

Instream River Training – Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz

Matthias Mende (Bern/Schweiz)

Zusammenfassung

Beim Instream River Training wird die Strömung als Ursache für Ufer- und Sohlenerosionen durch die Induzierung einer oder mehrerer Sekundärströmungen modifiziert. Das Verfahren bietet insbesondere unter beengten Platzverhältnissen die Möglichkeit, ökologische und stabilisierende Anforderungen gleichermaßen zu erfüllen und damit große Teile der Fließgewässer aufzuwerten. Der Aufsatz stellt verschiedene Bauweisen, insbesondere Lenkbuhnen und Pendelrampen vor und diskutiert die möglichen Einsatzgebiete. Die konkreten Möglichkeiten des Verfahrens sowie die in der Praxis gewonnene Erfahrungen werden am Beispiel Ellikerbach/Schweiz aufgezeigt.

Schlagwörter: Wasserbau, Gewässerentwicklung, Ufer, Sohle, Strömung, Geschiebe

DOI: 10.3243/kwe2012.10.001

Abstract

In-stream River Training – Natural River Training with a Minimum Amount of Material

In-stream river training modifies the flow of watercourses as a cause of river bank and river bed erosion by generating one or several secondary flows. Above all in congested premises, this method offers the possibility to meet both ecological and stabilization requirements and it thus enhances the value of sections of a watercourse. The paper presents different construction methods, especially micro groins and pendulum ramps, and discusses possible areas of use. The example of Ellikerbach/Switzerland is used to illustrate the concrete possibilities which this method offers and the practical experience gained with this method.

Key words: hydraulic engineering, watercourse development, river bank, river bed, flow, bed load

1 Einleitung: Ursache und Wirkung im Flussbau

Der Flussbau ist in den letzten Jahrzehnten deutlich naturnäher geworden und verfolgt heute als zentrales Ziel eine eigen-dynamische Gewässerentwicklung. Die wesentliche Voraussetzung hierfür ist ein ausreichender Entwicklungsraum, der dem Gewässer jedoch vielfach nicht zurückgegeben werden kann. Ein großer Teil flussbaulicher Maßnahmen beinhaltet daher auch heute noch den Ausbau der Ufer und der Sohle. Dies gilt grundsätzlich sowohl für Maßnahmen des Hochwasserschutzes als auch für Renaturierungen. Aufgrund des fehlenden Entwicklungsraums wird davon ausgegangen, dass die Ufer und die Sohle mehr oder minder hart definiert und befestigt werden müssen, um dem maximalen Strömungsangriff standzuhalten und somit morphologischen Veränderungen wie z. B. Ufererosion vorzubeugen.

Die wesentliche Ursache morphologischer Veränderungen in Fließgewässern ist jedoch die Strömung. Die gängige Gewässerstabilisierung durch eine Anpassung des Gewässers (Ufer, Sohle), z. B. mit Längsverbauungen wie Blocksatz oder Krainerwänden, ist daher eigentlich als „Symptombekämpfung“ zu bezeichnen und darüber hinaus mit hohen Kosten und ökologischen Nachteilen verbunden.

Dagegen stellen Methoden, bei denen gezielt die Strömung angepasst wird, eine ursachenorientierte Herangehensweise

dar. Hierunter fallen Bauweisen, deren Wirkung im Wesentlichen auf einer lokalen Erhöhung der Rauheit und damit einer Verringerung der Fließgeschwindigkeit basiert, wie z. B. „klassische Buhnen“, Raubäume und biogene maschinelle Ufersicherung (BMU). Der Einsatz dieser Bauweisen ist jedoch in der Regel mit einem Anstieg des Hochwasserstands verbunden, sie finden daher unter beengten Platzverhältnissen kaum Anwendung.

Eine weit weniger bekannte Methode zur Strömungsmodifizierung ist die Induzierung von Sekundärströmungen, die mit der Hauptströmung interagieren. Das bekannteste Beispiel für diese Interaktion ist die Kurvenströmung: In Fließrichtung kommt es zu einer Verlagerung des Geschwindigkeitsmaximums der Hauptströmung in Richtung Prallufer und im weiteren Verlauf in Richtung Sohle. Ufererosion und Kurvenkolk sind bekannte Folgen. Das Gleitufer ist dagegen durch Sedimentations-tendenz und geringere Fließgeschwindigkeiten gekennzeichnet. Durch die gezielte Induzierung von Sekundärströmungen kann der genannte Prozess, der dem Menschen an Fließgewässern häufig Probleme bereitet, nutzbar gemacht werden. Es können prognostizierbare Veränderungen der Geschwindigkeitsverteilung und der Querprofilgeometrie hervorgerufen werden. Dies ist die Grundidee des „Instream River Training“.

2 Definition: Instream River Training

Das Instream River Training ist eine Form des Flussbaus, bei der die Strömung als Ursache für Ufer- und Sohlenerosionen durch die Induzierung einer oder mehrerer Sekundärströmungen modifiziert wird. Hierzu werden bereits bei Niedrigwasser überströmte Bauweisen innerhalb der benetzten Gewässersohle eingesetzt. Je nach Anwendungsgebiet wird mit der Strömungsmodifizierung mindestens eines der folgenden Ziele verfolgt:

- Gewässerstabilisierung unter weitgehendem Verzicht auf massive Maßnahmen (z. B. Blocksatz),
- Nachhaltiges Geschiebemanagement,
- Initialisierung von Eigendynamik [1].

Die im Folgenden vorgestellten Bauweisen des Instream River Trainings können einen ausreichenden Gewässerentwicklungsraum nicht ersetzen, der insbesondere weitreichende eigendynamische Prozesse (z. B. Laufverlagerungen, Auendynamik) ermöglicht und Schadstoffeinträge aus dem Gewässerumfeld reduziert. Wie die Erläuterungen jedoch zeigen, bieten sie insbesondere unter beengten Platzverhältnissen die Möglichkeit, ökologische und stabilisierende Anforderungen gleichermaßen zu erfüllen und somit große Teile unserer Fließgewässer deutlich aufzuwerten.

3 Bauweisen

Als naturnahe Bauweisen des Instream River Trainings sind die von Otmar Grober von der Baubezirksleitung Bruck an der Mur/Steiermark entwickelten „Lenkbuhnen“ und die „Pendelrampe“ zu nennen. Das Instream River Training wird bei der Baubezirksleitung bereits seit etwa 1990 umgesetzt, wobei ausschließlich naturnahe Materialien wie formwilde Blocksteine eingesetzt werden, die häufig mit ingenieurb biologischen Baustoffen kombiniert werden. Sie sind auch für Gebirgsbäche und -flüsse mit großem Strömungsangriff geeignet [1].

Als weitere Bauweisen sind die an der Universität von Iowa seit Anfang der 1980er Jahre intensiv untersuchten „Submerged Vanes“ (Synonym: „Iowa Vanes“) [2] zu nennen. Diese flächigen Gewässereinbauten werden in der Regel aus Beton oder Spundwänden erstellt und ragen deutlich höher aus der Sohle als die Lenkbuhnen. Trotz ihrer guten Wirksamkeit hinsichtlich Uferschutz und Geschiebemanagement konnten sich die Submerged Vanes in Europa nicht durchsetzen, was vermutlich auf ihre naturferne Ausbildung und fehlende Eignung für Gewässer mit großem Strömungsangriff zurückzuführen ist. Sie werden daher im Folgenden nicht weiter berücksichtigt.

3.1 Lenkbuhnen

3.1.1 Definition und Wirkungsweise

Die Lenkbuhne ist eine besondere Bauform der Buhne, die bereits bei Niedrigwasser überströmt wird und in ihrer hydraulischen Wirkung daher eher Grundschwellen als „klassischen Buhnen“ ähnelt. Grundschwellen wie auch Lenkbuhnen ragen nur wenig über die Sohle hinaus. Ein Fließwechsel mit Wechsellsprung, wie er für überströmte „klassische Buhnen“ typisch ist, kann daher nur bei kleinen Abflüssen auftreten. Aus diesem

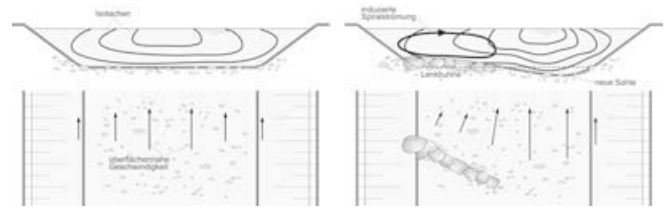


Abb. 1: Schematische Isotachendarstellung eines geraden Gewässerabschnitts ohne (links) und mit inklinanter Lenkbuhne (rechts) [3]



Abb. 2: Lenkbuhnen zum Schutz eines Prallufers der Mürz/Steiermark. Die Lenkbuhnen schließen untermittelbar an den bestehenden Blocksatz an, der vollständig erhalten werden konnte und seit dem Einbau stabil ist.

Grund haben Lenkbuhnen bei großen Abflüssen keine gefällevermindernde Wirkung und gleichen hydraulisch unwirksamen Abstürzen [1].

Als wesentlicher Unterschied zu reinen Grundschwellen, die meist rechtwinklig zur Strömung über die gesamte Sohlenbreite angeordnet werden, sind deklinante und inklinante Lenkbuhnen bei größeren Abflüssen durch die Induzierung einer Spiralströmung gekennzeichnet. Bei inklinanter Anordnung (Abbildung 1) lenkt die induzierte Strömung langsam fließendes sohlennahes Wasser in den Bereich der Einbauten. Schnell fließendes oberflächennahes Wasser wird dagegen heraus transportiert. Dieser Massen- und Impulsaustausch bewirkt im genannten Bereich eine deutliche Verringerung der Fließgeschwindigkeit, die Ablagerung eingetragener Sedimente wird begünstigt und das Ufer entlastet. Außerhalb der Einbauten steigt die Fließgeschwindigkeit an. In Wechselwirkung mit dem quer zur Hauptströmung gerichteten Geschiebetransport sind Eintiefungen die Folge [3].

3.1.2 Einsatzgebiete

Lenkbuhnen werden bisher in den Bereichen Uferschutz, Gewässerstrukturierung und Geschieberegulierung eingesetzt (s. a. Kapitel 2). Im Gegensatz zu „klassischen Buhnen“ sind sie durch eine kleine Bauwerkshöhe gekennzeichnet. Sie liegt üblicherweise 10 bis 20 cm über der mittleren Sohlenlage. Bei der Mur, dem mit einer Sohlenbreite von ca. 50 m größten



Abb. 3: Lenkbuhnen zum Schutz eines Prallufers der Mur bei St. Michael/Steiermark (Foto: G. Hauer, Graz)



Abb. 4: Schneckenbuhne an der Suhre/Kanton Luzern [5]

Fluss der Steiermark, werden sie mit einer Höhe von 50 bis 80 cm eingebaut. Hieraus ergeben sich neben geringen Material- und Einbaukosten zusätzliche Einsatzmöglichkeiten gegenüber „klassischen Buhnen“. Die geringe Höhe in Kombination mit den Eintiefungen außerhalb des Lenkbuhnenbereichs erlaubt es, Lenkbuhnen auch unter stark beengten Platzverhältnissen wie in städtischen Gebieten einzusetzen. Zudem lassen sie sich gut mit einem bestehenden Längsverbau kombinieren (Abbildung 2).

Flusskrümmungen

Ein wesentliches Einsatzgebiet von Lenkbuhnen bildet die Sicherung von Prallufnern, wo sie üblicherweise in Gruppen angeordnet werden. Durch die Lenkbuhnen wird eine Sekundärströmung induziert, die die gegengesetzte Drehrichtung der krümmungsinduzierten aufweist. Weisen beide Sekundärströmungen die gleiche Stärke auf, heben sie sich gegenseitig auf. Der Stromstrich und der Talweg verlagern sich in Richtung Innenufer. Die Strömungsverhältnisse ähneln einer geraden Gewässerstrecke, was sich auch in der Querprofilgeometrie widerspiegelt. Die Ausbildung eines ufergefährdenden Kurvenkolks wird verhindert, Auflandungen am Innenufer werden abgetragen. Dennoch ist der Gewässerbereich sehr strukturreich, da sich im Umfeld der Lenkbuhnen eine hohe Strömungsdiversität mit großer Tiefenvarianz und Substratsortierungen ausbildet. Eine zusätzliche Sicherheit gegen die Ausbildung eines Kurvenkolks ergibt sich darüber hinaus aus der Wirkung der Lenkbuhnen als lokale Sohlenfixpunkte innerhalb des Querprofils.

Das Einsatzgebiet von einseitig in Gruppen angeordneten Lenkbuhnen erstreckt sich von kleinen Gewässern mit Sohlenbreiten von wenigen Metern (s. a. Kapitel 4) bis hin zu großen Flüssen wie der Mur (Abbildung 3).

Eine besondere Form der Lenkbuhne ist die „Schneckenbuhne“. Sie wird ebenfalls zum Uferschutz an Prallufnern eingesetzt, jedoch einzeln und meist bei bestehenden Uferreissen angeordnet. Die Schneckenbuhne weist einen in Fließrichtung kleiner werdenden Radius auf (Abbildung 4). Gemäß dem Drehimpulserhaltungssatz muss die Fließgeschwindigkeit zunehmen, wenn der Radius kleiner wird. Dieser z. B. vom Auslaufwirbel am Waschbecken bekannte Effekt wird umgangs-

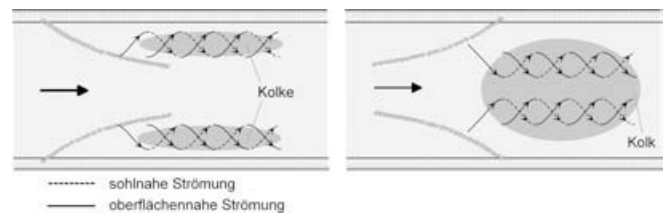


Abb. 5: Hydraulik und Sohlenmorphologie bei Strömungstrichtern: a) deklinante und b) inklinante Anordnung [3]

sprachlich als „Pirouetteneffekt“ bezeichnet. Das Umfeld der Schneckenbuhnen ist aufgrund der sich ständig ändernden Fließgeschwindigkeiten durch eine besonders große Strömungsdiversität gekennzeichnet. Es wird angenommen, dass durch die Wirbelbildung ein großer Teil der Strömungsenergie umgewandelt wird und damit unterhalb liegende Gewässerabschnitte entlastet werden. Zur Entlastung des Prallufers trägt darüber hinaus bei, dass die Schneckenbuhne zum Innenufer hin um rund 10 cm abfällt und den Abfluss somit dort konzentriert.

Gerade Gewässerstrecken

In geraden Gewässerstrecken kommen vor allem beidseitig angeordnete Lenkbuhnenpaare, sogenannte Strömungstrichter zum Einsatz. Je nach Anordnung zur Strömung (deklinant oder inklinant) werden unterschiedliche Kolk- und Strömungsbilder hervorgerufen (Abbildung 5). Deklinante Trichter werden vor allem zur Strukturierung eingesetzt [3].

Abbildung 6 zeigt beispielhaft einen inklinanten Strömungstrichter zum Schutz der Widerlager einer oberhalb liegenden Brücke. Neben dem Schutz der Brücke werden unterstrom beide Ufer entlastet, so dass auf weitere Sicherungsmaßnahmen verzichtet werden kann. Zum Bau des Strömungstrichters kamen, wie auch bei anderen Lenkbuhnen, große Blocksteine (üblicherweise 4–5 t) zum Einsatz, die zu mindestens 2/3 in die Sohle eingebunden werden (Abbildung 7). Als „Größenvergleich“ dient Otmar Grober, Pionier auf dem Gebiet des naturnahen Instream River Trainings von der Baubezirksleitung Bruck an der Mur, wo inzwischen bereits mehr als 20 Jahre Erfahrung auf diesem Gebiet vorliegen.



Abb. 6: Inklinanter Strömungstrichter zum Schutz der Widerlager einer oberhalb liegenden Brücke und zur Entlastung der Ufer unterhalb

Geschieberegulierung

Zur Regulierung des Geschiebetransports wurden Lenkbuhnen bisher vor allem unterstrom von Flusskraftwerken eingebaut (Abbildungen 8 und 9). Die hier häufig auftretenden Auflandungen führen zu einer Anhebung des Unterwasserstands und damit zu einer Verringerung der energetisch nutzbaren Fallhöhe. Aus diesem Grund werden sie vielfach durch kostenintensive und ökologisch nachteilige Baggerungen entfernt. Wie Untersuchungen der TU Graz an sechs Kraftwerken in der Mürz/Steiermark [4] zeigten, kann der Unterwasserstand bei Niedrig- und Mittelwasserabfluss durch den Einbau beidseitig angeordneter Lenkbuhnen und der damit einhergehenden Vertiefung des Talwegs zwischen den Lenkbuhnenköpfen nachhaltig gesenkt werden. Nach Auskunft der Betreiber resultiert daraus eine Erhöhung der Jahresenergieproduktion um fünf bis sechs Prozent. Darüber hinaus können Räumungen und die mit ihnen verbundenen negativen Auswirkungen dauerhaft vermieden werden.

3.2 Pendelrampen

Die Pendelrampe ist durch wechselseitig geneigte oder vertiefte Riegel gekennzeichnet, wodurch bei niedrigen und mittleren Abflüssen ein „pendelnder“ Stromstrich und damit ein verlängerter Fließweg entstehen (Abbildung 10). Mit der daraus resultierenden Verringerung des effektiven Gefälles und der Fließgeschwindigkeit wird zusammen mit der Abflusskonzentration auf eine Teilbreite die biologische Durchgängigkeit der Rampe optimiert. Um eine selektive Wirkung auszuschließen,



Abb. 7: Zum Bau von Lenkbuhnen verwendete Blocksteine



Abb. 8: Unterwasseransicht des Mürzkraftwerks Hönigtal (Foto: J. Friedrich)

werden für die vertieften Riegelbereiche möglichst runde Steine zur Vermeidung abgelöster Strömungen gewählt. Da üblicherweise nur Teile der Riegel überströmt werden, entstehen ober- und unterstrom der nicht überströmten Riegelbereiche Stillwasserzonen, in denen sich aufsteigende Fische ausruhen können (Abbildung 10: Bereich C).

Die in der Draufsicht bogenförmigen Riegel ermöglichen eine Kraftabtragung ins Ufer und sind für die Rampenhydraulik bei Hochwasser von großer Bedeutung. Die Riegel können als beidseitig angeordnete inklinante Lenkbuhnen aufgefasst werden, die im Bereich der Gewässermitte zusammenlaufen. Bei starker Überströmung im Hochwasserfall induzieren die Riegel folglich zwei Spiralströmungen mit entgegengesetzter Drehrichtung. An der Sohle drehen die beiden Strömungen in Richtung Ufer und bewirken einen zum Ufer gerichteten Geschiebetransport. Am Wasserspiegel laufen die Sekundärströmungen aufeinander zu. Wie bei inklinanten Lenkbuhnen werden die Ufer entlastet, die Ufersicherungen können entsprechend reduziert werden. Als weitere Besonderheit gegenüber anderen Riegelrampen werden die Becken der Pendelrampe nach Möglichkeit nicht zusätzlich gesichert, es steht das natürliche Sohlenmaterial an. Sie sind daher durch eine hohe Dynamik, die Ausbildung von Kolken und ausgeprägte Substratsortierungen gekennzeichnet [1, 6, 7].



Abb. 9: Unterwasseransicht des Müritzkraftwerks Trieb mit Lenkbuhne im Vordergrund. Anhand der Verfärbungen der Betonmauer am linken Ufer ist noch gut das lange Zeit im Mittel rund 80 cm höher stehende Unterwasser zu erkennen [3, 5]

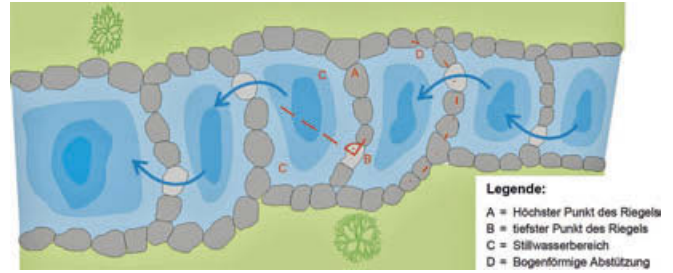


Abb. 10: Schematische Darstellung einer Pendelrampe bei Niedrig- und Mittelwasserabfluss [6]

Der bisherige Unterhalt sah vor allem häufige Baggerungen vor, um Verlagerungen des Stromstrichs in Richtung Damm zu verhindern. Diese Praxis ist jedoch nicht nachhaltig und führt daher zu dauerhaften Kosten und wiederkehrenden massiven Eingriffen in das Ökosystem Fließgewässer.

Die Erkenntnisse aus der Pilotmaßnahme am Ellikerbach können wie folgt zusammengefasst werden [1]:

4 Praxisbeispiel Ellikerbach/Kanton Zürich

Der im nördlichen Teil des Kantons Zürich verlaufende Ellikerbach (Einzugsgebiet ca. 19 km²) ist im Unterlauf stark begräbt und durch ein einheitliches Trapezprofil mit beidseitigen Dämmen gekennzeichnet. Über weite Strecken geht die Uferböschung direkt in einen straßenparallel verlaufenden Damm über. Die Böschung wurde bereits an mehreren Stellen erodiert, was mit einer Gefährdung des Damms und der dahinter liegenden Straße verbunden ist. Zur Sicherung der Böschung unter gleichzeitiger Verbesserung der Gewässerstruktur wurden im Rahmen einer Pilotmaßnahme im Juli 2008 erstmalig in der Schweiz in fünf Abschnitten des Bachs Lenkbuhnen gebaut, wobei verschiedene Materialien (u. a. Blocksteine, Fichtensämlinge und gerammte Fichtenspaltpfähle (Abbildung 11)) verwendet wurden.

- Vor dem Einbau war die Strömung bei Niedrig- und Mittelwasser in allen Abschnitten durch einheitliche, meist geringe Fließgeschwindigkeiten über die gesamte Breite gekennzeichnet (Abbildung 12, oben links). Nach dem Einbau ist eine deutliche Zunahme der Strömungsdiversität zu verzeichnen. Insbesondere weist der Bach heute auch Bereiche mit größeren Fließgeschwindigkeiten auf, was rheophilen Arten zu Gute kommt.
- Die strömunglenkende Wirkung und daraus resultierende Entlastung der Straßenböschung bleibt auch bei erhöhtem Abfluss erhalten (Abbildung 12, rechts).
- Bereits wenige Monate nach Einbau konnte eine merkliche Zunahme der Tiefenvarianz festgestellt werden. Die vorher annähernd horizontale Sohle ist heute durch Flachwasserzonen und Kolke gekennzeichnet (Abbildung 12, unten links).



Abb. 11: Einbau von Lenkbuhnen aus Fichtenspaltpfählen mit dem Presslufthammer (links). Schaltafeln dienen als „Schablone“ (Mitte). Die Höhenlage wurde so gewählt, dass die Lenkbuhnen bis auf die Einbindung ins Ufer bei Niedrigwasser überströmt wurden (rechts).

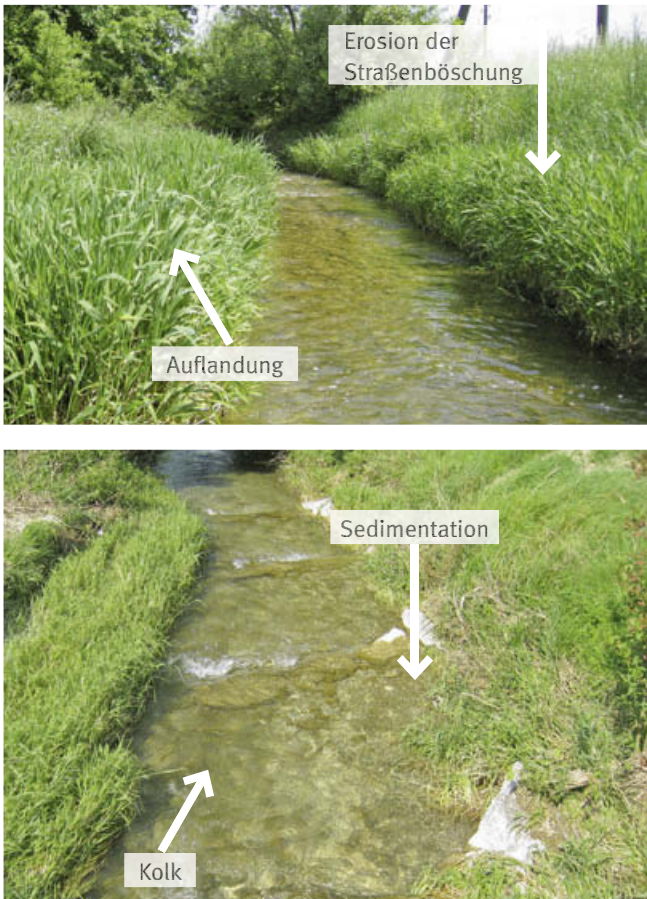


Abb. 12: Situation vor (oben links) und zwei Monate nach dem Einbau von Lenkbuhnen aus Blocksteinen (unten links); visualisierte Oberflächenströmung bei erhöhtem Abfluss im Oktober 2008 (rechts). Blick in Fließrichtung [1]

- Lokal konnten Laufverlagerungen um bis zu einem Meter von der gefährdeten Straßenböschung weg nachgewiesen werden (Abbildung 13, links). Entlang der Böschung ist keine Erosion mehr feststellbar, stattdessen wird hier Geschiebe abgelagert (Abbildung 12, unten links). Teilweise kommt auf diesen Ablagerungen bereits Bewuchs auf, durch den die Böschung weiter stabilisiert und das überbreite Niedrig- und Mittelwasserprofil auf ein naturnahes Maß eingengt wird (Abbildung 13, rechts).
- In den beiden Abschnitten mit Lenkbuhnen aus Blocksteinen ist eine annähernde Verdopplung des Fischbestands (Individuenzahl) zu verzeichnen, wobei insbesondere die Bachschmerle als rheophile Art von dem Einbau profitiert hat. Hervorzuheben ist eine Verfünffachung (!) der größeren Fische (> 30 cm), was auf die neu entstandenen Kolke (Fischeinstände) im Lenkbuhnumfeld zurückgeführt wird. Die Ergebnisse sind durch weitere Elektrobefischungen abzusichern. Eine qualitative Aussage lässt sich nach Ansicht der Autoren jedoch bereits ableiten.
- Die Lenkbuhnen aus Blocksteinen (Gewicht nur ca. 0.5 t) waren verhältnismäßig einfach einzubauen, zeigen vielfältige Strömungsverhältnisse und fügen sich auch optisch gut in das Gewässer ein. Einbauten aus Holz (Fichtenspaltpfähle, Fichtenstämmen) sind aufwändiger in der Herstellung und werden eher als Fremdkörper wahrgenommen. Da sie jedoch überströmt werden und sich schnell verfärben, sind sie insbesondere für Gewässer mit eher feinkörniger Sohle durchaus geeignet. Tendenziell zeigte sich bei

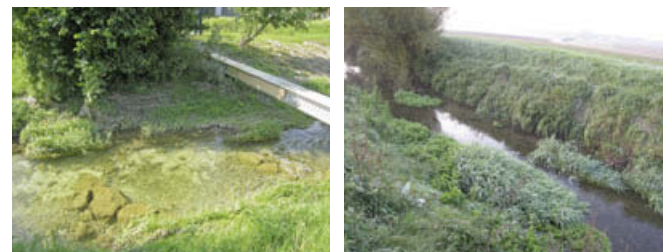


Abb. 13: Ufererosion gegenüber der durch Lenkbuhnen aus Blocksteinen geschützten Straßenböschung (links; Fließrichtung von links nach rechts); Abschnitt mit Lenkbuhnen aus Fichtenspaltpfählen am linken Ufer gut ein Jahr nach Einbau (rechts; Blick gegen die Fließrichtung) [1]

den Lenkbuhnen aus Fichtenspaltpfählen aufgrund der scharfkantigen Ausbildung eine etwas bessere Wirkung hinsichtlich Strömungslenkung und Uferschutz als bei den annähernd horizontal eingebauten runden Fichtenstämmen, die zudem aufgrund des Auftriebs nur schwer präzise einzubauen sind.

5 Schlussbetrachtung

Das ursprünglich in der Steiermark entwickelte naturnahe Instream River Training findet inzwischen auch vermehrt in der Schweiz und in Deutschland Anwendung. Die bisherigen Erfahrungen machen deutlich, dass durch ein naturnahes Inst-

ream River Training die Ziele Gewässerstabilisierung und -strukturierung nachhaltig und mit verhältnismäßig geringen Kosten erreicht werden können. Diverse Erfolgskontrollen und Monitoringkampagnen [1, 8] belegen, dass mit den Maßnahmen eine deutliche Zunahme der Strömungsvielfalt und der Tiefenvarianz erreicht und die Habitatqualität verbessert wird. Selbst „reine“ Stabilisierungsmaßnahmen gehen bei dieser Form des Flussbaus mit einer Strukturierung einher, so dass schutzwasserbauliche und ökologische Aspekte gleichermaßen erfüllt werden.

Literatur

[1] Mende, M.; Sindelar, C.: *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, 2010

[2] Odgaard, A. J.: *River Training an Sediment Management with Submerged Vanes*, American Society of Civil Engineers, ASCE Press, ISBN 978-0-7844-0981-7, 171 Seiten, 2009

[3] Sindelar, C.; Mende, M.: *Lenkbuhnen zur Strukturierung und Stabilisierung von Fließgewässern*, Wasserwirtschaft, Heft 1–2/2009, S. 70–75, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2009

[4] Friedrich, J.: *Naturmessungen über die Funktionsweise von Buhnen an der Mürz*, Diplomarbeit am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Graz, 2008 (unveröffentlicht)

[5] Huber, U.: *Schneckenbuhnen am Suhrenkie*, Ingenieurbilogie, Heft 3/2009, 19. Jahrgang, S. 5–10, 2009

[6] Mende, M.; Gassmann, E.: *Pendelrampen – Funktionsweise und Erfahrungen*, Ingenieurbilogie, Heft 3/2009, 19. Jahrgang, S. 29–36, 2009

[7] Sindelar, C.; Knoblauch, H.: *Modellversuch zur Dimensionierung einer Pendelrampe an der Großen Tulln*, Ingenieurbilogie, Heft 3/2009, 19. Jahrgang, S. 37–42, 2009

[8] Pinter, K.; Unfer, G.; Wiesner, C.: *Fischbestandserhebung der Mur im Bereich St. Michael*, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Wien, Juni 2009

Autor

Matthias Mende
IUB Engineering AG
Belpstrasse 48
3000 Bern 14, Schweiz

E-Mail: matthias.mende@iub-ag.ch



FORTBILDUNG

Zertifizierter Kanal-Sanierungs-Berater



Fortbildung der Fördergemeinschaft für die Sanierung von Entwässerungssystemen

ZERTIFIZIERTER KANAL-SANIERUNGS-BERATER®

Mit diesem Lehrgang wird eine Fortbildungsmaßnahme angeboten, in der die Problematik der Schadensfeststellung, -analyse und Sanierungsplanung von Entwässerungskanälen und -leitungen im öffentlichen wie im privaten Grundstücksbereich behandelt wird. Absolventen des Lehrganges erkennen Schäden und bearbeiten Kanalsanierungsmaßnahmen in der Gesamtkomplexität.

Termine für modulare Schulungen und Blockschulungen in Kerpen, Bad Zwischenahn und Feuchtwangen finden Sie auf der Internetseite www.ZKS-Berater.de.



www.ZKS-Berater.de



Anerkennung durch die Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen

Anspruchspartner: Fördergemeinschaft für die Sanierung von Entwässerungssystemen · c/o DWA · Zvonko Gocev
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Tel.: 02242 872-217 · Fax: 02242 872-135 · E-Mail: gocev@dwa.de