht hat. In der in Bild 3 dargestellten doppelseitigen Buhne ist hingegen dokumentiert, wie es durch die Konzentration des Abflusses in der Gewässermittle zu Erosion gekommen ist. Die Sohlhöhe hat sich hier bereits zwischen den beiden Buhnenköpfen um 15-20 cm gesenkt. Auch dieses Mal wurde der spätere Einbauort der Buhne wieder in das Vorher-Bild eingefügt.

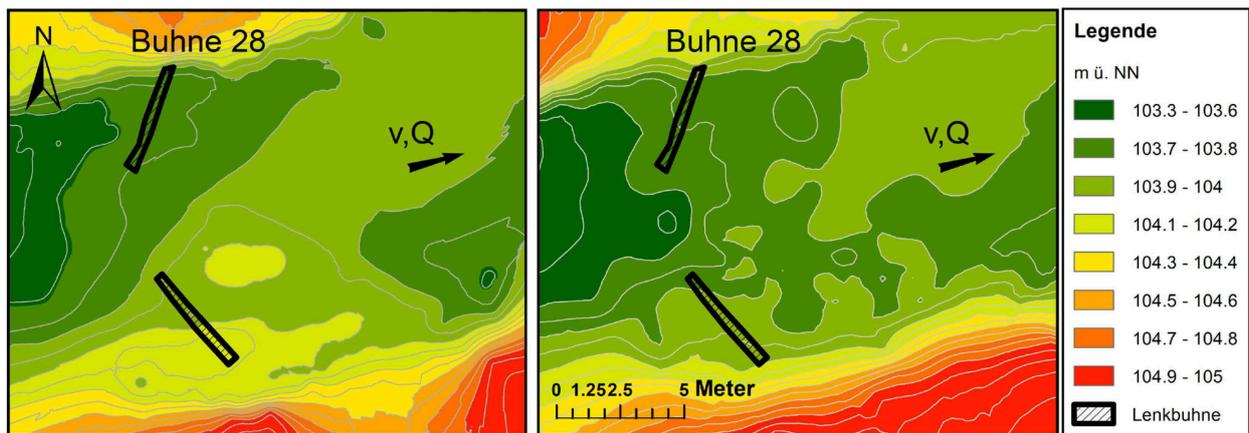


Bild 3: Vergleich der Sohlhöhen im Umfeld von der doppelseitigen Buhne 28 vor (links) und etwa drei Monate nach Durchführung der Baumaßnahme (rechts)

Außerdem wurden unter Zuhilfenahme einer Drohne vom Typ DJI Mavic Pro Geschwindigkeitsmessungen mittels Oberflächen-PIV an ausgewählten Buhnen vorgenommen. Als Tracer-Material wurden grobe Holzhackschnitzel mit einer Mindestgröße von 4 cm verwendet (Detert & Weitbrecht 2015). Die Auswertung erfolgte mit dem Programm PIVlab (Thielcke & Stamhuis 2015) und ist in Bild 4 auf der linken Seite dargestellt. Es ist ersichtlich, dass im Bereich des Buhnenkopfes und stromabwärts davon die stärkste Strömung auftritt, wohingegen im Uferbereich unmittelbar hinter der Buhne sehr geringe Strömungsgeschwindigkeiten zu verzeichnen sind.

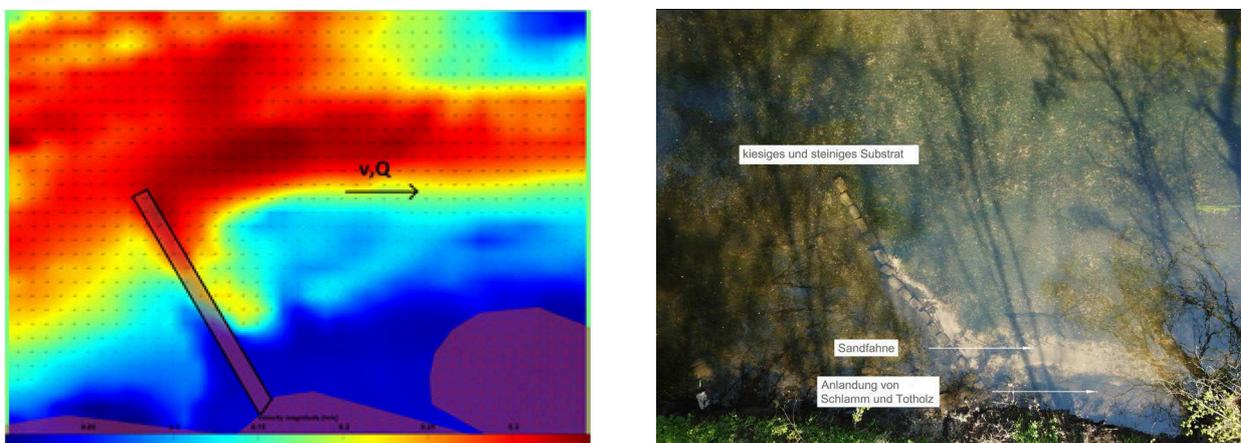


Bild 4: Gegenüberstellung von Geschwindigkeitsmessung bei Mittelwasser (links) und Substratsortierung an der Lenkbuhne 30 (rechts)

Eine weitere Maßnahme des Monitorings stellt die fotografische Dokumentation durch terrestrische Aufnahmen und Drohnenbefliegungen dar. In Bild 4 auf der rechten Seite ist ein Luftbild der Buhne 30 zu sehen, welches im März 2019 nach den ersten Hochwässern aufgenommen wurde. Es ist eine deutliche Substratsortierung durch die Buhne auszumachen. Im Uferbereich unmittelbar hinter der Buhne sind das abgelagerte Totholz und die Anlandung von Schlamm zu erkennen. Außerdem lässt sich die Ausbildung einer Sandbank beobachten. Im Bereich der Gewässermitte liegt deutlich gröberes Substrat vor.

Die Substratverteilung stützt hiermit die Erkenntnisse, die aus der Geschwindigkeitsmessung gewonnen wurden. Die im unmittelbaren Umfeld von Lenkbuhnen häufig beobachtete Entstehung von Erhöhungen (Furten) und Eintiefungen (Kolke) in der Gewässersohle (vgl. Basler & Hofmann West AG 2013) ist im Untersuchungsgebiet etwa drei Monate nach Durchführung der Baumaßnahme noch nicht auszumachen.

Fazit und Ausblick

Eine abschließende Beurteilung des Erfolgs der Baumaßnahme ist so kurze Zeit nach Einbau der Lenkbuhnen noch nicht möglich. Um nach einer Umgestaltung einen neuen stabilen Gleichgewichtszustand zu erreichen benötigt die Gewässermorphologie mehrere Jahre (Detering 2012, Kern 1994). Da auch der Abfluss eine maßgebliche Einflussgröße für die Gewässerentwicklung darstellt, gilt es, den Einfluss der Lenkbuhnen auf die Gewässermorphologie nach Eintritt größerer Hochwasserereignisse erneut zu evaluieren.

Dennoch konnten seit dem Einbau der Lenkbuhnen bereits kurzfristige Effekte an der Alb beobachtet werden, welche die gewässerstrukturierende Wirkung belegen. Die Weiterführung des Monitorings ist für die Zukunft vorgesehen. Zu Beginn der Erfolgskontrolle werden die Intervalle deutlich kürzer gewählt als gegen Ende, da zunächst mit einer höheren Dynamik gerechnet werden kann. Darüber hinaus ist es so möglich, Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen und diesen ggf. durch weitere Maßnahmen entgegenzuwirken (Berger 2018). Der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Datenerhebungen kann also innerhalb der drei Jahre immer weiter vergrößert werden. Gegebenenfalls ist die Methode der Photogrammetrie bei der Erhebung der Substratverteilungsmessdaten in Erwägung zu ziehen.

Auf Basis der aus dem Monitoring hervorgegangenen Daten wird im nächsten Schritt eine Habitatmodellierung mit CASiMiR (Computer Aided Simulation for Instream Flow) durchgeführt, mithilfe derer die Habitateignung des Albabschnitts für ihre Leitarten Barbe und Nase ermittelt werden soll (Noack et al. 2013). Das Modell verarbeitet physikalische und biologische Parameter mittels eines fuzzy-logischen Ansatzes und integriert dabei zudem Expertenwissen (Schneider 2001). Dafür wurde bereits ein hydraulisches 2D-Modell des Projektgebiets von Fluss-km 11,01 bis 9,27 für die verschiedenen Zustände (Vermessungsrunde 1, 2 und 3) mit dem Programm Flumen aufgestellt.

Das Projekt an der Alb ist ein Teilprojekt eines größeren, von der Hector Fellow Academy geförderten, Projekts zur Gewässerstrukturierung durch Lenkbuhnen am Institut für Wasser- und Gewässerentwicklung des Karlsruher Instituts für Technologie. Parallel werden Versuche mit hydraulischem Modell im Theodor Rehbock Laboratorium durchgeführt. Durch die Kopplung der beiden Untersuchungsmethoden wird eine direkte Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Labor auf Freilandbedingungen gewährleistet. So sollen die Einflüsse von Lenkbuhnen auf die Gewässerstruktur bestimmt werden.

Literaturangaben:

- Basler & Hofmann West AG (2013): Erfolgskontrolle Lenkbuhnen an der Taverna – Zwischenbericht 2013-1. Zollikofen, Murten, Schweiz.
- Berger, V. (2018): Ansätze zur Quantifizierung des Renaturierungserfolgs – Beispielhafte Betrachtung in sandgeprägten Tieflandbächen - In: Forum Siedlungswasser-, Wasser- und Abfallwirtschaft Universität Duisburg-Essen, Heft 47, Shaker Verlag.
- Detert, M.; Weitbrecht, V. (2015): A low-cost airborne velocimetry system: proof of concept, Journal of Hydraulic Research, DOI: 10.1080/00221686.2015.1054322
- Detering, U. (2012): Morphologische Veränderungen an der Lippe. Natur in NRW, 2012(1), 33-35.
- Gorka, M.; Roos, P. (2002): Gewässerentwicklungsplan der Alb (Gemarkungsgebiet der Stadt Karlsruhe). Büro für Gewässerökologie (Hrsg.), Karlsruhe.
- Kern, K. (1994): Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung – Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.
- Mende, M.; Sindelar, C. (2010): Instream River Training - Lenkbuhnen und Pendelrampen. Beitrag zum 15. Gemeinschafts-Symposium der Wasserbau-Institute TU München, TU Graz und ETH Zürich vom 1.-3. Juli 2010 in Wallgau, Oberbayern, S. 35 – 44.
- Mende, M. (2012): Instream River Training – Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 2012 (5), Nr. 10. S. 537 – 543.
- Noack, M.; Schneider, M. und Wieprecht, S. (2013): The Habitat Modelling System CASiMiR: A Multivariate Fuzzy-Approach and its Applications. In: (eds.): Ecohydraulics: An integrated approach. John Wiley & Sons, 8/2013.
- Schneider, M. (2001): Habitat- und Abflussmodellierung für Fließgewässer mit unscharfen Berechnungsansätzen. Dissertation, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 108, Universität Stuttgart, Eigenverlag.
- Thielicke, W. & Stamhuis, E.J. (2014): PIVlab – Towards User-friendly, Affordable and Accurate Digital Particle Image Velocimetry in MATLAB. Journal of Open Research Software 2(1):e30, DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/jors.bl>
- Werdenberg, N.; Meile, T.; Steiner, R. (2012): Erfahrung mit Lenkbuhnen bei Hochwasserschutz und Renaturierung – Instream River Training am Voralpenfluss Taverna. In: Wasserbausymposium 2012. S.533- 540.