

Statt Längsverbau mal „quergedacht“

Uferschutz Maßnahmen der Wasserwirtschaftsämter Rosenheim und Weilheim

Bei dem Wort Uferschutz denkt man als Erstes an eine klassische Uferversteinung mit in Längsrichtung klar definierten Böschungfußpunkten, Böschungsoberkanten und im Voralpenland an flächige weiße Kalksteinböschungen. Diese Art der Verbauung ist im Hinblick auf Sicherheit und Langlebigkeit erprobt und damit in vielen Abschnitten auch angebracht. Dies gilt vor allem dann bei unmittelbar angrenzender Bebauung, beengten Platzverhältnissen und bei entsprechend hohen Strömungskräften (z.B.: starkes Gefälle). Gleiches gilt, wenn das Abflussprofil bereits auf „Anschlag“ beim abzuführenden Bemessungsereignis ist und zusätzliche Einbauten (zusätzliche Rauheit) das Fass zum Überlaufen bringen würde. Die glatte Versteinung birgt jedoch Nachteile bei Optik, Strömungsvielfalt, Fischunterstände, Uferbewuchs, Beschattung, usw. Zudem ist dieser Uferverbau aufwändig und teuer.

Dass es nicht immer eine Uferversteinung sein muss, zeigen die Flussmeisterstellen Lengries und Miesbach mit den folgenden zwei Beispielen.



Abb. 1: Manchmal geht's halt nicht anders.

Biologisch Maschinelle Ufersicherung (BMU) – alles andere als Handarbeit

Wegen eines Hochwasserereignisses kam es an der Leitzach (Wildbach) stellenweise zu massiven Ufererosionen (Abb. 2). In einem Abschnitt wurde die alte Längsverbauung rechtsseitig zerstört. Hier stellte sich zunächst die Frage, ob man überhaupt tätig werden sollte. An vielen anderen Abschnitten lässt man die Leitzach einfach „arbei-

ten“, sich selbst regulieren. Aus unterschiedlichen Gründen hat man sich dann entschieden einzugreifen, allerdings auch mit dem Ziel, wieder einen entsprechenden Uferbewuchs und Gehölzsaum herzustellen und für Beschattung zu sorgen. Da in diesem Abschnitt keine Bebauung betroffen war, kamen aus ökologischen Gründen eine Wiederherstellung und der Einbau eines maschinellen Steinsatzes nicht in Frage.

Die neue Ufersicherung, wenn man sie überhaupt so nennen mag, hatte folgenden Anforderungen zu entsprechen:

- Möglichst schnell soll ein Uferbewuchs aufkommen (Beschattung, Lebensraum).
- Fischunterstände und strömungsberuhigte Bereiche sollen gefördert werden (im Vergleich zu einer Längsversteinung).
- Die Maßnahme muss sofort wirksam sein. Es kann also nicht auf

langsameres Anwachsen gewartet werden.

- Die Baustelle muss mit minimalem Personaleinsatz möglichst maschinell umsetzbar sein.
- Kosten müssen unter denen eines „Steinverbau“ liegen.



Abb. 2: Blick gegen die Fließrichtung; deutlich sichtbar sind die Ufererosionen des Hochwassers. Der Einbau der ersten Gehölzlagen hat begonnen.

Etwas „Biologisches“ musste her. Hier mag man zunächst an personalintensives und aufwändiges Faschinenbündel-Binden und viel Handarbeit denken. Dass es auch anders geht, beschreibt z.B. Wolfgang Schütz in seinem Artikel „Biogene maschinelle Ufersicherung“ (Ingenieurbiologie, Heft 3 / 2009, 19. Jahrgang, S. 11 – 23). Für Details wird auch auf diesen Fachartikel verwiesen.

Nach diesem Vorbild ging hier die Flussmeisterstelle Miesbach vor.

Zunächst wurden aus parallel laufenden Gehölzpflegemaßnahmen bewurzelte und unbewurzelte austriebsfähige Weiden und Erlen, Sträucher und Baumstämme, Wurzelstöcke mit Stamm und Totholz herangebracht. Hierbei wurde darauf geachtet, dass das austriebsfähige Material möglichst aus der gleichen Umgebung stammt. Das Material musste ausreichend lang sein (hier ca. 3 – 5 m). Wie in Abbildung 2 dargestellt, werden die Äste und Stämme bei derartigen Maßnahmen quer zur Fließrichtung maschinell mit dem Greifer lagenweise eingebracht. Die Äste und Stämme sollen später etwa zu 2/3 in der Böschung liegen und etwa 1/3 (ca. 0,5 bis 1m) aus der Böschung wie ein Rechen in die Strömung ragen.

Die Äste wurden hierbei lagenweise mit dem Greifer mit einer leichten Neigung von 10° zur Böschung hin verlegt. Jede Lage wurde anschließend mit anstehendem Sohlmaterial sowie im Böschungsbereich mit Material mit hohem organischen Anteil (zur Verbesserung des Austriebs) überschüttet, eingewässert und mit dem Bagger verdichtet. Dann kam die nächste Lage, wobei die

Lagen jeweils abwechselnd leicht gegen und dann wieder in Fließrichtung ausgerichtet wurden.

Hierdurch ergab sich eine kompakte Sicherung der Böschung. Das maschinell eingebaute Astwerk ist der erste Baustein des Uferschutzes. Genauso wichtig sind jedoch die ca. 0,5m bis 1m in die Strömung ragenden flexiblen Äste und Sträucher. Diese halten die schnelle Hauptströmung auf Abstand von dem erosionsempfindlichen Erdreich an der Uferböschung. Zwischen dem Astwerk bildet sich eine Zone mit langsamerer und ruhigerer Strömung, welche in unmittelbarer Böschungsnähe fast völlig zu null wird. Dies ließ sich bereits unmittelbar nach dem Einbau, also noch ohne neuen Austrieb der Äste, erkennen. An den flexiblen Astspitzen bildet dagegen eine verwirbelte, turbulente Übergangsschicht zur Hauptströmung eine Art Trennschicht, an dem die Hauptströmung entlanggleitet. Das Astwerk baut somit eine hydraulische Schutzschicht für die Böschung auf. Erosionsschäden werden dadurch verhindert, und das eingebaute Material kann austreiben und anwachsen (Abb. 4). Insofern war die Erosionssicherheit bereits unmittelbar nach der Herstellung gegeben und wird sicherlich nach

erfolgtem Austrieb der Äste und Wurzeln noch besser.

Wichtig ist hierbei, dass die ersten Gehölzlagen auf bzw. leicht unter Sohlhöhe beginnen, ggf. noch mit einem eingelegten Stamm, und es keine größeren unbedeckten Lücken in der Böschung gibt, an denen die Hauptströmung angreifen kann. Trotz relativ kompaktem Gerinnequerschnitt entstehen für Fische strömungsberuhigte, beschattete Unterstände am Ufer, die auch im Hochwasserfall als Rückzugsorte dienen können. Die Gesamtrauhheit des Querschnitts ist jedoch höher, wodurch sicherlich ein Abbremsen des Hochwasserabflusses eintritt. Dies mag ein positiver Nebeneffekt sein, muss aber bei naher Bebauung wegen der Verringerung der Abflussleistung beachtet werden. Bezüglich der Bootfahrer sei angemerkt, dass es im Vergleich zu einzelnen in die Strömung ragenden Ästen oder umgestürzten Bäumen keine gefährliche Strömung gibt, die das Boot direkt in bzw. unter das Astwerk hineinzieht. Die Hauptströmung zieht längs am Astwerk vorbei.

Bisher hat sich diese Biologisch Maschinelle Ufersicherung an der Leitzach bewährt. Ob diese Art der Verbauung un-



Abb. 3: Lagenweiser Einbau (Blick in Fließrichtung)



Abb. 4: Das strömungsberuhigte Wasserpolster schützt die Ufer vor Erosion und ist zugleich ein strömungsberuhigter, schattiger Fischunterstand.



Abb. 5: Blick in Fließrichtung – Aufnahme nach Fertigstellung und im August desselben Jahres

sere Ansprüche auch langfristig erfüllt, wird die Zukunft zeigen. Mittlerweile sind drei Jahre vergangen und etliche höhere Abflüsse und Schneeschmelzen eingetreten. Die Kosten für die Biologisch Maschinelle Ufersicherung beliefen sich in etwa auf die Hälfte der Kosten eines Steinsatzes.

Lenkbuhnen als Ufersicherung an der Isar

Die Isar fließt in dem hier betrachteten Streckenabschnitt der Gemeinde Gaißach in einer lang gezogenen Linkskurve nur wenige Meter von der Bundesstraße B13 Bad Tölz-Lenggries entfernt. Entlang der Bundesstraße befindet sich wasserseitig im Bankettstreifen zudem eine Erdgas-Versorgungsleitung. Das

Pfingsthochwasser 1999 verursachte an dieser Stelle einen Uferanbruch auf einer Länge von ca. 50 m, der seit diesem Zeitpunkt zweimal saniert werden musste. Der Uferschutz ober- und unterhalb dieses Bereiches ist in einem maroden Zustand, eine Sanierung war daher zwingend notwendig.

Ein weiteres Ziel war, die Gewässerstruktur zu verbessern, denn die Isar fließt an dieser Stelle in einer Art „Kurven-Kolk-Autobahn“ an der rechten Pralluferseite mit wenig ausgeprägten Habitatstrukturen. Zudem soll das Verlanden des Gleitufers verhindert werden. Hier hat sich im Lauf der Jahre eine verfestigte und nicht mehr mobile Kiesbank gebildet.

Statt einer aufwändigen und flächigen Erneuerung des Uferschutzes mit einhergehender nahezu kompletter Entnahme des Uferbewuchses griff die Flussmeisterstelle Lenggries hier auf sogenannte Lenkbuhnen zurück. Über diese wurde in diversen Fachartikeln bereits vielfach berichtet (z.B. Mende M.: Instream River Training – Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz, Korrespondenz Wasserwirtschaft 2015 (5) Nr. 10 Seite 537 - 543). Die Dimensionierung erfolgte nach den Konstruktionsempfehlungen aus dem Artikel „Strömunglenkung an der unteren Taverna“ (N. Werdenberg et al.; AQUA & GAS No 4 | 2012, Seite 12-17) bzw. nach „Naturnaher Uferschutz mit Lenkbuhnen - Grundlagen, Analytik und Bemessung“ von M. Mende (Dissertation 2014, verfügbar unter <https://publikationsserver.tu-braunschweig.de>). Die Buhnen wurden inklinant in einem Winkel von etwa 60° ausgerichtet (also gegen die Fließrichtung) und reichen grob bis zur Gewässermittle mit einem leichten Anzug zur Böschung hin.

Statt einer aufwändigen und flächigen Erneuerung des Uferschutzes mit einhergehender nahezu kompletter Entnahme des Uferbewuchses griff die Flussmeisterstelle Lenggries hier auf sogenannte Lenkbuhnen zurück. Über diese wurde in diversen Fachartikeln bereits vielfach berichtet (z.B. Mende M.: Instream River Training – Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz, Korrespondenz Wasserwirtschaft 2015 (5) Nr. 10 Seite 537 - 543). Die Dimensionierung erfolgte nach den Konstruktionsempfehlungen aus dem Artikel „Strömunglenkung an der unteren Taverna“ (N. Werdenberg et al.; AQUA & GAS No 4 | 2012, Seite 12-17) bzw. nach „Naturnaher Uferschutz mit Lenkbuhnen - Grundlagen, Analytik und Bemessung“ von M. Mende (Dissertation 2014, verfügbar unter <https://publikationsserver.tu-braunschweig.de>). Die Buhnen wurden inklinant in einem Winkel von etwa 60° ausgerichtet (also gegen die Fließrichtung) und reichen grob bis zur Gewässermittle mit einem leichten Anzug zur Böschung hin.



Abb. 6: Situation vor dem Einbau der Buhnen. Deutlich sichtbar der Steinverbau, der nach dem HW1999 erforderlich wurde. Die roten Pfeile stellen die schnelle oberflächennahe Strömung dar. Die grünen Pfeile stellen die sohlennahe Strömung dar, die nach und nach immer mehr Material ans Gleitufer umlagert.



WURZER UMWELT

WURZER UMWELTDIENST GmbH

Am Kompostwerk 1 | 85462 Eitting
T 08122.9919-0 | F 08122.9919-99
info@wurzer-umwelt.de



- Gewässerpflege
- Gewässerschutz
- Gewässerbau
- Fischtreppebau



www.wurzer-umwelt.de

Entsprechend dem Verhältnis von Gerinnebreite ($B \sim 50\text{m}$) und Fließradius ($R \sim 310\text{m}$) entschied man sich für Bühnenabstände in Längsrichtung gemäß den Konstruktionsempfehlungen von rund 1,5 mal der Gewässerbreite ($\sim 70\text{m}$). Die Bühnen ragen lediglich 20 bis 30 cm aus der Sohle heraus und sind bei Niedrigwasser weiterhin mit rund 10 cm überströmt. Insgesamt wurden fünf Bühnen eingebaut.



Abb. 7: Die Lage der vorgesehenen inklinanten Bühnen (rot) und des Seitengrinnes (blau), vormals saniertes Uferanbruch am Prallufer (Bildmitte) deutlich sichtbar; im Osten: Bundesstraße B 13 Bad Tölz-Lenggries; Die roten Pfeile zeigen die oberflächennahe Strömung an, die grünen Pfeile die sohlnahe Strömung, die das Geschiebe in den Kurvenkolk ablenkt. In Flusskurven ohne Lenkbühnen (siehe Abb. 6) sind die Richtungen der Pfeile genau andersherum.

Bühnen sind grundsätzlich nichts Neues im Wasserbau. Allerdings ließ diese Art von extrem niedrigen Bühnen, welche bei Niedrigwasser bereits voll überströmt sind, durchaus Skeptiker laut werden: „Die Bühnen müssen doch viel

höher gebaut werden, um sich im Hochwasserfall gegen die Hauptströmung zu stemmen und diese wegzudrücken. Das Hochwasser rauscht doch sonst einfach drüber hinweg. Außerdem müssen die Bühnen nach unterstrom ausgerichtet sein.“ Die sohlnahen Lenkbühnen sorgen dafür, dass die Hauptströmung von der Pralluferseite abgelenkt wird, allerdings auf eine wesentlich subtilere, raffiniertere Art und Weise. Denn der Hauptströmung wird nicht mit einer Bühne mit großer Höhe „Mann gegen Mann“ entgegen getreten, sondern die sohlnahen Bühnen lassen die Hauptströmung einfach über sie hinweg strömen, beeinflussen diese aber indirekt über die Veränderung der Sekundärströmungskomponenten. Während die Hauptströmung in Längsrichtung mit mehreren Metern pro Sekunde dahindonnert, sind die Sekundärströmungskomponenten (Strömungen quer zur Fließrichtung) dagegen lediglich in einer Größenordnung von wenigen Zentimetern bzw. Dezimetern pro Sekunde. Dennoch haben sie großen Einfluss auf alle Geschehnisse in Flusskurven.

In einer Flusskurve drängt das schnelle oberflächennahe Wasser aufgrund der Fliehkräfte an die Pralluferseite (roter Pfeil – Abb. 6 vor dem Bühneneinbau). Dagegen wird das langsamere sohlnahe Wasser zur Gleituferseite abgelenkt. Es entsteht eine leichte Spiralströmung. Mit dieser sohlnahen Strömung wird immer mehr Sohlmaterial zum Gleitufer

abtransportiert und lagert sich dort ab. Mit zunehmender Verlandung wird der Hauptabfluss mehr und mehr in den Pralluferbereich gedrängt. Es entsteht ein tiefer Kurvenkolk, der zu hohen Fließtiefen und hohen böschungsnahen Strömungsgeschwindigkeiten führt.

Mit den sohlnahen inklinanten Bühnen dreht man diese Effekte um. Die sohlnahe Strömungen und damit auch die transportierten Geschiebeteilchen werden durch die inklinanten Bühnen wieder Richtung Außenkurve abgelenkt und reduzieren den Kurvenkolk. Mit numerischen Simulationen an der TU München konnte gezeigt werden, dass alleine diese kleine Umlenkung der Geschiebetransportrichtung in unmittelbarer Sohlhöhe (Es handelt sich lediglich um wenige Grad Ablenkung, die hier nötig sind.) die Ufererosionen um bis zu 50% reduzieren kann. Die Strömung, die über die Bühnen hinweg strömt, wird dagegen zur Gleituferseite abgelenkt. Obwohl die Bühnen direkt lediglich auf die sohlnahe Strömung einwirken können, zeigte Matthias Mende in seinen physikalischen Modellversuchen zu seiner Dissertation, dass selbst in 10-facher Überströmungshöhe die Bühnen noch eine deutliche Ablenkung der Hauptströmung verursachen. Insofern dreht man mit den Lenkbühnen die Spiralströmung in einer Kurve einfach um. Dieser Effekt ist mit den roten und grünen Pfeilen in der Abb. 6 und 7 dargestellt. Und zudem tritt ein weiterer



Abb. 8: Anordnung der Wasserbausteine (Granit) mit Kantenlängen bis zu 2,00m, dreireihig, zur Sicherung gegen Auskolken und Umkippen



Abb. 9: Drohnenaufnahme während der Bauarbeiten mit Blick nach Süden, Wasserhaltung mit Längsdamm, fertiggestellte Buhne, Totholzpakete in der Außenkurve

Effekt ein. Die Lenkbuhnen geben klare Sohlenfixpunkte durch ihre Höhenlage vor, so dass eine zunehmende Eintiefung (Kurvenkolk) punktuell vermieden wird. Dies stabilisiert den Böschungsfuß und verhindert andererseits, dass die Fließtiefen im Kurvenkolk und damit auch die Fließgeschwindigkeiten weiter zunehmen.

Man könnte hier denken, dass man die Ökologie durch die Reduzierung der Kurvenkolke negativ beeinflusst. Allerdings darf man die Kurvenkolkautobahn mit den hohen Strömungsgeschwindigkeiten nicht verwechseln mit anderen Kolkarten wie Gumpen oder mit Kolken, wie sie hinter großen Steinen, durch lokale Verwirbelungen, unterhalb von Abstürzen und Rampen usw. entstehen und den Lebewesen durch hohe Strömungsvielfalt und strömungsberuhigten Zonen dienen. Genau diese ökologisch wertvollen Strukturen werden durch die Lenkbuhnen gefördert.

also durch diese Lenkbuhnen vom Prallufer zur Flussmitte abgelenkt, so dass am Prallufer die Strömungskräfte und damit auch die Uferangriffe vermindert werden. Hierdurch genügen an den Böschungen bereits geringe Sicherungsmaßnahmen.

Prinzipiell könnte man hier gut die Biologisch Maschinelle Ufersicherung mit den Lenkbuhnen kombinieren. In diesem Beispiel an der Isar übernimmt diese Aufgabe jedoch der zwar lückenhaft bestehende, aber hierfür noch ausreichende alte Verbau. Dieser konnte so als Unterstand für Fische erhalten und durch zusätzlich eingebaute dicke Totholzpakete optimiert werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine Sanierung des alten Verbaus durch die Errichtung der Lenkbuhnen nicht mehr erforderlich wird.

Bootsfahrer werden durch die Lenkbuhnen nun stärker Richtung Kurveninnenseite gelenkt im Vergleich zur Si-

tuation vorher. Deshalb konnte man nun auch zusätzlich Totholz in die Außenkurven einbringen, ohne dass dies eine erhöhte Gefährdung für die Bootsfahrer darstellt.

Zusätzlich zum Pralluferschutz wurde im Gleituferbereich durch Aufreißen der natürlichen Sohlpflasterung, das Anlegen einer Seitenrinne und durch zusätzlichen Einbau von Totholzelementen ein neues Jungfischhabitat geschaffen.

Bei der Unterhaltungsmaßnahme wurden von der Flussmeisterstelle Lengries zwei Kettenbagger gleichzeitig eingesetzt. Die gegenseitige Hilfestellung beim Verlegen der bis zu 2,00m langen Granitsteine hat sich in diesem Fall bestens bewährt. Durch Aufschütten eines Längsdammes wurde die Isar während der Bauzeit an das linke Ufer gedrängt, so dass die Baggerarbeiten nur zu kurzen und geringfügigen Eintürbungen im Gewässer führten.

Als Bauzeit wurden die abflussarmen Wintermonate Dezember, Januar und Februar gewählt, allerdings mussten witterungsbedingt durch eine Frostperiode mit hohen Minusgraden, Schneefall, Regen und Schneeschmelze Baubetriebsunterbrechungen in Kauf genommen werden. Vorhandener Bewuchs konnte weitgehend erhalten bleiben.

Der Eingriff bis auf die Baustellenzufahrt beschränkte sich auf den Abflussquerschnitt. Insgesamt wurde an 38 Tagen gearbeitet. Folgende Kosten entstanden für die Maßnahme, die rund 300 m Uferschutz bietet und in etwa nur die Hälfte eines klassischen Längsverbaus gekostet hat:

<i>Wasserbausteine</i>	
120/180cm 1200 t	41.000 €
2 Kettenbagger 530 h	49.000 €
Personal 640 h	20.000 €
Sonstiges	10.000 €
Summe	120.000 €
<i>ermittelte Kosten</i>	
pro Buhne	15.600,00 €
<i>ermittelte Kosten</i>	
pro lfdm Buhne	624,00 €

Die Maßnahme wurde im Bereich der WRRL Messstelle im Februar 2017 fertig gestellt. Die WRRL Befischung hat im Juni 2017 stattgefunden. Die Aussagen waren eindeutig: Die Maßnahmen zeigen eine tolle Wirkung. Besonders erfolgreich wirken die gebündelten Totholzpakete auf der Gleitufersseite. Sie bieten zahlreiche und ideale Rückzugsräume für verschiedene Arten von Brutfisken.

Bei einem ersten kleinen Bewährungstest bei einem mittleren Hochwasser (MHQ) im Juli 2017 zeigten die Lenkbuhnen die gewünschte Wirkung. Die Strömung wurde deutlich zur Flussmitte hin abgelenkt, das Prallufer entlastet.



Abb. 10: Fertiggestellter Uferschutz und gleichzeitig neue Habitatstrukturen am Gleit- und Prallufer



Feststellung:

Unseren Gewässern steht vielfach zu wenig Raum zur Verfügung. Unser Bestreben ist daher auf Ufersicherung möglichst zu verzichten. Es gibt jedoch Bereiche, wo aus fachlichen, rechtlichen oder sonstigen Gründen eine Ufersicherung notwendig ist.

Die beiden vorgestellten Methoden, die biologisch maschinelle Ufersicherung sowie die Lenkbuhnen, sind weitere Möglichkeiten zur Uferstabilisierung mit erblichen ökologischen Vorteilen gegenüber einem klassischen Steinsatz.

Peter Gröbl & Helmut Henkel
(WWA Weilheim)
Hans Heigenhauser, Stefan Neudert
(WWA Rosenheim)
Dr. Tobias Hafner (StMUV)