

Gestaltung von Lenkbuhnen zur Böschungssicherung am Ketzerbach (Instream River Training)

Gert Hammer
Rainer Miersch

Durch Instream River Training (IRT) kann die Strömung in einem Gewässer gesteuert werden, um maximale Abflusstiefen in der Hauptströmung und minimale Fließgeschwindigkeit an den Ufern zu erreichen. Damit soll eine ingenieurbio-logische Böschungssicherung ermöglicht werden. Besonders für Gewässerabschnitte mit Krümmungen und ausgeprägter Verlagerung der Strömung besitzt das IRT Bedeutung. Es werden die Grundlagen sowie die modelltechnischen Besonderheiten bei der Anwendung von numerischen hydraulischen Modellen zur Prognostizierung der Wirkungen von Lenkbuhnen als Verfahren des IRT dargestellt. Als praktisches Beispiel wird der Einsatz von Lenkbuhnen an einem Abschnitt des Ketzerbaches (Landkreis Meißen, Sachsen) veranschaulicht.

Stichworte: Instream River Training, Böschungssicherung, Lenkbuhnen, numerische hydraulische Modelle, Ketzerbach

1 Problematik und Grundlagen der Bemessung

Das Instream River Training (IRT) an Fließgewässern wird angewendet, um Strömungen zu erzeugen, die von der natürlichen Stromrichtung abweichen. Vor allem für kleine Fließgewässer besteht darin das Ziel, die Fließgeschwindigkeit und Stromrichtung in einer Weise zu steuern, dass unter Niedrigwasserbedingungen maximale Abflusstiefen und unter Hochwasserbedingungen an den Uferböschungen möglichst geringe Erosion auftreten. Somit kann die Durchgängigkeit von Gewässern in Niedrigwasserperioden gewährleistet und die Böschungssicherung mit natürlichen ingenieurbio-logischen Bauweisen durchgeführt werden. Besonders in Flusskrümmungen mit ausgeprägten Sekundärströmungen infolge von Zentrifugalkräften und dadurch auftretender Seitenerosion besitzt das IRT Bedeutung.

Das Verfahren kann mit unterschiedlichen Methoden ausgeführt werden. In den USA wurden Untersuchungen mit Leitelementen (Submerged Vanes; *Odgaard, 2009*) vorgenommen. Leitelemente bestehen aus langgestreckten Körpern in Fließgewässern, die in einem bestimmten Winkel zur Strömungsrichtung ange-

ordnet sind. Durch die Anordnung kann die Verteilung der Fließgeschwindigkeit sowie die Sedimentbewegung gesteuert werden (Abbildung 1).

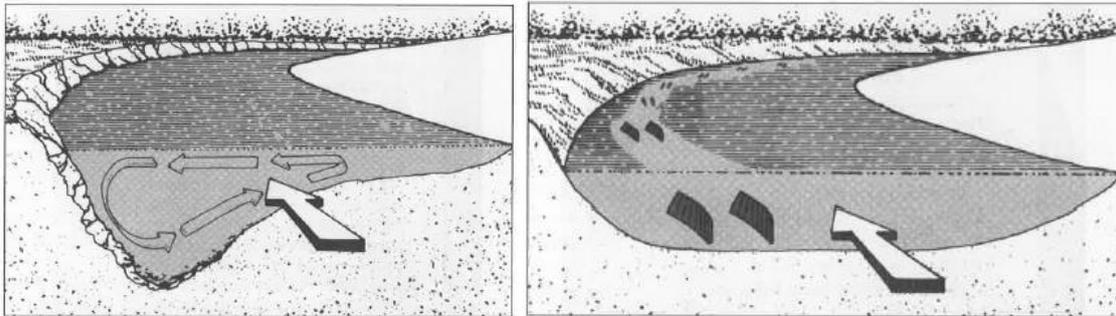


Abbildung 1: Natürliche Strömung in Flusskrümmungen mit Sekundärströmung (links) und Reduzierung der Sekundärströmung durch Leitelemente (rechts) (Odgaard, 2009)

In Europa wurden ebenfalls Untersuchungen mit Leitelementen durchgeführt (van Zwol, 2004). Größere Bedeutung hat allerdings die Anwendung von Buhnen. Im Gegensatz zu Leitelementen werden Buhnen quer zur Strömungsrichtung von der Uferböschung in Richtung der Gewässermittle angeordnet. Bei Buhnen wird zwischen umströmten Buhnen und Lenkbuhnen unterschieden. Der Hauptabfluss bei umströmten Buhnen erfolgt auf der gegenüberliegenden Seite. Zwischen den Buhnen bildet sich Zirkulation heraus, wie in Abbildung 2 gezeigt wird.

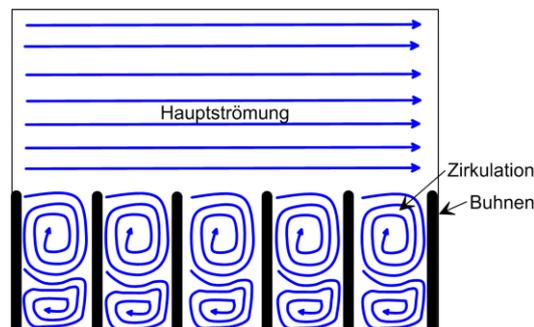


Abbildung 2: Fließverhältnisse bei umströmten Buhnen (Wurms, 2004)

Umströmte Buhnen sind, wie auch Leitelemente, Bauwerke im Flussprofil, die höher liegen als der Wasserstand während Hochwasserperioden. Besonders bei naturnahen Gewässern können diese Anlagen die Ästhetik eines Gewässers erheblich stören. Eine elegantere Lösung des IRT ist deshalb die Anwendung von Lenkbuhnen (Sindelar & Mende, 2009). Lenkbuhnen sind Bauwerke im Flussprofil, welche quer zur Fließrichtung errichtet und bereits unter Niedrigwasserbedingungen überströmt werden. Sie befinden sich demzufolge die meiste Zeit unter dem Wasserspiegel und werden optisch nicht wahrgenommen. Wegen diesem Vorteil sollen sie den Schwerpunkt der Betrachtungen bilden. Die Wirkungsweise von Lenkbuhnen ist in Abbildung 3 veranschaulicht.

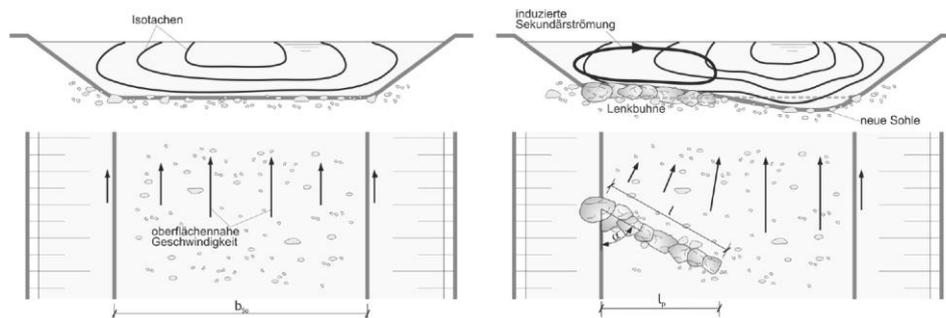


Abbildung 3: Schematische Isotachendarstellung eines geraden Gewässerabschnittes ohne (links) und mit inklinant angeordneter Lenkbuhne (rechts) (Sindelar & Mende, 2009)

Lenkbuhnen werden in einem bestimmten Winkel zur Fließrichtung errichtet. Da die Buhnenkrone unter dem Wasserstand bei Niedrigwasserabfluss liegt, haben sie hydraulisch die Wirkung von Sohlgleiten. Sohlgleiten werden immer senkrecht überströmt, sodass durch die Lage der Achse der Buhnen die Fließrichtung beeinflusst werden kann. Besonders in Gewässerkrümmungen kann durch Lenkbuhnen mit inklinanter Anordnung (Anstellwinkel $< 90^\circ$) der nach außen gerichteten Sekundärströmung entgegengewirkt und damit die Bildung von Ablagerungen am Gleithang sowie die Erosion am Prallhang eingeschränkt werden.

Damit eignet sich die Anwendung dieser Methode besonders für Abschnitte, in denen der Raum zur eigendynamischen Entwicklung des Gewässers begrenzt ist. Wenn innerhalb dieser Flussabschnitte erosionsgefährdende Böschungen auftreten, kann durch die Anwendung von Lenkbuhnen in vielen Fällen der naturferne Ausbau mit Wasserbausteinen vermieden werden. Durch minimale Eingriffe in Fließgewässern können mit dem Verfahren bedeutende positive Auswirkungen erzielt werden. Leider wird es in Deutschland bisher sehr wenig eingesetzt. Eine wesentliche Ursache dafür resultiert aus der Tatsache, dass bislang keine Grundsätze zur Planung vorlagen. Um diese Situation zu ändern, entwickelte Mende (2014) erste Bemessungsansätze. Er führte dazu Versuche in einem Laborgerinne sowie an einem natürlichen Gerinne in Baden-Württemberg durch. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass die Wirkung von Lenkbuhnen besonders von folgenden Gestaltungsmerkmalen bestimmt wird (Abbildung 4):

- relative Länge,
- Abstand bzw. relativer Abstand (Buhnenabstand/relative Länge),
- Winkel zwischen Uferlinie und Buhne.

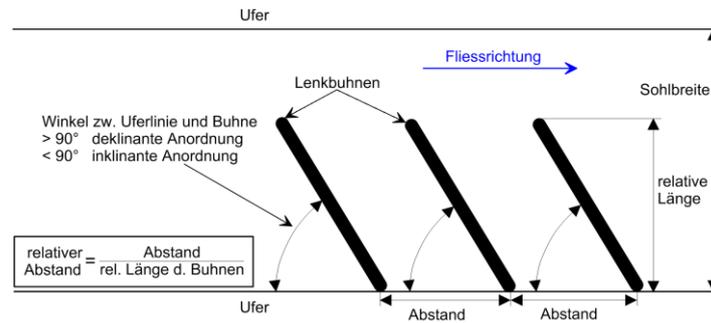


Abbildung 4: Gestaltungsmerkmale von Lenkbuhnen

Weitere Resultate der Untersuchungen waren, dass die größte Wirkung erzielt wird, wenn die Einbaulänge der Buhnen ca. $2/3$ der Gewässerbreite entspricht. Bei Erosionsprozessen am gegenüberliegenden Ufer muss die Einbaulänge auf $1/2$ der Gewässerbreite reduziert werden (Werdenberg *et al.*, 2012).

Als relative Abstände (=Abstand/relative Länge) empfiehlt Mende (2014) einen Wert von 6. In Flusskrümmungen sollte der Abstand jedoch kleiner gewählt werden, da durch die Sekundärströmung eine erhöhte Verlagerung der Hauptströmung auftrat. Hier werden von Werdenberg *et al.* (2012) Abstände von 0,8 bis 1 Sohlbreiten in engen Flusskrümmungen (Radius $< 3 \times$ Sohlbreite) und Abstände von 1,8 bis 2 Sohlbreiten in weiten Flusskrümmungen (Radius $> 8 \times$ Sohlbreite) vorgegeben.

Zur Lage der Lenkbuhnen stellte Mende (2014) fest, dass bei Winkeln zwischen Uferlinie und Buhnen von 30° bis 60° die größte Verlagerung der Strömung erreicht wird. Da die absolute Länge der Buhnen in Fließgewässern bei kleinen Winkeln deutlich grösser ist, sollte auf einen Winkel von 60° orientiert werden. Nur in starken Gewässerkrümmungen sollten die Buhnen mit kleineren Winkeln angelegt werden.



Abbildung 5: Sedimentablagerungen (Mende, 2013)

Ein weiteres Ergebnis der von Mende (2014) durchgeführten Messungen war, dass die Strömungsgeschwindigkeit am Buhnenkopf das Maximum erreicht und in Richtung Buhnenwurzel geringer wird. Damit wird an der Buhnenwurzel Sediment abgelagert, während die Buhnenköpfe ohne Ablagerungen bleiben.

Letztlich haben *Mende & Koll* (2006) festgestellt, dass niedrige Lenkbuhnen mit einem Verhältnis von 1:10 von Bauhöhe zu Wassertiefe die gleiche Wirkung auf die Strömungslenkung wie höhere Lenkbuhnen mit einem Verhältnis von 1:8 haben. Somit besitzt die Höhe der Lenkbuhnen nur eine untergeordnete Bedeutung.

2 Besonderheiten bei der Nachbildung von Lenkbuhnen durch numerische hydraulische Modelle

Während *Odgaard* (2009), *Werdenberg et al.* (2012) und *Mende* (2014) Bemessungsgrundsätze für Lenkbuhnen mit Hilfe von Ergebnissen aus experimentellen Untersuchungen ableiteten, führten *Hassinger* (1991) und *Wurms* (2004) die Parametrisierung von Buhnen mit physikalischen bzw. numerischen hydraulischen Modellen durch. Durch numerische hydraulische Berechnung wird die Strömung 2- oder 3-dimensional mit Hilfe der Kontinuums- und Impulsgleichungen veranschaulicht. Die Modellrechnungen werden auf der Grundlage eines Netzes zur Widerspiegelung der Flussbettmorphologie nachvollzogen, wobei für jeden Knoten die Strömungsverhältnisse und Wasserspiegellagen ermittelt werden.

Wurms (2004) wendete zur Modellierung das Programm TELEMAC-2D (*Hervouet*, 2007) sowie zur Nachbildung von 3-dimensionalen Erscheinungen beim Überströmen von Buhnen das Programm UnTRIM (*Casuli & Lang*, 2002) an. Das wesentliche Ergebnis dieser Modellrechnung war, dass die Steuerung der Strömung neben der Lage der Buhnen entscheidend durch die innere Reibung und damit verbundenen Zirkulation bestimmt wird. Zunächst entsteht eine horizontale Zirkulation zwischen Buhnenfeld und Hauptströmung (Abbildung 2). Weiterhin entsteht eine vertikale Zirkulation durch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten beim Überströmen der Buhnen (Abbildung 6).

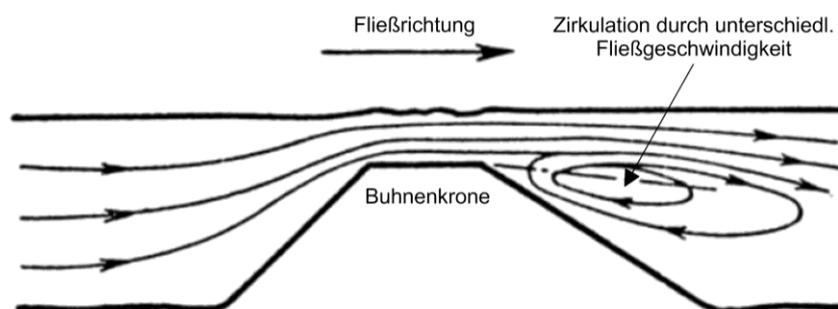


Abbildung 6: Vertikale Zirkulation im Bereich einer Lenkbuhne (*Wurms*, 2004)

Bei geringer Überströmungshöhe können sogar Ablösevorgänge und Fließwechsel vorkommen. In jedem Fall tritt wegen der Änderung der Fließgeschwindig-

keit ein Energieverlust auf. Aufgrund der horizontalen und vertikalen Zirkulation kann die Strömung über Lenkbuhnen normalerweise nur mit Modellen wiedergespiegelt werden, welche die Wasserbewegung 3-dimensional erfassen. Bei praktischen Anwendungen können 3-dimensionale Modelle nur im begrenzten Umfang eingesetzt werden, da nicht vertretbare Rechenzeiten entstehen. Durch die Verwendung von 2-dimensionalen Modellen wird die Rechenzeit wesentlich reduziert. Allerdings wird bei diesen Modellen die Strömungsverteilung tiefengemittelt angenommen, sodass die vertikale Zirkulation nicht nachvollzogen werden kann. Um die Auswirkungen von Lenkbuhnen unter praktischen Verhältnissen mit Hilfe von numerischen hydraulischen Modellen prognostizieren zu können, führte *Wurms* (2004) zunächst Modellrechnungen unter Berücksichtigung des 3-dimensionalen Strömungsverhaltens mit dem Programm UnTRIM durch. Die Ergebnisse wurden zur Validierung von Modellrechnungen zur Nachbildung der Strömung auf 2-dimensionaler Ebene durch Anwendung des Programmes TELEMAC-2D angewendet. Erwartungsgemäß stellte *Wurms* (2004) fest, dass die größten Differenzen zwischen den Ergebnissen der 2- und 3-dimensionalen Modellierungsrechnungen an Bereichen über und unmittelbar hinter den Buhnen entstehen. Hier traten durch die abweichende Widerspiegelung der Strömung unterschiedliche Wasserspiegellagen und Druckverhältnisse auf. Diese Unterschiede konnten durch Erhöhung der Rauigkeiten in diesen Bereichen bei der Durchführung der 2-dimensionalen Modellierung ausgeglichen werden. Außerdem war hier eine Verfeinerung des Netzes notwendig, da durch lokale Rauigkeitsunterschiede numerische Diffusion bei Modellrechnungen auftraten, welche durch Netzverfeinerung ausgeglichen werden konnte.

Allgemein wurde festgestellt, dass zur 2-dimensionalen Nachbildung der Strömung über Lenkbuhnen das Programm TELEMAC-2D besonders geeignet ist, da es Möglichkeiten besitzt, auftretende numerische Schwankungen stark zu reduzieren. Gleichzeitig werden Randbedingungen realistisch wiedergespiegelt. Mit dem Programm konnte *Wurms* (2004) nach entsprechender Parametrisierung (Rauigkeitsänderung - Netzverfeinerung) die Verteilung der Fließgeschwindigkeiten sowie Wasserspiegellagen auf dem durch Buhnen beeinflussten Abschnitt der Donau zwischen Straubing und Vilshofen nachvollziehen.

3 Beispiel-Anwendung von Lenkbuhnen zur Ufersicherung am Ketzerbach bei Lommatzsch

Im Auftrag des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr, NL Meißen sollen die Reste des zerstörten Wehres im Ketzerbach zwischen Mertitz und Zöblitz südlich von Lommatzsch zurückgebaut werden (Abbildung 7). Ebenfalls ist vorge-

sehen, die Sohle und Böschungen zu profilieren, sodass Erosion verhindert und gleichzeitig die Durchgängigkeit des Fließgewässers wiederhergestellt wird.

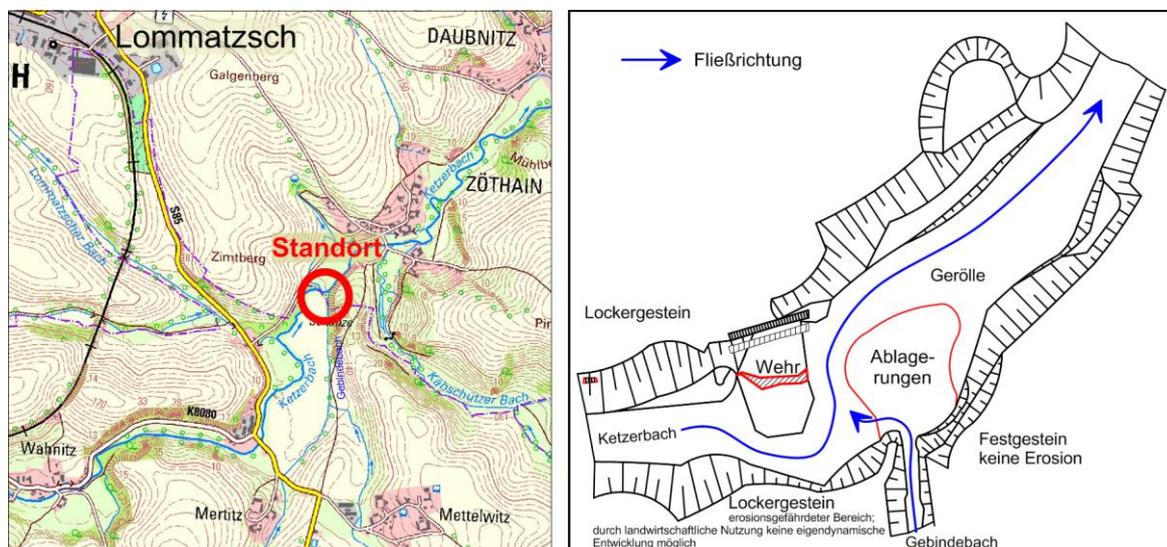


Abbildung 7: Modellgebiet am Ketzerbach

Der in Abbildung 7 dargestellte Abschnitt befindet sich in einer Krümmung des Ketzerbaches mit rechtsseitigem Zufluss des Gebindebaches. Hier beträgt das mittlere Fließgefälle 1.5 % bei einer mittleren Sohlbreite von 8 m. Rechtsseitig vor Mündung des Gebindebaches hat sich allerdings eine Aufweitung herausgebildet, welche durch Umströmung des zerstörten Wehres entstand.

Das Flussbett dieses Abschnittes des Ketzerbaches wird bis in größere Tiefen durch Fein- und Mittelsande gebildet, welche mit Geröllen durchsetzt sind. Unmittelbar auf der Sohle sind Gerölle von 10 cm bis 30 cm abgelagert.

Da sich der Flussabschnitt im Übergangsbereich von Festgestein (Biogranit) im Nordosten und Auesedimenten im Südwesten befindet, sind trotz des relativ großen Gefälles sowie der Krümmung nur an der rechtsseitigen Uferseite bis zur Mündung des Gebindebaches Abtragungen zu erwarten. Da in der unmittelbaren Nachbarschaft landwirtschaftliche Nutzung erfolgt, müssen weitere Abtragungen unbedingt vermieden werden, um Nutzungseinschränkungen zu verhindern.

Neben der erosiven Wirkung des Abflusses während Hochwasserperioden stellen die Ablagerungen von Sedimenten ein weiteres Problem für das Flussprofil des Ketzerbaches dar. Während Hochwasserperioden ist sowohl der Ketzerbach als auch der Gebindebach stark mit Sedimenten belastet, die in Bereichen mit geringen Fließgeschwindigkeiten und Schleppspannungen abgelagert werden. Derzeit sind größere Ablagerungen im Ketzerbach an der Mündung des Gebindebaches vorhanden (Abbildung 7). Weitere Bereiche, wo Ablagerungen auftreten, befinden sich im Flussabschnitt linksseitig am Gleithang.

Zum Nachweis der Erosionssicherheit der Uferbereiche nach Umbau der Fließstrecke wurden numerische hydraulische Berechnungen mit dem Programm TELEMAC-2D durchgeführt. Die Anwendung des Programmes setzt ein Modellnetz aus unregelmäßigen Elementen zur Nachbildung der Flussbettmorphologie voraus. Dieses Netz kann qualitätsgerecht mit dem Programm TRIANGLE (Shewchuk, 1996) erstellt werden, welches in das GIS QGIS integriert ist.

Zunächst erfolgte die Nachbildung des Ist-Zustandes mit dem Abfluss von $0,72 \text{ m}^3/\text{s}$ vom 13.01.2015. Weiterhin wurde die Variante ohne Buhnen nach Rückbau des Wehres bei einem Hochwasserabfluss des Ketzerbaches von $17,2 \text{ m}^3/\text{s}$ und Rauigkeiten (Manningwerten) von $0,035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für die Gewässer-sole und $0,03 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für die Uferböschungen betrachtet (Abbildung 8 links).

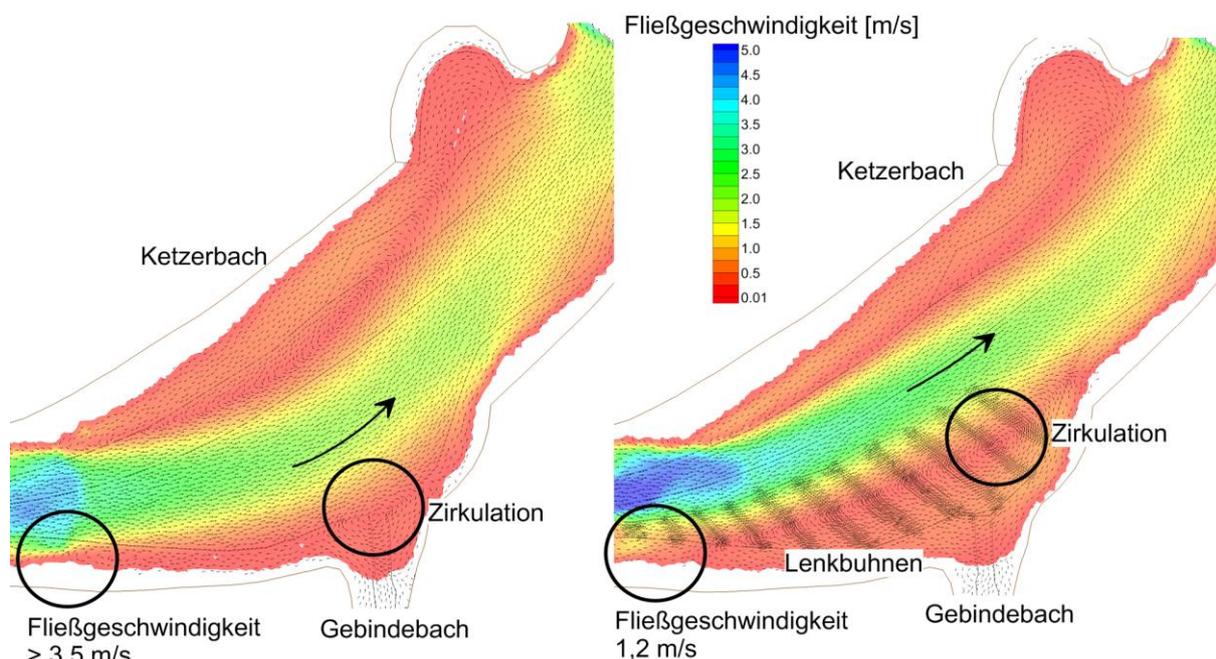


Abbildung 8: Fließgeschwindigkeiten ohne (links) und mit Buhnen (rechts)

Das Ergebnis (Abbildung 8 links) verdeutlicht, dass an der rechtsseitigen Uferböschung Fließgeschwindigkeiten über $3,5 \text{ m/s}$ auftreten. Somit sind entsprechend den Kriterien in *Stowasser* (2011) während Hochwasserperioden starke hydraulische Belastungen an der rechten Uferböschung zu erwarten, die einen naturfernen Ausbau mit Wasserbausteinen erfordern. Ein weiteres Problem stellt die zirkulierende Wasserbewegung im Ketzerbach unmittelbar im Mündungsbereich des Gebindebaches dar. Hier werden während Hochwasserperioden Sedimente abgelagert, da infolge der Abflussbehinderung die Schleppkraft des Gebindebaches stark verringert wird.

Zur Minimierung dieser Probleme wurden weitere Modellrechnungen unter Hochwasserbedingungen mit Lenkbuhnen an der Prallhangseite durchgeführt.

Von den durchgeführten Untersuchungen ist die strömungstechnisch optimale Variante in Abbildung 8 (rechts) dargestellt. Diese Variante wurde mit Lenkbuhnen im Winkel von 60° (inklinante Anordnung) und mit 3 m Bühnenabstand durchgeführt. Die Länge der Bühnen ist variabel, um eine Breite der Hauptströmung von ca. 5 m zu erreichen. Als Bühnenhöhe sind 0,1 m ausreichend. Somit sind auch bei Niedrigwasser die Bühnenkronen überströmt.

Durch die Berechnungen konnte nachgewiesen werden, dass sich durch den Einbau von Lenkbuhnen die Fließgeschwindigkeit im rechtsseitigen Uferbereich auf 1,2 m/s reduzieren lässt und damit ein ingenieurbiologischer Ausbau möglich ist. Weiterhin wird aus Abbildung 8 (rechts) deutlich, dass eine Verlagerung der Zirkulation im Ketzerbach an der Mündung des Gebindebaches in nordöstliche Richtung erfolgt und somit eine deutliche Verringerung der Sedimentation nach Hochwasserabfluss durch den Gebindebach zu erwarten ist.

Weiterhin ergaben Modellrechnungen für diese Variante unter Niedrigwasserbedingungen geringste Wassertiefen von 5 cm bis 7 cm, sodass unter diesen Bedingungen die Durchgängigkeit gewährleistet ist.

Ebenfalls war mit den Modellergebnissen die Bemessung der Lenkbuhnen möglich. Entsprechend *LfU* (2000) und *Mende* (2014) lässt sich die Steingröße zur Befestigung von Sohle und Bühnen entsprechend Strömungs- bzw. Hangabtriebskraft und Haftreibung ermitteln. Da im Bereich der Bühnen mit Auskolkungen zu rechnen ist, müssen die Lenkbuhnen mehrreihig im Blocksteinaufbau errichtet werden. Weiterhin ist an den Bühnenköpfen wegen unterschiedlicher Fließgeschwindigkeiten Zirkulation zu erwarten, sodass hier ein besonderer Schutz mit Stützsteinen erforderlich ist. Wesentlich für die Standsicherheit von Lenkbuhnen und Böschung ist die Anbindung an das Ufer zur Vermeidung von Hinterspülungen.

4 Literatur

- Casuli, V.; Lang, G. (2002): „Mathematical Model UnTRIM, Validation Document“, Trento University, Italy/BAW Hamburg.
- Hassinger, R. (1991): „Beitrag zur Hydraulik und Bemessung von Blocksteinrampen in flexibler Bauweise“, In: Mitteilungen Heft 74, Institut f. Wasserbau, Universität Stuttgart, Eigenverlag des Instituts f. Wasserbau der Universität Stuttgart, 1991.
- Hervouet, J.-M. (2007): „Hydrodynamics of Free Surface Flows – modelling with the finite element method“, Electricité de France (EDF), France; John Wiley & Sons Ltd, ISBN 978-0-470-03558-0.
- Mende, M. (2014): „Naturnaher Uferschutz mit Lenkbuhnen – Grundlagen, Analytik und Bemessung“, Dissertation, TU Braunschweig, 2014.

- LfU (2000): „Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern – Raue Rampen und Verbindungsgewässer“, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 63, Karlsruhe.
- Mende, M. (2013): „Instream River Training: Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz“, GFG mbH – 17. Betreuertagung, Wiesbaden-Naurod, 19./20.07.2013.
- Mende, M.; Koll, K. (2006): „Wissensch. Beratung u. Begleitung innov. Sicherungs- u. Strukturmaßnahmen an Gewässern 1. Ordnung (haupts. Wiese in Lörrach), LWI-Bericht Nr. 932, Leichtweiß-Institut f. Wasserbau, TU Braunschweig.
- Odgaard, A. J. (2009): „River Training and Sediment Management with Submerged Vanes“, American Society of Civil Engineers, ASCE Press, ISBN 978-0-7844-0981-7, 2009.
- Shewchuk, J. R. (1996): „TRIANGLE – A Two-Dimensional Quality Mesh Generator and Delaunay Triangulator“, Programmhilfe, Version 1.3.
- Sindelar, C.; Mende, M. (2009): „Lenkbuhnen zur Strukturierung und Stabilisierung von Fließgewässern“, In: WasserWirtschaft 1-2/2009, S. 70 – 75, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2009.
- Stowasser, A. (2011): „Potenziale u. Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl und Anwendung ingenieurbiolog. Bauweisen im Wasserbau“, Institut f. Umweltplanung, Leibnitz Universität Hannover, Schriftenreihe Umwelt u. Raum, Bd. 5, ISBN 978-3-86955-795-3.
- van Zwol, J. A. (2004): „Design aspects of submerged vanes“, M. Sc. Thesis, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Section of Hydraulic Engineering, Delft 2004.
- Werdenberg, N.; Meile, T.; Steiner, R. (2012): „Erfahrung mit Lenkbuhnen bei Hochwasserschutz und Renaturierung – Instream River Training am Voralpenfluss Taverna, Gemeinschafts-Symposium der Wasserbau-Institute TU München, TU Graz und ETH Zürich vom 12.-15.09.2012 in Graz, Steiermark, S. 533 – 540.
- Wurms, S. (2004): „Parametrisierung von Buhnen in 2D-HN-Modellen anhand numerischer Modellrechnungen und Naturdaten der Donau“, Diplomarbeit, Institut f. Wasserbau, Lehrstuhl f. Hydromechanik u. Hydrosystemmodellierung, Universität Stuttgart 2004.

Autoren:

Diplom-Hydrologe, Fachhydrologe für
Grundwasser Gert Hammer

Rainer Miersch

Büro f. Hydrologie und Bodenkunde
Gert Hammer
Beethovenstraße 3
01465 Dresden OT Langebrück

Landesamt f. Straßenbau und Verkehr
NL Meißen
Ref. 24, Umweltschutz
Heinrich-Heine-Straße 23c
01662 Meißen

Tel.: +49 35201 71065
Fax: +49 35201 71085
E-Mail: hydrologie@t-online.de

Tel.: +49 3521 7189-1233
Fax: +49 3521 7189-1999
E-Mail: rainer.miersch@lasuv.sachen.de