

***Fließgewässer im alpinen Raum:
Möglichkeiten und Grenzen der
Ingenieurbiologie***

***Cours d'eau en région alpine :
possibilités et limites du génie
biologique***

***Corsi d'acqua alpini: limiti e possibilità
dell'ingegneria naturalistica***

**INGENIEURBIOLOGIE
GENIE BIOLOGIQUE
INGEGNERIA NATURALISTICA**

**Mitteilungsblatt für die Mitglieder
des Vereins für Ingenieurbilogie**

Heft Nr. 2/2014, 24. Jahrgang
Erscheint viermal jährlich

Herausgeber:

Verein für Ingenieurbilogie
c/o Zürcher Hochschule für Angewandte
Wissenschaften
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Sekretariat Andrea Grimmer
Grüntal, Postfach, CH-8820 Wädenswil
Tel.: +41 58 934 55 31

Internet-Adresse:

<http://www.ingenieurbilogie.ch>

Druck:

Vögeli AG, Langnau i. E.

**Verantwortlicher Redaktor/
Rédacteur responsable:**

Robert Bänziger
Tel.: +41 44 850 11 81
Fax: +41 44 850 49 83
E-Mail: info@baenziger-ing.ch

**Redaktionsausschuss/
Comité de rédaction:**

Roland Scheibli
Tel.: +41 43 259 27 64
Fax: +41 43 259 51 48
E-Mail: roland.scheibli@bd.zh.ch

Monika Stampfer

Tel.: +43 650 8615215
E-Mail: m.stampfer@gmx.at

Lektorat/Lectorat:

Martin Huber
Tel.: +41 32 671 22 87
Fax: +41 32 671 22 00

Übersetzungen/Traductions:

Rolf T. Studer
E-Mail: rolf.studer@mail.com

Michel Jaeger

E-Mail: mr.mjaeger@gmail.com

Veranstaltungen:

Verein für Ingenieurbilogie
c/o Zürcher Hochschule für Angewandte
Wissenschaften
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Sekretariat Andrea Grimmer Adelheid
Grüntal, Postfach, CH-8820 Wädenswil
Tel.: +41 58 934 55 31
E-Mail: sekretariat@ingenieurbilogie.ch

**Weitere Exemplare dieses Heftes
können zum Stückpreis von Fr. 15.–
beim Sekretariat bezogen werden.**

Ingenieurbilogie ist eine Bautechnik, die mit dem Einsatz vorwiegend lebender Baustoffe klassische Ingenieurbauwerke ersetzt oder ergänzt.

Fliessgewässer im alpinen Raum sind meist steil und transportieren bei Hochwasser viel und grobes Geschiebe. Gelegentlich dienen sie auch als Murganggerinne.

Hochwasser und Murgänge üben grosse, nicht selten zerstörerische Kräfte auf die Gerinnesohle und Flanken aus. Kräfte, denen ingenieurbilogische Bauwerke in den wenigsten Fällen gewachsen sind. So scheint die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen der Ingenieurbilogie in alpinen Fliessgewässern vorerst rasch beantwortet: In aller Regel entwickeln ingenieurbilogische Bauwerke zu wenig Widerstandskraft, um auch im Hochwasserfall die erforderliche Sicherheit gewährleisten zu können.

Genauerer Hinschauen zeigt jedoch: Es gibt sie doch, diese Möglichkeiten: Es braucht Neugierde, Sorgfalt und Ideen, um Lösungen zu entwickeln, welche ein Fliessgewässersystem aufwerten können. Wenn man den Aufwand nicht scheut, können gute Resultate erzielt werden. Wie solche grundsätzlichen Entwicklungen im hydraulischen Labor ablaufen können und welche konkreten Ergebnisse dabei herauskommen, zeigen Lukas Schneider, Jürg Speerli und Willy Mueller in ihrem Beitrag über hydraulische Versuche an einem Modell der Hasliaare an der Hochschule Rapperswil. Mit diesen Versuchen wurden für einen Flussabschnitt oberhalb Innertkirchen Revitalisierungsansätze entwickelt, welche vor allem eine bessere Strukturierung des Gewässers selber ermöglichen. Martin Bettler und Beatrice Herzog (Herzog Ingenieure AG) wenden diese Erkenntnisse, zusammen mit weiteren Überlegungen, konkret auf die Projektierung einer Musterstrecke an. In ihrem Artikel über die Aufwertung der Hasli-

are unterhalb Innertkirchen zeigen sie, welche Herausforderungen bei der konkreten Umsetzung gemeistert werden müssen und wie solche Bauwerke dann schlussendlich aussehen können.

Steil geht es beim Mitteldorfbach in Oberägeri zu und her, wo bei Unwettern ganze Talflanken ins Gerinne rutschen. Interessanterweise ergeben sich in diesen schwierigen Verhältnissen für die Ingenieurbilogie gute und wirksame Einsatzmöglichkeiten, welche uns von Maria Jakober (belop gmbh) vorgestellt werden.

Wenig bis keine Möglichkeiten für den Einsatz von Ingenieurbilogie bietet hingegen der Sund- und Biregraben in der Gemeinde Beatenberg. In diesem übersteilen und äusserst instabilen Gelände scheint es aber auch unmöglich, mit technischen Massnahmen und einem einigermaßen vernünftigen Kosten-Nutzen-Verhältnis Sanierungsmassnahmen umzusetzen. Annina Sorg (Impuls AG) berichtet uns über die von ihr durchgeführten Abklärungen und Überlegungen.

Grenzen werden nicht nur durch die Physik, Geologie, Hydrologie oder die Biologie gesetzt, sondern vielfach auch durch ganz profane Geldsorgen. Und ein behutsamer Umgang mit der Umwelt, wie ihn die Ingenieurbilogie ermöglicht, kann eben auch Kosten verursachen. Bruno Vanoni vom Fonds Landschaft Schweiz stellt uns in seinem Artikel die Möglichkeiten und Grenzen dieses Fonds vor, auch und gerade im Zusammenhang mit der Umgestaltung von Fliessgewässern.

Ich danke den Autoren für ihre interessanten und aufschlussreichen Artikel und wünsche Ihnen, liebe Leserin und lieber Leser, eine spannende Lektüre!

Robert Bänziger

Le génie biologique est une méthode de construction qui remplace ou complète les ouvrages de génie civil traditionnels par l'utilisation de matériaux de construction vivants. Les cours d'eau en région alpine sont pour la plupart en pente

Titelbild/Frontispice

«Mitteldorfbach Oberägeri.» Foto Belop GmbH

raide et transportent beaucoup de sédiments grossiers en période de crue. De plus, ils forment parfois le lit d'une lave torrentielle.

Les crues et les laves torrentielles exercent de grandes forces souvent destructrices sur le lit et les berges d'un cours d'eau. Ces forces peuvent submerger les structures du génie biologique dans certains cas. Ainsi, la question du potentiel et des limites du génie biologique dans les cours d'eau alpins semble évidente à l'heure actuelle : en règle générale, les structures de génie biologique développent une force de résistance trop faible pour garantir la protection nécessaire en cas d'événement de crue.

Néanmoins, un examen attentif démontre qu'un zeste de curiosité, d'attention et d'idées permet de développer des solutions pour améliorer le système fluvial d'un cours d'eau. Si l'on est prêt à y mettre le prix, de bons résultats peuvent être obtenus. Lukas Schneider, Jürg Speerli et Willy Müller montrent dans leur contribution à propos des essais physiques sur un modèle du Hasliaare à la Haute Ecole de Rapperswil les développements fondamentaux en laboratoire hydraulique et les résultats concrets pouvant être tirés. Ces essais ont mené au développement de mesures de revitalisation dans une section du cours d'eau en amont d'Innertkirchen, permettant notamment une meilleure structuration du cours d'eau lui-même.

Martin Bettler et Beatrice Herzog (Herzog Ingenieure AG) appliquent ces résultats, ainsi que d'autres considérations, concrètement sur un projet de tronçon modèle. Leur article sur la réévaluation du Hasliaare en aval d'Innertkirchen présente les difficultés à maîtriser dans la mise en œuvre concrète et le résultat potentiel final de ces ouvrages.

Le Mitteldorfbach à Oberägeri est plus ou moins raide, provoquant des glissements de flancs entiers dans le chenal du ruisseau lors de précipitations intenses. Fait intéressant, il existe des méthodes d'application pour le génie biologique bonnes et efficaces dans ces circons-

tances difficiles, présentées par Maria Jakober (belop gmbh).

Au contraire, les possibilités d'application du génie biologique sont restreintes voire nulles dans le Sundgraben et le Biregraben dans la commune de Beatenberg. Sur ce terrain très pentu et très instable, il semble également impossible de mettre en œuvre des mesures d'assainissement avec des mesures techniques et un rapport coût-bénéfice raisonnable. Annina Sorg (Impuls AG) nous rapporte ses explications et ses considérations.

Les limites sont fixées non seulement par la physique, la géologie, l'hydrologie ou la biologie, mais aussi dans de nombreux cas simplement par souci financier. Une approche respectueuse de l'environnement, telle qu'envisagée par le génie biologique, peut également entraîner des coûts. Bruno Vanoni du Fonds Suisse pour le Paysage nous présente dans son article les possibilités et les limites de ce fonds, en particulier en lien avec l'aménagement des cours d'eau.

Je remercie les auteurs pour leur contribution significative et intéressante et vous souhaite, chère lectrice et cher lecteur, une bonne lecture !

Robert Bänziger

L'ingegneria naturalistica è una tecnica di costruzione che fa soprattutto uso di materiali vivi per sostituire o completare il genio civile classico.

I corsi d'acqua alpini sono spesso ripidi ed in piena trasportano grandi quantità di sedimenti. Occasionalmente si trasformano in colate di fango.

Le piene e le colate di fango esercitano importanti forze sull'alveo e le pareti dei fiumi, e spesso sono distruttrici. Le opere d'ingegneria naturalistica resistono solo raramente a questi eventi. Questo sembra suggerire che queste opere non siano adeguate per garantire la sicurezza anche in caso di piena.

Eppure a guardare attentamente, questo non è del tutto vero: per migliorare la situazione di un corso d'acqua ci vogliono

curiosità, diligenza e idee. Se non si ha paura delle difficoltà, si possono ottenere buoni risultati. Lukas Schneider, Jürg Speerli e Willy Müller hanno analizzato nel laboratorio idraulico alla SUP di Rapperswil concetti base dell'evoluzione di opere d'ingegneria naturalistica. Il loro articolo presenta l'esperimento sul modello fisico della Hasliaare e i risultati ottenuti.

Martin Bettler e Beatrice Herzog (Herzog Ingenieure AG) applicano questi risultati e ulteriori riflessioni alla progettazione di un tratto di fiume che fa da progetto pilota. Nel loro articolo riguardo la rinaturalizzazione della Hasliaare a valle di Innertkirchen illustrano quali sfide ci sono da affrontare per realizzare opere d'ingegneria naturalistica e quale aspetto finale possono avere.

Durante un temporale interi pendii possono scivolare nel torrente Mitteldorfbach a Oberägeri. Maria Jakober (belop gmbh) ci spiega come tecniche d'ingegneria naturalistica si prestino anche in condizioni difficili.

Il caso dei torrenti Sundgraben e Biregraben a Beatenberg è particolarmente complicato. Il terreno molto ripido e instabile non permette di realizzare opere d'ingegneria naturalistica e anche la costruzione di opere di genio civile con un buon rapporto costi-benefici non è possibile. Annina Sorg (Impuls AG) descrive quali indagini ha compiuto e le sue riflessioni a riguardo.

I limiti non sono posti solo dalla fisica, geologia, idrologia o biologia ma spesso sono di natura più profana, cioè finanziari. Rispettare l'ambiente e prendersene cura come lo permette l'ingegneria naturalistica può infatti causare spese supplementari. Bruno Vanoni del Fondo Svizzero per il Paesaggio (FSP) ci illustra nel suo articolo possibilità e limiti del Fondo, anche per quanto riguarda la rivalutazione di corsi d'acqua.

Ringrazio gli autori per i loro interessanti articoli e auguro a Voi, care lettrici e lettori un'interessante lettura!

Robert Bänziger

Makro- und Mesostrukturierung in Talflüssen

Lukas Schneider, Jürg Speerli, Willy Mueller

ZUSAMMENFASSUNG

Ausgangslage

Zur Gewinnung von Landwirtschaftsflächen und zum Schutz von Siedlungsgebieten wurden ab circa Mitte des 18. Jahrhunderts viele Gewässerabschnitte in Talflüssen kanalisiert und durch den Einbau von Buhnen, Längsverbauungen und Dämmen die Ufer gesichert. Diese Massnahmen brachten erhebliche Landgewinne, Schutz vor Hochwasser und förderten einen gesicherten Geschiebetrieb in den meist flachen Gewässerstrecken, zugleich wurde aber eine starke ökomorphologische Degradierung der betroffenen Gewässerabschnitte in Kauf genommen. Diese Bauten haben nun meist ihre Lebensdauer durch die Belastung durch Hochwasser und Erosion erreicht und die Gerinnkapazität genügt den heutigen Abflussverhältnissen vielfach nicht mehr. Bedingt durch Restriktionen wie Verkehrsträger, Leitungen und Siedlungen müssen bei der Erneuerung der Schutzbauten die monotone Linienführung und die Gerinne oftmals beibehalten werden, eine weiter gehende Revitalisierung und ökologische Aufwertung ist nicht möglich. Im Projekt OptiFlux wurde untersucht, mit welchen (Instream-)Strukturen trotzdem eine ökologische Verbesserung erreicht wird, ohne die Hochwassersicherheit zu gefährden und den Geschiebetrieb massgeblich zu beeinflussen.

Makrostrukturierung

Das Institut für Bau und Umwelt (IBU) schlägt vor, eine Aufwertung mittels alternierend angeordneter, inklinanter Buhnen zu erreichen. Die Fließgeschwindigkeit und die Abflusstiefe variieren durch diese Massnahme verstärkt. Dies beeinflusst die Schleppspannung und folglich entstehen Zonen mit unterschiedlich starker Erosion bzw. Auflandungen und verschiedenartiger Zusammensetzung des Sohlensubstrats.

Durch die Neigung der Buhnen gegen die Fließrichtung wird der Hochwasserschutzdamm im Unterwasser der Buhnen vor übermässiger Erosion geschützt. Die Kolke unterstrom der Buhnen sind bei kleinen Abflüssen bereits ausgeprägt. Hier bilden sich im Bereich der Ufer langsam fließende Zonen respektive Totwasserzonen und Rückströmungen. Die heutige monotone Sohlenstruktur wird mit wechselseitig angeordneten, inklinanten Buhnen aufgewertet.

Geschiebetransport

Der Geschiebetransport wird durch die Veränderung der Buhnenanordnung um weniger als 10% reduziert.

Mesostrukturierung

Mit Raubäumen kann mit relativ geringem Aufwand eine deutliche Erhöhung der Strukturvielfalt erzielt werden. Ebenso mit Wurzelstöcken und Belebungssteingruppen, welche zusätzliche Einstandsmöglichkeiten für Flusslebewesen schaffen und so die Fischmigration erleichtern. Eine Kombination von Wurzelstöcken im Kolk der Buhnen und Belebungssteingruppen im Mittelgerinne auf Höhe der Buhnenköpfe hat sich für die Migration quer zur Fließrichtung als geeignet herausgestellt.

Keywords

Ökomorphologische Strukturierung, Revitalisierung, Buhnen, Meso-/Makrostrukturierung

Macro- und mesostructuration des cours d'eau de plaine

Résumé

Situation de départ

De nombreux tronçons de cours d'eau ont été canalisés dès le milieu du 18^e siècle dans les vallées pour gagner

des terres cultivables et pour protéger les zones d'agglomération. Les berges étaient protégées par l'installation d'épis, d'ouvrages longitudinaux et des digues. Ces mesures ont considérablement augmenté les surfaces agricoles et la protection contre les crues, tout en favorisant un charriage sécurisé dans la plupart des tronçons plats des cours d'eau. Cependant, une forte dégradation écomorphologique fut prise en compte à l'encontre des tronçons concernés. Face aux crues et aux érosions, ces constructions ont maintenant pour la plupart atteint leur durée de vie et souvent, la capacité des canaux ne suffit plus aux régimes d'écoulement actuels. Le tracé et les chenaux monotones doivent souvent être maintenus lors du renouvellement des ouvrages de protection conditionnés par des restrictions comme le mode de transport, les conduites et les agglomérations. Une revitalisation plus prononcée et une valorisation écologique n'est pas possible. Le projet OptiFlux examine avec quelles structures du cours d'eau une valorisation écologique serait tout de même envisageable sans compromettre la protection contre les crues ni influencer de manière trop importante le régime de charriage.

Macrostructuration

L'Institut pour la construction et l'environnement (IBU) propose d'aménager des épis alternés et inclinés pour parvenir à une valorisation écologique. Cette mesure réduit fortement la vitesse et la profondeur d'écoulement. Cela influence la force tractrice et par conséquent des zones avec une érosion différentielle apparaissent, respectivement un colmatage et une composition différente du substrat du lit.

La digue de protection est protégée d'une érosion excessive en aval de l'épi par l'inclinaison de l'éperon contraire à la direction de l'écoulement. Des affouil-

lements se manifestent déjà à l'abri du courant des éperons lors de petits écoulements. A ces endroits se forment près du rivage des zones à faible courant, respectivement des zones d'eaux mortes et des zones de reflux. La structure actuelle monotone du lit est revalorisée avec des épis inclinés placés successivement.

Transport des sédiments

Le charriage est réduit de moins de 10% par la modification de l'aménagement des épis.

Mésostraturation

En disposant des arbres rugueux, une augmentation sensible de la diversité des structures peut être atteinte avec relativement peu d'investissement. De même, des rhizomes et des groupes de blocs créent en outre des possibilités de repos pour la faune et la flore aquatique et facilitent ainsi la migration des poissons. La combinaison des rhizomes dans les affouillements des éperons et des groupes de blocs au milieu du lit à la hauteur de la tête des épis s'est avérée être adaptée à la migration transversalement à la direction d'écoulement.

Mots-clés

Straturation écomorphologique, revitalisation, épis, méso-/macrostraturation

Macrostrutture e mesostrutture in fiumi di fondovalle

Riassunto

Dalla seconda metà del 18° secolo, molti tratti di corsi d'acqua in pianura sono stati bonificati per ricavarne terreni agricoli o proteggere centri abitati. I fiumi sono stati canalizzati e le sponde assicurate con «pennelli», argini o dighe. Queste misure hanno permesso di ottenere molti nuovi terreni, di migliorare la protezione contro le piene e di assicurare il trasporto solido di fondo nei tratti a bassa pendenza. Nel frattempo è stato assunto il rischio di una forte degradazione ecomorfologica dei tratti corretti. In seguito all'azione delle

piene e dell'erosione, la maggior parte delle misure realizzate hanno ormai raggiunto la durata di vita prevista e la capacità degli alvei non soddisfa più le condizioni di deflusso odierne.

Nell'ambito del progetto OptiFlux sono state investigate le strutture (anche all'interno della corrente) che possono migliorare la situazione ecologica senza ridurre la protezione contro le piene e influenzare il trasporto solido di fondo. L'Istituto für Bau und Umwelt IBU (nota: istituto delle costruzioni e dell'ambiente della SUP di Rapperswil) propone una rivalutazione tramite «pennelli» obliqui disposti in maniera alternata. Con questa misura la velocità e la profondità di deflusso variano più spesso e di conseguenza varia la forza di trasporto. Si creano così zone con un diverso grado di erosione o deposizione e la composizione del materiale dell'alveo diventa più eterogenea.

Parole chiave

Strutturazione ecomorfologica, rivalutazione, pennelli, mesostrutture e macrostrutture

1. EINLEITUNG

In der Schweiz stehen wasserbauliche Eingriffe an mehreren Talflüssen mit ähnlichen Charakteristiken und somit auch ähnlichen Defiziten an. Gemeinsam sind diesen Flussabschnitten ihr prismatisches, kanalisiertes Gerinne mit relativ kleinem Gefälle, die grosse Geschiebefracht und eine Sohlenlage, welche sich im Gleichgewichtszustand befindet oder Aufladungstendenzen aufweist. Dadurch sind sie strukturarm und weisen starke ökomorphologische Defizite auf. Die Strukturvielfalt solcher Talflüsse gilt es zu erhöhen. Dabei soll die Geschiebetransportkapazität des Flusses möglichst wenig reduziert werden. Zudem darf die Hochwassersicherheit durch die strukturverbessernden Massnahmen nicht beeinträchtigt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden am Institut für Bau und Umwelt (IBU) der HSR Hochschule für Technik Rapperswil Untersuchungen an einem hydrau-

lischen Modell durchgeführt. In einer ersten Phase wurde die Gerinnegeometrie respektive die Bühnenanordnung verändert, um den stark kanalisierten Charakter aufzubrechen, und die Auswirkung auf den Geschiebetransport ermittelt. In einer zweiten Phase wurde der Einsatz von Mesostrukturelementen zur Verbesserung der Strukturvielfalt untersucht. Als Grundlage für das hydraulische Modell im Massstab 1:30 diente die Bühnenstrecke der Aare in Innertkirchen (vgl. Abbildung 1). Zusätzlich zu den angestrebten Verbesserungen in der Ökomorphologie sind hier auch Massnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes vorgesehen.

2. MASSNAHMEN ZUR ERHÖHUNG DER STRUKTURVIELFALT

Die vorherrschende Monotonie soll aufgebrochen werden; dies kann mittels einer Veränderung der Bühnenanordnung im Makrobereich (10–100 m) erreicht werden. Eine weitere Verbesserung der Ökomorphologie kann durch den Einsatz von Strukturen im Mesobereich von 1–10 m (DWA-Regelwerk, 2013), wie beispielsweise Raubäumen oder Wurzelstöcken, erzielt werden. Durch die vielfältigen Strömungsmuster werden ebenfalls Strukturen im Mikrobereich geschaffen oder positiv beeinflusst (Kiesfraktionierung mit lockerem, durchströmtem Interstitial).

2.1 Makrostrukturierung

Aufgrund der örtlichen Randbedingungen (vgl. Abbildung 1) muss eine Aufwertung durch Massnahmen innerhalb des bestehenden Gewässerbereichs, sprich innerhalb der Hochwasserschutzdämme, erzielt werden. Alternierend angeordnete Bühnen zwingen das Gewässer, einen pendelnden Lauf anzunehmen, wodurch die Böschungen zur Gerinnemitte nicht mehr symmetrisch abfallen und flachere Uferbereiche entstehen. Vorerst wurden im Modell von den Bühnenpaaren im Ist-Zustand jeweils die gegenüberliegenden entfernt. Die verbliebenen Bühnen wurden verlängert; so soll verhindert werden, dass die Abflusstiefe zu stark abnimmt und



Abbildung 1: Kanalisierter Abschnitt der Aare in Innertkirchen (im Oktober 2010), welcher als Grundlage für das hydraulische Modell diente. Einige Bühnenköpfe sind rot markiert. Die Bühnenzwischenfelder sind über die Jahrzehnte praktisch vollständig verlandet. (Blick in Fließrichtung.)



Abbildung 2: Hydraulisches Modell OptiFlux im Ist-Zustand, bei einem Abfluss von 240 m³/s (ca. HQ₃₀). Im Zuflussbereich steht eine Bandwaage zur Geschiebebeigabe. Zur Aufnahme der Sohle nach den Versuchen ist ein 3-D-Laserscanner am Kranträger aufgehängt. Im Vordergrund ist die Messschiene mit Echoloten und dem Stechpegel zu sehen. (Blick gegen die Fließrichtung.)



Abbildung 3: Hydraulisches Modell OptiFlux mit alternierenden, rechtwinkligen Bühnen, bei einem Abfluss von 5 m³/s, nachdem sich die Gerinneform bei einem Abfluss von 320 m³/s (ca. HQ₁₀₀) gebildet hat. Die bestehenden Bühnen wurden verlängert, sodass ihr Einfluss verstärkt werden konnte. Die pendelnde Hauptströmung ist deutlich zu sehen. (Blick in Fließrichtung.)

damit der Geschiebetransport zusammenbricht (vgl. Abbildung 3).

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen mit alternierenden, rechtwinkligen Bühnen haben gezeigt, dass die Hochwasserschutzdämme unterstromseitig der Bühnen stark beansprucht werden. Aus diesem Grund wurden im zweiten Schritt die Bühnen inklinant in das Gerinne eingebaut. In der Literatur (Lichtenhahn, 1977) werden Neigungen von 60–80° empfohlen, damit die Bühnen nicht zu lang werden und dennoch die gewünschten Effekte eintreten. Vorgesprochen wird eine Neigung von 60° gegen die Fließrichtung, welche an die untere Grenze der empfohlenen Werte geht, um die Beanspruchung des Dammes im Unterwasser der Bühnen möglichst zu minimieren. Durch die Inklination der Bühnen wird ihr Wirkungsbereich ins Unterwasser vergrößert (Hackl, 2008), es entstehen folglich

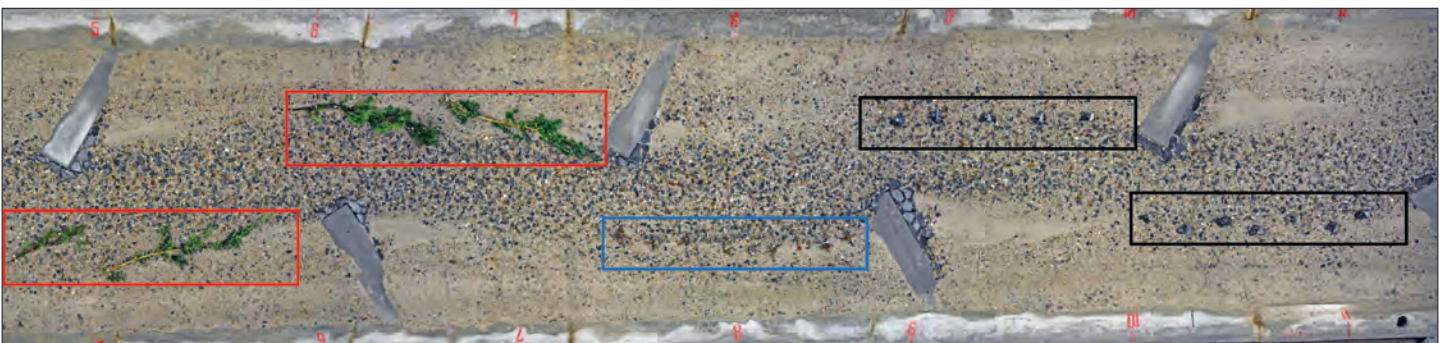


Abbildung 4: Übersicht über das hydraulische Modell OptiFlux mit alternierenden, inklinanten Bühnen und Mesostrukturelementen. Im Modell wurden Raubbäume (rot), Wurzelstöcke (blau) und Belebungssteingruppen (schwarz) nachgebildet. Die dunklere Deckschicht auf der Sohle im Mittelgerinne veranschaulicht die pendelnde Hauptströmung. (Fließrichtung von links nach rechts.) Die Strukturelemente wurden mit einem Abstand von 30 m unterstrom der Bühnen angeordnet.



Abbildung 5: Im Kolk unterstrom einer Buhne wurden Wurzelstöcke auf unterschiedlichen Höhenlagen eingebaut. Im Mittelgerinne und am gegenüberliegenden Ufer sind Belebungssteingruppen angeordnet. (Fließrichtung von rechts nach links.)

ausgeprägtere Erosionsbereiche, verglichen mit dem Ist-Zustand. Der Buhnenabstand wird an der oberen Grenze des Dimensionierungsbereichs angesetzt, welcher mit dem Zweifachen der Buhnenlänge angegeben wird (Klasz et al., 2008). Dadurch ist ein unruhiges Mittelgerinne zu erwarten, was für die Ansprüche zur Revitalisierung interessant erscheint. Für eine verstärkte Strukturverbesserung wären Buhnenabstände von mehr als dem Zweifachen der Buhnenlänge erstrebenswert; dabei wird jedoch eine deutliche Reduktion des Geschiebetransportes erwartet, weshalb davon abgesehen wurde. Die Buhnenkörper sollen mit unverfugten Blöcken erstellt werden, so können sich in den Zwischenräumen wertvolle Habitate für Flusslebewesen bilden.

2.2 Mesostrukturierung

Um schwimmschwachen Fischen die Migration zu ermöglichen, wurden entlang der Uferböschung Raubäume, Wurzelstöcke und Belebungssteingruppen eingebaut. Die Mesostrukturelemente sollen möglichst nicht verlanden und zumindest teilweise ständig benetzt sein. So soll verhindert werden, dass Fische bei sinkendem Wasserspiegel in den Kolken blockiert werden oder ganz trockenfallen. Im Unterstrom der Buhnenköpfe sammelt sich bei grösseren Abflüssen Feinmaterial an, welches zur Verlandung der Strukturelemente führen könnte. Deshalb wurden sie mit einem

Abstand von rund 30 m unterhalb des oberliegenden Buhnenkopfes platziert. Um zu verhindern, dass die Raubäume bei grösseren Abflüssen auf die Vorländer geschoben werden, wurden sie an mehreren Punkten verankert. Ragen die Mesostrukturelemente zu stark in das Mittelgerinne, so behindern sie den Geschiebetransport und tangieren letztlich die Hochwassersicherheit. Mit der Anordnung seitlich entlang des Mittelgerinnes und der Uferlinie bei Niederwasserabfluss kann der Einfluss auf den Geschiebetransport minimiert werden. Damit eine verbesserte Migration quer zur Fließrichtung ermöglicht werden kann, wurden auf Höhe der Buhnenköpfe vereinzelte Belebungssteingruppen im Mittelgerinne platziert und im Kolk der Buhnen Wurzelstöcke angeordnet. So entstehen im Mittelgerinne mit starker Strömung Einstände und im Kolk finden Fische verschiedener Altersstadien Habitate beziehungsweise Verstecke vor Prädatoren. Eine Anordnung der Wurzelstöcke auf unterschiedlichen Höhenlagen ermöglicht attraktive Verhältnisse auch bei natürlich oder künstlich schwankenden Wasserspiegellagen (Schwall/Sunk).

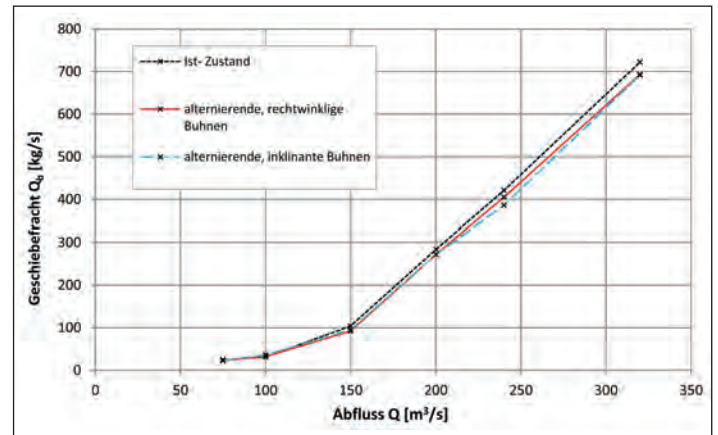


Abbildung 6: Am hydraulischen Modell OptiFlux ermittelte Geschiebefunktion für den Ist-Zustand sowie für die beiden Buhnenvarianten (ohne Mesostrukturelemente).

3. RESULTATE

3.1 Erkenntnisse aus den Untersuchungen zur Makrostrukturierung

Der Vergleich der Geschiebefunktionen aus den Untersuchungen mit alternierenden, rechteckigen Buhnen und alternierenden, inklinanten Buhnen mit dem Ist-Zustand macht ersichtlich, dass durch die vorgeschlagenen Massnahmen zur Makrostrukturierung die Geschiebetransportkapazität bei Abflüssen von 150 m³/s (ca. HQ₅) bis 320 m³/s (ca. HQ₁₀₀) zwischen 4 und 9% reduziert wird.

Ein Vergleich der Fließgeschwindigkeiten im Querprofil bei einem Abfluss von 90 m³/s zeigt, dass mit alternierenden, inklinanten Buhnen keine symmetrischen Verhältnisse mehr vorherrschen (vgl. Abbildungen 7 und 8). Die Fließgeschwindigkeiten im Strömungsschatten der Buhne (rechts) sind deutlich tiefer als auf der linken Gerinneseite. Im Ist-Zustand sind kaum Asymmetrien in der Geschwindigkeitsverteilung zu erkennen, was die monotonen Abflussbedingungen verdeutlicht. Mit alternierenden, inklinanten Buhnen ist aufgrund der fehlenden gegenüberliegenden Buhne der Wasserspiegel breiter geworden und die Sohlenlage ist neu variabler als im Ist-Zustand. Die gemessene maximale Fließgeschwindigkeit sinkt von 4,2 m/s im Ist-Zustand auf 3,7 m/s im Zustand mit alternierenden, inklinanten Buhnen.

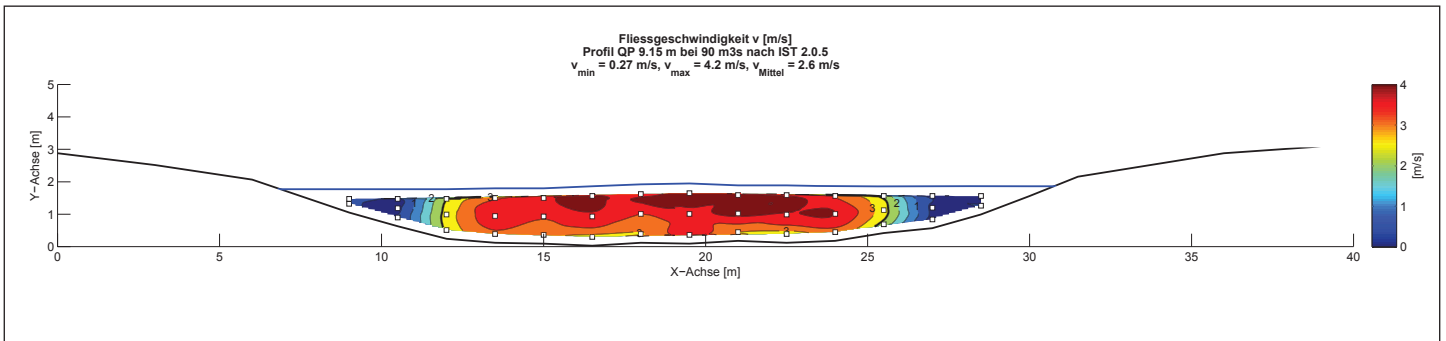


Abbildung 7: Fließgeschwindigkeiten im Abflussquerschnitt bei $90 \text{ m}^3/\text{s}$ im Ist-Zustand, rund 15 m im Unterstrom eines Bühnenpaares (Blick in Fließrichtung).

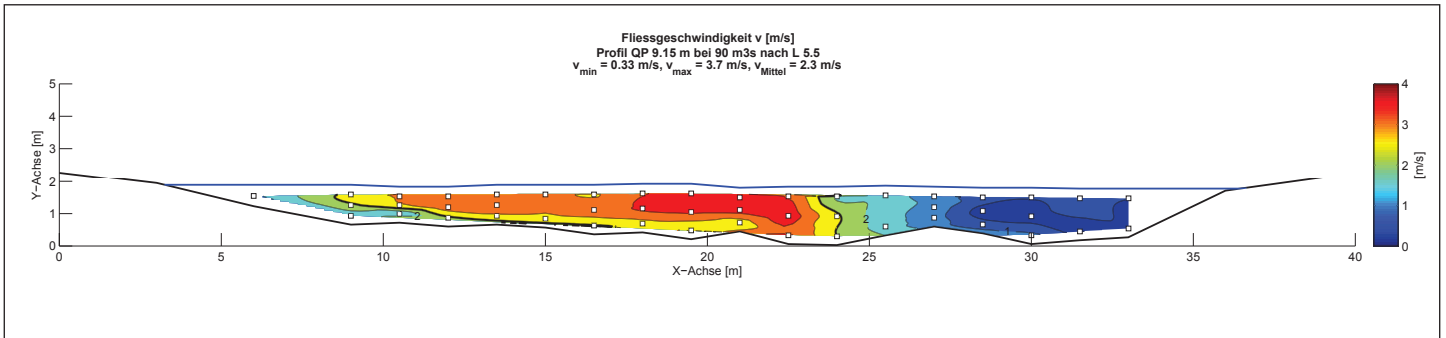


Abbildung 8: Fließgeschwindigkeiten im Abflussquerschnitt bei $90 \text{ m}^3/\text{s}$ im Zustand mit alternierenden, inklinanten Bühnen, rund 15 m im Unterstrom einer Bühne. (Blick in Fließrichtung.)

Die Zonen mit Geschwindigkeiten von weniger als $0,3 \text{ m/s}$ sind im neuen Zustand ausgedehnter, was besonders für Jungfische positiv ist.

3.2 Erkenntnisse aus den Untersuchungen zur Mesostrukturierung

Im Bereich der Raubäume können vermehrt Zonen mit kleinen Geschwindigkeiten ($< 0,3 \text{ m/s}$) festgestellt werden. Dies trifft auch auf Wurzelstöcke und Belebungssteingruppen zu, jedoch in einem weitaus kleineren Ausmass. Wenn der Einsatz von Mesostrukturelementen vorgesehen wird, muss das leicht mäandrierende Mittelgerinne durch bauliche Massnahmen vorweggenommen werden. Ansonsten würde der von ihnen verursachte Schutz der Sohle respektive der Böschung (Stichwort ingenieurbioologische Massnahmen) die gewünschte örtliche Erosion des Vorlandes verhindern. Dazu können die Strukturelemente oberstrom der Bühnen gegen den Damm verschoben und die Sohle auf das mittlere Sohlenniveau abgetieft werden. Der entstehende Aushub kann auf die gegenüberliegende Gerinneseite verschoben werden, um die pendelnde Strömungsbewegung zu initiieren (siehe Abbildung 10).

Der Abstand der Belebungssteingruppen im Mittelgerinne untereinander sollte quer zur Fließrichtung 5 m nicht unterschreiten, um die Transportkapazität nicht zu reduzieren und dennoch die seitliche Migration zu ermöglichen. Im Mittelgerinne haben Blöcke mit einer Masse von $1,1 \text{ t}$ einem Abfluss von $240 \text{ m}^3/\text{s}$ standgehalten, sofern sie zu rund einem Drittel ihrer Höhe (α -Achse) in der Sohle eingebettet wurden. Im Bühnenkopfbereich treten im Hochwasserfall grosse Belastungen auf, weshalb eine entsprechende Verankerung der Wurzelstöcke vorzusehen ist.

4. DISKUSSION

4.1 Makrostrukturierung

Die alternierenden, inklinanten Bühnen verbessern die Ökomorphologie. Dies konnte mit dem Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen (Publikation des Rhone-Thur-Projektes, 2005) nachgewiesen werden. Der Abfluss verläuft nicht mehr nur in Richtung der Längsachse. So können neu bei einem Niederwasserabfluss eine von links nach rechts pendelnde Hauptströmung sowie vermehrte Quer-

strömungen und eine erhöhte Tiefenvarianz beobachtet werden. Die Vorländer senken sich ab und die Uferböschungen werden flacher. Das führt zu einer verbesserten seitlichen Anbindung der Vorländer an das Gewässer. Durch die alternierende Anordnung der Bühnen wird dem Mittelgerinne eine Pendelgeometrie aufgezwungen, wodurch der Weg des zu transportierenden Geschiebes verlängert wird, was eine Reduk-



Abbildung 9: Verhältnisse im hydraulischen Modell bei einem Abfluss von $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Von den Raubäumen sind bei diesem relativ kleinen Abfluss lediglich die Wipfel im Wasser, die Wurzelstöcke ragen teilweise über den Wasserspiegel hinaus. (Blick in Fließrichtung.)

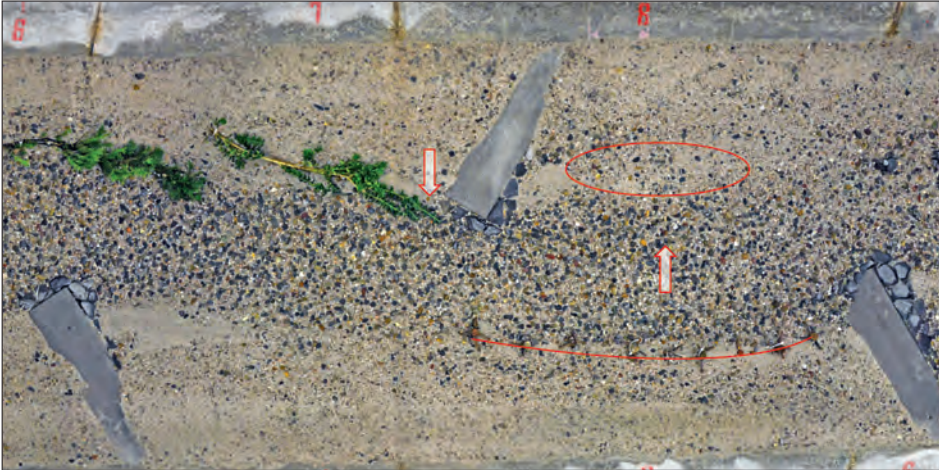


Abbildung 10: Die Wurzelstöcke wurden in einem leichten Bogen gegen den Damm verschoben eingebaut, sodass die pendelnde Lage des Mittelgerinnes initiiert wird. Der Aushub wurde auf die gegenüberliegende Gerinneseite verlagert. Der Wipfel des Raubaumes wurde gegen das Mittelgerinne verschoben, um Fischfallen im Oberstrom der Bühnen vorzubeugen. (Fließrichtung von links nach rechts.)

tion des Gefälles und dementsprechend eine Abnahme der Transportkapazität nach sich zieht. Die Verbreiterung des Abflussquerschnittes und damit die Abnahme der Fliesstiefe bewirken ebenfalls eine Reduktion des Geschiebetransportes. Anhand der Geschiebefunktionen, welche am hydraulischen Modell in den drei unterschiedlichen Zuständen ermittelt wurden, kann nachgewiesen werden, dass die Reduktion der Transportkapazität unter 10% liegt.

4.2 Mesostrukturierung

Die grössten Verbesserungen in Bezug auf die Strömungsdiversität und Funktionalität der Mesostrukturelemente bei Nieder- bis Mittelwasserabflüssen von 5 m³/s bis 90 m³/s haben sich mit dem Einsatz von Raubäumen ergeben. Das Geäst verlangsamt lokal die Strömungsgeschwindigkeit, was zu Einstandsmöglichkeiten führt. Zudem bietet es Blickschutz gegen Fressfeinde aus der Luft. In beschränkter Masse trifft dies auch auf Wurzelstöcke und Belebungssteingruppen zu, wobei diese die Strömungsgeschwindigkeit weniger stark und in einer kleineren Wirkungszone reduzieren. Eine Analyse des Sohlensubstrats mit BASEGRAIN (VAW, 2013) zeigt eine grössere Variabilität der Kornzusammensetzung in der Umgebung der Mesostrukturelemente. Die Kombination von Wurzelstöcken und Belebungssteingruppen auf Höhe der Bühnen erleichtert die seitliche Migra-

tion und bildet im Kolk Habitate für Jungfische. Werden die Belebungssteingruppen im Mittelgerinne nur vereinzelt und mit einer geringen Belegungsdichte versetzt, kann deren Einfluss auf den Geschiebetransport als gering erachtet werden. Abstände von bis zu 5 m unter den Belebungssteingruppen im Mittelgerinne sind kein Hindernis, zumal hauptsächlich adulte Fische zwischen diesen Einständen wechseln. Bei natürlicherweise variierenden Abflüssen oder Schwall-Sunk-Einflüssen ergeben sich bei richtiger Platzierung von Strukturelementen stets Einstandsmöglichkeiten. Eine allfällige Zerstörung der Mesostrukturelemente und deren Einfluss auf die lokale Hochwassersicherheit und jene für Unterlieger müssen projektspezifisch betrachtet werden. Als Ausbauziel wird ein dreissig- bis fünfzigjähriges Hochwasser empfohlen, bei grösseren Abflüssen muss mit der Zerstörung oder dem Verlust der Wirksamkeit der Mesostrukturelemente gerechnet werden.

5. UMSETZUNG UND AUSBLICK

Ursprünglich sollten die Ergebnisse von OptiFlux im aktuell in mehreren Etappen in Umsetzung befindlichen Hochwasserschutzprojekt Innertkirchen in der Dorfstrecke unmittelbar zur Anwendung kommen. Aus Gründen der Hochwassersicherheit und Risikominderung wurde jedoch eine Strecke flussabwärts

unterhalb der Siedlung als Teststrecke ausgeschieden, an der die Kraftwerke Oberhasli (KWO) wasserbaupflichtig sind. Im Winter 2014/15 sollen nun auf der linken Flussseite die Mesohabitate in verschiedenen Varianten eingebaut und getestet werden. Die vorhandene Bühnenstruktur wird jedoch nicht grundsätzlich verändert, sondern teilweise erneuert oder leicht angepasst. In einer Vereinbarung zwischen der KWO und dem Renaturierungsfonds des Kantons Bern werden der Kostenteiler zwischen Hochwasserschutz und dem Bau der Mesostrukturen und die Verbindlichkeiten während einer gewissen Testphase geregelt. Anschliessend geht das Werk in den ordentlichen Unterhalt der KWO über. Der Erfolg der Massnahmen soll mit einem geeigneten Monitoring erfasst werden.

Für die Umsetzung des kürzlich verabschiedeten Gewässerrichtplans der Hasliaare von Meiringen bis Brienz sind insgesamt vier OptiFlux-Teststrecken vorgesehen. Die erste Strecke in Meiringen ist momentan in Planung. Die Teststrecken sollen im Hinblick auf den Gesamtausbau bereits erste Erfahrungen bezüglich Kosten und Wirksamkeit zeigen.

Weiter wird versucht, in den aktuell laufenden oder geplanten Hochwasserschutzprojekten im Berner Oberland an der Lütschine, Simme und Kander OptiFlux-Strukturen einzubringen. Es handelt sich jeweils um Strecken, an denen wegen absoluter Restriktionen keine weitergehenden Revitalisierungen möglich sind, der Flux des Gewässers jedoch verbessert und so trotzdem ein lebendigeres, vielfältigeres Gewässer im Sinne der Förderung der Biodiversität entstehen kann.

In einer öffentlichen Veranstaltung, die auf Anfang 2015 geplant ist, sollen die Resultate der OptiFlux-Versuche einem breiteren Fachpublikum vorgestellt werden und so hoffentlich eine noch breitere Anwendung in vergleichbaren Situationen finden.

6. LITERATURVERZEICHNIS

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfälle e.V.,

2013; DWA-Regelwerk Merkblatt DWA-M 526; Grundlagen morphologischer Phänomene in Fliessgewässern

C. Lichtenhahn, 1977; Flussbau-Vorlesung, ETHZ

R. Hackl, 2008; Grundlagenversuche über die Funktionsweise von Buhnen, TU Graz

G. Klasz et al., 2008; VAW-Mitteilungen 208; Uferrückbau und Buhnenoptimierung an der Donau östlich von Wien

S. Woolsey, C. Weber, T. Gonser, E. Hoehn, M. Hostmann, B. Junker, C. Rou-

lier, S. Schweizer, S. Tiegs, K. Tockner & A. Peter, 2005; Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur-Projektes. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 112 pp.

VAW-ETHZ, 2013; Veröffentlichung von BASEGRAIN 2.1

Kontaktadressen:

Lukas Schneider
Institut für Bau und Umwelt (IBU)
HSR Hochschule für Technik Rapperswil
Oberseestrasse 10
8640 Rapperswil

Prof. Dr. Jürg Speerli
Institut für Bau und Umwelt (IBU)
HSR Hochschule für Technik Rapperswil
Oberseestrasse 10
8640 Rapperswil
juerg.speerli@hsr.ch

Willy Mueller
LANAT, Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern
Fischereiinspektorat/
Renaturierungsfonds
Schwand 17
3110 Münsingen
willy.mueller@vol.be.ch



Auf die Wurzeln kommt es an...

Samen und Pflanzen für die Hangsicherung zusammengestellt nach Wurzelprofilen und Erosionsschutzwirkung.

Objektbesichtigung kostenlos
Lieferung ganze Schweiz und EU

schutzfilisur
100 Jahre Samen Pflanzen AG

Schutz Filisur, Samen u. Pflanzen AG, CH-7477 Filisur
Tel. 081 410 40 00, Fax. 081 410 40 77
samenpflanzen@schutzfilisur.ch

Nr.1

HydroSaat
St. Ursen
Tel. 026 322 45 25
www.hydro Saat.ch

- **Ansaat**
von Strassen- und Bahnböschungen, Felspartien, Skipisten, Kies- und Schotterhalden und nichthumusierte Flächen
- **Dachbegrünungen**
mit Xeroflor®-Sedummatte für Dächer, Böschungen, Garten- und Rasenabschlüsse, Verkehrsinseln, Trottoirs
- **Ecotex®-Erosionsschutz**
mit Geotextilien, natürlich und biologisch abbaubar
- **Ingenieurbiologische Bauweisen**
Stützkonstruktionen zur Stabilisierung von Uferzonen und Böschungen



Fließgewässer im alpinen Raum: Möglichkeiten und Grenzen der Ingenieurbiologie

Martin Bettler, Beatrice Herzog, Herzog Ingenieure AG

Zusammenfassung

An der Aare in Innertkirchen werden auf einer 300 m langen Flussstrecke fischereiliche Aufwertungsmassnahmen in einer bestehenden Bühnenstrecke getestet. Die Planungsphase hat gezeigt, dass etliche der bekannten Systeme den hohen dynamischen Anforderungen eines Gebirgsflusses nicht genügen oder an der konstruktiven Umsetzung scheitern. Die im nächsten Winter zur Ausführung kommenden Bausteine werden nun im Rahmen einer «Musterstrecke» realisiert, um Praxiserfahrungen zu sammeln.

Keywords

Aufwertungsmassnahmen,
Bühnenstrecke, Trockenmauerwerk

Cours d'eau en région alpine : possibilités et limites du génie biologique

Résumé

Des mesures d'amélioration destinées au poisson sur un tronçon avec des épis existants ont été testées sur une longueur de 300 m de l'Aar à Innertkirchen. La phase de planification a montré que la plupart des systèmes connus ne répondent pas aux exigences dynamiques élevées d'un ruisseau de montagne ou échouent pour des raisons structurelles. Les éléments constitutifs qui seront mis en œuvre l'hiver prochain ont été réalisés dans le cadre d'un « tronçon pilote » afin de recueillir des expériences de la pratique.

Mots-clés

Mesures d'amélioration, tronçons avec des épis, perré en pierres sèches

Corsi d'acqua alpini: limiti e possibilità dell'ingegneria naturalistica

Riassunto

Lungo 300 metri di un tratto protetto da «pennelli» dell'Aare a Innertkirchen sono in corso misure di miglioramento a favore della fauna ittica. La fase di pianificazione ha dimostrato che tutti i metodi conosciuti non soddisfano i criteri imposti dall'importante dinamicità di un fiume alpino oppure che non siano realizzabili dal punto di vista tecnico. Per acquistare esperienza pratica, nell'ambito di un progetto pilota questo inverno lungo un tratto del fiume saranno realizzate soluzioni specifiche.

Parole chiave

Misure di miglioramento, tratto protetto da « pennelli », muri in pietra a secco

Ausgangslage und Rahmenbedingungen

Die Aare durchfließt den Talboden von Innertkirchen und nimmt dabei die Zuflüsse Urbachwasser und Gadmerwasser auf, bevor sie in die Aareschlucht mündet. Seit der Aarekorrektion Ende des 19. Jahrhunderts weist sie durchgehend ein Doppeltrapezprofil zur Aufrechterhaltung des Geschiebetransportes auf. Das 14–16 m breite Mittelgerinne ist mit Steinbühnen verbaut. Diese sind aus behauenen Mauersteinen gepflästert, teils mit Mörtel, teils trocken. Einzelne neuere Bühnen wurden auch aus Blöcken im Hinterbeton erstellt. Die Bühnen haben einen Abstand von rund 20 m und liegen rechtwinklig zur Flussaxe. Die seitlichen Abschlüsse des Gerinnes bestehen aus Erddämmen, welche einen hohen Sandanteil aufweisen und aufgrund ihres Alters nicht verdichtet sind.

Der hier behandelte Projektperimeter der «Musterstrecke» liegt unterstrom der Wasserrückgabe der KWO und ist damit eine Schwall-Sunk-Strecke.



Abbildung 1: Aaregerinne / Bühnenstrecke im Bereich der Musterstrecke.
Figure 1 : Lit de l'Aar / Tronçon avec épis dans le domaine du tronçon pilote.



Abbildung 2: Situationsplan Musterstrecke.
Figure 2 : Plan de situation du tronçon pilote.

Obwohl durch die Talsperren der KWO die Hochwasserspitzen teilweise gedämpft werden, bleibt die Aare dennoch ein überaus dynamisches Gewässer. Das 300-jährliche Hochwasser wird im Projektabschnitt mit 550 m³/s angegeben. Zudem führt die Aare im Hochwasserfall grosse Mengen an Geschiebe mit sich.

Aus fischereilicher Sicht ist der Aareabschnitt in Innertkirchen ein wertvolles Laichgewässer, insbesondere für die Seeforelle, welche alljährlich aus dem Brienersee aufsteigt. Obwohl die Naturverlaichung funktioniert, haben Zustandsuntersuchungen ergeben, dass es in der Aare insbesondere an geeigneten Jungfischhabitaten (insb. Flachuferzonen), Blickschutz vor Fressfeinden und Rückzugsmöglichkeiten mit geringeren Fließgeschwindigkeiten mangelt. Vor allem der letzte Punkt ist wegen der Wasserrückgabe der Kraftwerke (Schwall-Sunk-Strecke) von hoher Bedeutung.

Bedingt durch die Bauwerke des Hochwasserschutzprojekts «Aare Innertkirchen» wurden Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen notwendig. In erster Priorität sind diese Massnahmen vor Ort und am selben Gewässer auszurichten. Den Projektbeteiligten war von Anfang an bewusst, dass die «ideale» Aufwertungs- resp. Revitalisierungsmassnahme an der Aare in Richtung Rückbau von Längs- und Querverbau und Gewässer-

seraufweitung gehen müsste. Innerorts war diese Möglichkeit von vornherein nicht mehr gegeben, da die Siedlung ans Gewässer stösst. Ausserorts – insbesondere auf dem Abschnitt Gadmerwassermündung–Aareschlucht – wäre der Platz grundsätzlich vorhanden. Da die Landwirtschaft in Innertkirchen aber für die Hochwasserschutzmassnahmen bereits weiter oben im Tal sehr grosse Flächen opfern musste, wurde schnell klar, dass eine solche Revitalisierung zum heutigen Zeitpunkt politisch keine Chance hat.

Ziele

Folgende Hauptziele wurden bei der Projektierung der Musterstrecke verfolgt:

- Das Gewässer soll fischereilich aufgewertet werden. Dabei wird das Hauptaugenmerk auf die Schaffung von Jungfischhabitaten sowie Rückzugsgebieten (Schwall-Sunk) gerichtet.
- Das Mittelgerinne muss in der Geometrie erhalten bleiben (Sicherstellung des Geschiebetriebes). Dazu sollen die bisherigen Bühnen bestehen bleiben, um den Aufwand zu limitieren (kein Präjudiz für spätere Massnahmen).
- Es gibt sehr viele bekannte Ideen und Konzepte für Aufwertungen. Diese Beispiele liegen meist an kleineren Gewässern und in flachen Gefälls-

verhältnissen. Selten werden an derart dynamischen, grossen Gebirgsflüssen und in der bestehenden Kombination mit Längsverbau strukturierende Elemente eingebaut. Es soll also in der Praxis ausgetestet werden, welche Massnahmen sich unter den gegebenen Verhältnissen bewähren können, um für künftige Aufwertungs-massnahmen an ähnlichen Strecken Erfahrungen zu sammeln.

- Das Fischereinspektorat des Kantons Bern hat kürzlich für mögliche Aufwertungs-massnahmen an stark begradigten Gerinnen (Bühnenstrecken) hydraulische Modellversuche durchgeführt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der ökomorphologisch günstigen Anordnung von Bühnen sowie der Platzierung von diversen Makroelementen. Unter anderem sollen auch gewisse Elemente aus diesen Modellversuchen in natura getestet werden.

Nebst den Literaturrecherchen und rechnerischen Abschätzungen waren für die Detailplanung vor allem der intensive Kontakt mit dem Fischereinspektorat des Kantons Bern sowie die Besichtigung diverser Aufwertungs-massnahmen – insbesondere an der Emme als ebenfalls sehr dynamischem Gebirgsfluss – von Bedeutung. Zusätzlich konnten im Rahmen der hydraulischen Modellversuche «OptiFlux» an der Hochschule

Rapperswil diverse Strukturen im Modell ausgetestet werden. Nachfolgend wird auf die gewählten «Bausteine» im Detail eingegangen.

Gewählte Bausteine der «Musterstrecke»

1. Wurzelstöcke/Steinlinsen/Asthaufen: Während Steinlinsen und Asthaufen am Übergang zum Vorland angeordnet werden, werden die Wurzelstöcke bewusst im Wasser platziert. Nebst einer gewissen Strömungsberuhigung bieten diese vor allem auch Blickschutz gegen Fressfeinde. Dabei spielt die genaue Anordnung in Lage und Höhe eine wichtige Rolle, damit die Hohlräume immer unter Wasser liegen, aber auch nicht eingelandet und damit unwirksam werden. Die einfachen Wurzelstöcke werden mit Drahtseilen zurückverankert. Getestet werden auch gestumpfte Wurzelstöcke (sprich Wurzelstöcke inklusive eines kurzen Stammstücks), welche in die

Flusssohle eingegraben werden. Eine unerwartete Herausforderung war dabei die Beschaffung der gestumpften Wurzelstöcke. Während «normale» Wurzelstöcke gut erhältlich sind, musste die gestumpfte Version speziell geschlagen werden. Dies durfte aber nicht im Rahmen eines Holzschlags geschehen, da das Entfernen von Wurzelstöcken (nicht aber des Baums ohne Wurzelstock ...) einer Rodung gleichkommt. Dies wiederum erforderte eine Rodungsbewilligung.

2. Fischunterstände: kastenartige Strukturen aus Baumholz, welche in die Uferböschung verlegt werden. Auch hier gibt es verschiedene Typen. Im vorliegenden Projekt werden zwei Systeme eingesetzt (siehe Abb. 3). Durch die ständigen Schwall-Sunk-Ereignisse und die häufigen geschiebeführenden Hochwasserabflüsse ist die Anordnung in Lage und Höhe schwierig; die Unterstände sollten sich möglichst dauerhaft im Wasser

befinden, aber dennoch nicht eingelandet werden. Dabei ist im vorliegenden Fall die richtige Lage zwischen den Bühnen ausschlaggebend (Strömungsbild im Bühnenfeld bei verschiedenen Abflüssen). Nebst dem Grundsatz, die Unterstände möglichst tief einzubauen, sollen auch «mehrstöckige» Fischunterstände getestet werden. Die Unterstände müssen sicher verankert sein, dürfen aber nicht allzu tief in den Damm eingebunden werden (Beschädigung der Dammstruktur bei Belastung der Stämme).

3. Blocksteingruppen: Mit diesem Baustein soll die insgesamt eher monotone Gewässersohle strukturiert werden. Man verspricht sich davon eine Erhöhung der Strömungsvariabilität und eine Erleichterung der lateralen Migration der Fische. Zusätzlich wird dieser Baustein auch eingesetzt, um die Strömung in Richtung der Fischunterstände zu lenken.

Geplant ist die Anordnung in Gruppen von jeweils 3–4 Steinblöcken (Durchmesser jeweils 0,5–1 m), ohne vorheriges Einbringen von Filterschichten. Vom Einbau einzelner grosser Felsblöcke ist man wieder abgekommen, da deren Transport und Einbau sehr aufwendig wären.

4. Hakenbühne: Einzelne bestehende Bühnen sollen zur Erhöhung der Strömungsvariabilität umgebaut werden. Häufig verwendete Bühnenformen sind nebst den klassischen, rechtwinkligen Bühnen auch sogenannte inklinante oder deklinante Bühnenformen (d.h. Bühnen, welche gegen oder in Strömungsrichtung verlaufen). Im vorliegenden Fall will man eine eher unbekannte Bühnenform auf ihre Eignung austesten. Dazu wird ein Fortsatz praktisch rechtwinklig gegen die Fliessrichtung an den bestehenden Bühnenkopf angebaut. Dadurch soll insbesondere die Strömungsvariabilität im Bereich der Bühnen erhöht werden.

Die vorhandenen trocken gemauerten Bühnen können jedoch nicht ohne weiteres umgebaut werden, da das

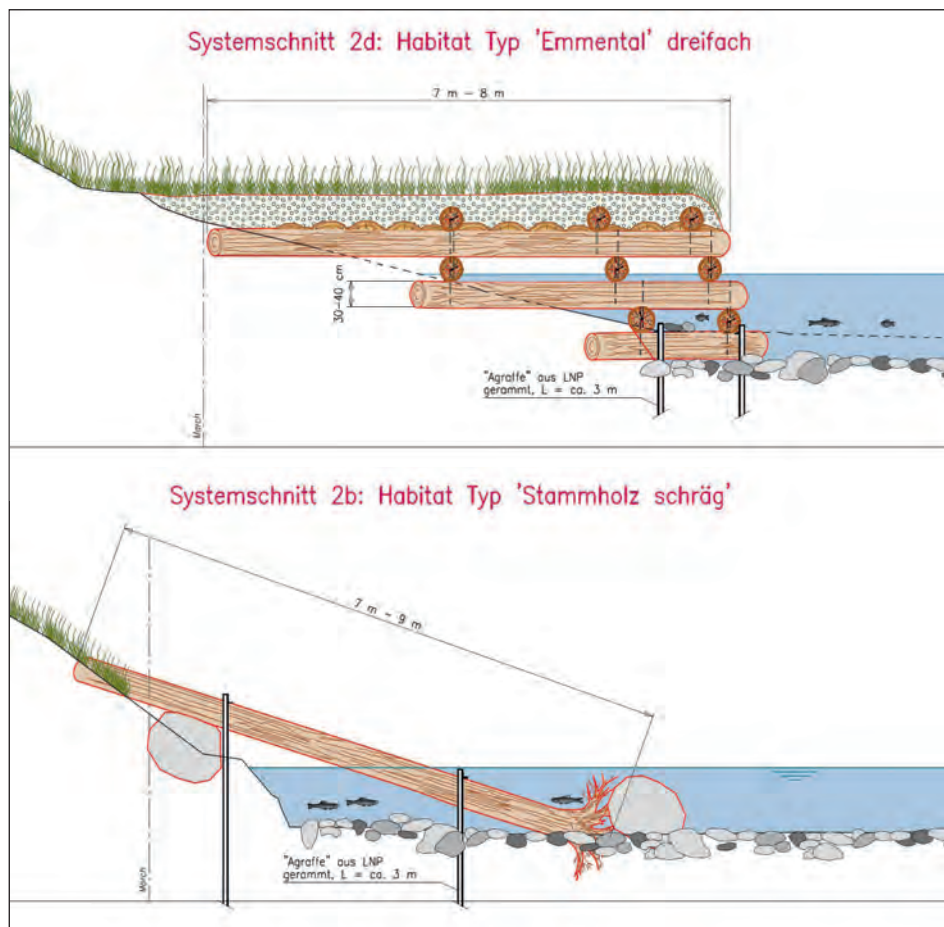


Abbildung 3: Normalprofile Fischunterstände.
Figure 3 : Profil normal des abris pour poissons.



Abbildung 4: Ca. 100 Jahre alte Buhne aus Trockenmauerwerk. Die grosse Herausforderung beim Umbau ist die konstruktive Ausbildung.

Figure 4 : Epi en pierre sèche datant d'environ 100 ans. Le défi majeur dans la transformation est la conception structurelle.

alte eng gefugte Mauerwerk nur im Verbund trägt und ein Aufbrechen der Pflasterung die Stabilität der Buhne beeinträchtigen würde. Mit grossen Blöcken hingegen ist ein konstruktiver Anschluss an das glatte Mauerwerk nicht möglich. Der Hakenfortsatz muss deswegen als eigenes Tragsystem dimensioniert werden. Dieses konstruktive Problem stellt sich überall dort, wo Buhnen dieses Typs verkürzt oder verlängert werden sollen.

5. Raubäume: Raubäume sind ein bekanntes und verbreitetes Element zur Aufwertung von Gewässerbereichen mit einem sehr guten Kosten-Nutzen-Verhältnis. Im Rahmen der Musterstrecke sollen insbesondere Erfahrungswerte gesammelt werden, wie lange die Raubäume unter dem vorherrschenden Wasser- und Geschieberegiment intakt bleiben resp. wie häufig diese ersetzt werden müssen. Zusätzlich soll abgeklärt werden, welche Position in der vorliegenden Buhngeometrie ideal ist, um strömungsberuhigte und blickgeschützte Refugien anzubieten, welche möglichst nicht verlanden resp. versanden und gleichzeitig eine gewisse Mindestlebensdauer erreichen. Die Verankerung der Raubäume erfolgt

durch Stahlseile und Anker in die Böschung; es sollen verschiedene Befestigungssysteme getestet werden.

Ausführung/Monitoring/Unterhalt

Die Realisation der Massnahmen erfolgt voraussichtlich 2015. Im Rahmen der Ausführung kann es noch zu gewissen Projektanpassungen kommen. Damit solche Ersatzmassnahmen für einen Bauherrn interessant und auch tragbar sind, muss die Massnahme für ihn auf absehbare Zeit finanziell abgeschlossen sein. Die Bauherrschaft ist damit nur für die Erstellung und die

Nachbesserungsarbeiten in einem begrenzten Zeitraum zuständig. Der weitere Unterhalt der Strecke wurde daher in einer Vereinbarung zwischen Bauherrn und dem Fischereiinspektorat des Kantons Bern geregelt.

Es ist vorgesehen, ein einfaches Monitoring aufzuziehen, um die Eignung und Wirksamkeit der einzelnen Massnahmen zu evaluieren.

Kosten

Die gesamten Erstellungskosten gemäss KV für die Massnahmen auf der etwa 300 m langen Strecke belaufen sich insgesamt auf 400 000 Franken.

Fazit

Ob die geplanten Massnahmen tatsächlich einen fischereilichen Mehrwert bringen werden, wird erst in einigen Jahren klar sein. Grundsätzlich aber hat sich gezeigt, dass einige der etablierten Aufwertungsmassnahmen bei sorgfältiger Vorplanung auch an sehr dynamischen Gewässern eingesetzt werden können und sich somit auch hier Bemühungen um die verbesserte Strukturierung des Gewässers und die Schaffung von Lebensräumen lohnen können. Die Planungsphase hat aber auch deutlich aufgezeigt, dass zahlreiche Skizzen und Ideen aus der Theorie (Literatur) an den Belastungen, der konstruktiven Ausbildung oder an den Kosten scheitern. Etliche der heute verwendeten Aufwertungsmassnahmen werden häufig eher an kleineren, flacheren Gewässern mit limitiertem Geschiebetransport

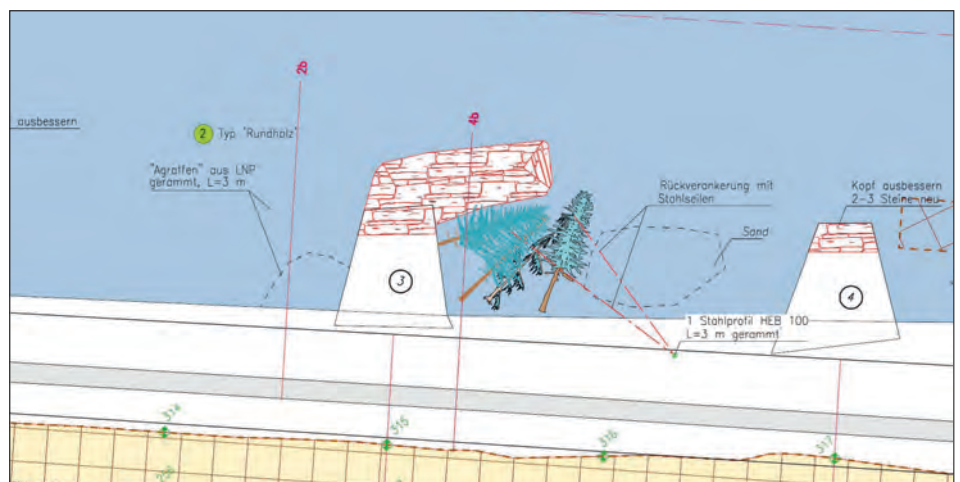


Abbildung 5: Situation Hakenbuhne und Raubäume.

Figure 5 : Situation épi en crochet et arbres en épis.

eingesetzt und sind damit nicht ohne weiteres oder überhaupt nicht auf ein Gewässer wie die Aare in Innertkirchen anwendbar.

Literaturverzeichnis

Patt, H. & Gonsowski, P. Wasserbau; Grundlagen, Gestaltung von wasserbaulichen Bauwerken und Anlagen (7. Aufl.). Springer, Wien

Schweizer, S., Neuner J., und Heuberger, N. 2009. Bewertung von Schwall/Sunk – Herleitung eines ökologisch

abgestützten Bewertungskonzepts. In «Wasser Energie Luft» 2009 (3): 194–202

Schweizer, S. et al. 2013. Schwall/Sunk-Sanierung in der Hasliaare; Phase 1a: Gewässerökologische Bestandsaufnahme. In «Wasser Energie Luft» 2013 (3): 191–199

Speerli, J. & Schneider, L. 2013. Modellversuche OptiFlux – Strukturverbesserungen in Talflüssen. Zwischen- und Schlussbericht (unveröffentlicht)

Kontaktadresse:

Martin Bettler, Herzog Ingenieure AG, bettler@herzog-ingenieure.ch
Beatrice Herzog, Herzog Ingenieure AG, herzog@herzog-ingenieure.ch



Otto Hauenstein Samen AG



Die Rasenberater – Fachwissen vor Ort



Begrünungen für alle Fälle!

Bahnhofstrasse 92
Postfach 138
8197 Rafz
Tel. 044 879 17 19
Fax 044 879 17 30

info@hauenstein.ch
www.hauenstein.ch



Mehr als grüne Böschungen. Mit Sicherheit!

- Böschungsbegrünung
- Erosionsschutz
- Nasssaat
- Jute- und Kokosgewebe
- Hochlagenbegrünung
- Rohbodenbegrünung
- Wildblumenwiese

Unser Angebot für eine erfolgreiche Begrünung:

- Objektberatung
- Produkte ab Lager
- Ausführung und Einbau



Pilatusstrasse 14, CH-5630 Muri AG
Tel. 056 664 22 25, Fax 056 664 29 25
info@begrueenungen-hunn.ch, www.begrueenungen-hunn.ch

Ingenieurbiologie im Einzugsgebiet von Wildbächen – ein Fallbeispiel aus dem Kanton Zug

Maria Jakober

Zusammenfassung

Grössere Geschiebemengen aus dem Einzugsgebiet des Mitteldorfbachs in Oberägeri, Kanton Zug, verursachten mehrmals in Zusammenhang mit lang anhaltenden oder heftigen Niederschlägen Schäden im Siedlungsraum. Abgerutschtes Material aus den Bachabhängungen, gealterte Schutzbauten und weitere Erkenntnisse aus einem Variantenstudium veranlassten die verantwortlichen Behörden, ein Set an Massnahmen zu realisieren. Mit Holzverbauungen, die überdeckt, bepflanzt und angesät wurden, konnten Böschungen an mehreren Stellen stabilisiert werden. Ausserhalb des Abflussprofils wird die Realisierung von ingenieurbiologischen Massnahmen als grosse Chance betrachtet. Rasch und nachhaltig kann mit Pflanzungen und Ansaaten ein Erosionsschutz erreicht werden. Mit der hohen Schleppspannung und den Kräften in Zusammenhang mit dem Geschiebetrieb in Steilgerinnen sind demgegenüber der Realisierung innerhalb des Abflussprofils Grenzen gesetzt.

Keywords

Mitteldorfbach, Hangverbau, Rutschung, Pflanzung, Geschiebe

Le génie biologique dans le bassin versant des cours d'eau de montagne – une étude de cas dans le canton de Zoug

Résumé

De grandes quantités de sédiments venant du bassin versant du Mitteldorfbach à Oberägeri dans le canton de Zoug ont causé à de nombreuses reprises des dégâts en zone résidentielle suite à de longues et intenses précipitations. Des matériaux issus des versants du

ruisseau, le vieillissement des ouvrages de protection et des conclusions d'une étude de variantes ont incité les autorités compétentes à mettre en œuvre un ensemble de mesures. Les versants ont pu être stabilisés en plusieurs endroits avec des constructions en bois qui ont été recouvertes et végétalisées. En plus du profil d'écoulement, la réalisation des mesures de génie biologique est considérée comme une grande opportunité. Une protection contre l'érosion peut être réalisée de manière rapide et durable par les plantations et l'ensemencement. Néanmoins, la réalisation des profils d'écoulement est fixée par les limites de la force tractrice élevée et les forces associées au transport des sédiments dans les lits de cours d'eau raides.

Mots-clés

Mitteldorfbach, stabilisation de versant, glissement, plantation, sédiments

Ingegneria naturalistica nei bacini idrografici di torrenti di montagna – Un esempio concreto dal Canton Zugo

Riassunto

Grandi quantità di materiale solido di fondo dal bacino idrografico del torrente Mitteldorfbach a Oberägeri nel Canton Zugo, combinate a lunghe piogge o temporali hanno spesso causato danni in centri abitati. Materiale sciolto nel fiume dalle sponde, opere di protezione invecchiate e altri fattori rivelati da uno studio di varianti hanno spinto le autorità competenti a realizzare un set di misure. In diversi punti le sponde sono state stabilizzate con costruzioni in legno che sono state in seguito ricoperte, impiantate e seminate.

Al di fuori del profilo di deflusso le misure d'ingegneria naturalistica sono state considerate come una grande chance. Tramite impianto o semina la protezione dall'erosione può essere raggiunta rapidamente e in modo sostenibile. Nei torrenti ripidi, le grandi forze di trascinamento e le forze derivanti dal trasporto di sedimenti pongono invece un limite alla possibilità di realizzare queste opere.

Parole chiave

Mitteldorfbach, stabilizzazione di pendii, scivolamento, sedimenti, materiale solido di fondo, impianto

Grössere Mengen Oberflächenwasser flossen 2009 im Gebiet Riedmattli nach heftigen Niederschlägen über die Böschungen in den Mitteldorfbach bei Oberägeri. Seiten- und Tiefenerosion im Gerinne hatten instabile Hangfüsse zur Folge, die übersteilen Böschungen rutschten ab. An zwei Stellen lösten sich Rutschungen. Dieses Ereignis veranlasste die Behörden, die Prozesse im Einzugsgebiet des Mitteldorfbachs genau unter die Lupe zu nehmen. Neben Sofortmassnahmen wurde ein Variantenstudium mit zusammenfassend den folgenden Zielen in Auftrag gegeben:

- Das Geschiebepotenzial im Mitteldorfbach ist ermittelt.
- Schwachstellen sind aufgezeigt.
- Verschiedene Massnahmenkonzepte sind dargestellt und beschrieben.

Projektüberblick

Das Einzugsgebiet des Mitteldorfbachs wird im Wesentlichen von zwei Bächen entwässert: dem Mitteldorfbach und dem Würzlibach. Diese fliessen oberhalb des alten Dorfkerns zusammen

Gerinne	30-jährliche	100-jährlich	300-jährlich
Mitteldorfbach & Tannbächli	60–130 m ³	500–600 m ³	1000–1150 m ³
Würzlibach	40–70 m ³	400–450 m ³	700–800 m ³
Total	100–200 m³	900–1100 m³	1700–2000 m³

Tabelle 1: Geschiebeabschätzungen Einzugsgebiet Mitteldorfbach (Vorstudie, 2010).
 Tableau 1 : Evaluations des sédiments dans le bassin versant du Mitteldorfbach (étude préliminaire, 2010).

und führen durch die Siedlung in den Ägerisee. Im Einzugsgebiet zeigen sich zwei markant unterschiedliche Bereiche: Oberhalb der Tannstrasse, die das Gebiet ca. auf Kote 850 quert, ist das Gerinne wenig ausgeprägt, die Sohle verläuft hauptsächlich im Fels (Nagelfluh oder Sandstein). Unterhalb sind demgegenüber die Bäche im verwitterungsanfälligen Moränematerial stark eingetieft, die Böschungen steil und die Erosionsprozesse und damit verbundene Rutschungen und die Geschiebetheematik bedeutsam.

Mit einem Blick in den Ereigniskataster wird klar, dass Wildbachprozesse im Einzugsgebiet des Mitteldorfbachs die Bewohner von Oberägeri bereits seit langer Zeit in Atem halten. Nach Schäden durch Überschwemmungen und Geschiebeablagerungen wurde 2003 deshalb oberhalb der Siedlung ein Geschiebesammler realisiert.

Mit der Geschiebeabschätzung, die 2010 im Rahmen des Variantenstudiums gemacht wurde, konnte gezeigt werden, dass das Ablagerungsvolumen von 400 m³ im Geschiebesammler oberhalb des Dorfs bei einem 100-jährlichen Ereignis für das gesamte Einzugsgebiet zu klein ist (Tabelle 1). Die Kapazität würde allerdings reichen, um die Geschiebemenge aus dem Würzlibach zurückzuhalten.

Neben der zu knappen Grösse des Geschiebesammlers wurden zusammenfassend die folgenden Schwachstellen und Problemzonen beschrieben:

- Bäche allgemein: Altholz, Wurzelstöcke und grosse Konglomeratsblöcke im Gerinne beeinflussen den Wasserlauf so, dass Seiten- und Tiefenerosionen und die damit verbundene Destabilisation der Hangfüsse zu Rutschungen aus den Bacheinhängen führen. Die Rutschprozesse werden durch Hangwasseraustritte zusätzlich begünstigt.

- Grundweiher (Mitteldorfbach): Oberhalb der Tannstrasse wird mobilisiertes Geschiebe im Löschweiher abgelagert. Die hohe Transportkapazität des Reinwasserabflusses begünstigt die Erosionsprozesse im darunter liegenden Bachabschnitt.

- Eindolung im Gebiet Brandeuli: Das Bauwerk ist einerseits in einem sehr schlechten baulichen Zustand; andererseits entspricht die ausgewiesene Kapazität knapp dem Reinwasserabfluss eines 20-jährlichen Ereignisses. Dazu kommt, dass die Verklauungsgefahr gross ist. Ausbrüche sind häufig; die Liegenschaft Brandeuli musste bereits mehrmals evakuiert werden. Basierend auf der breiten Analyse des Bachsystems «Mitteldorfbach» wurden in der Diskussion mit den Vertretern der Gemeinde und des Kantons aus den Fachgebieten Naturgefahren, Forst,

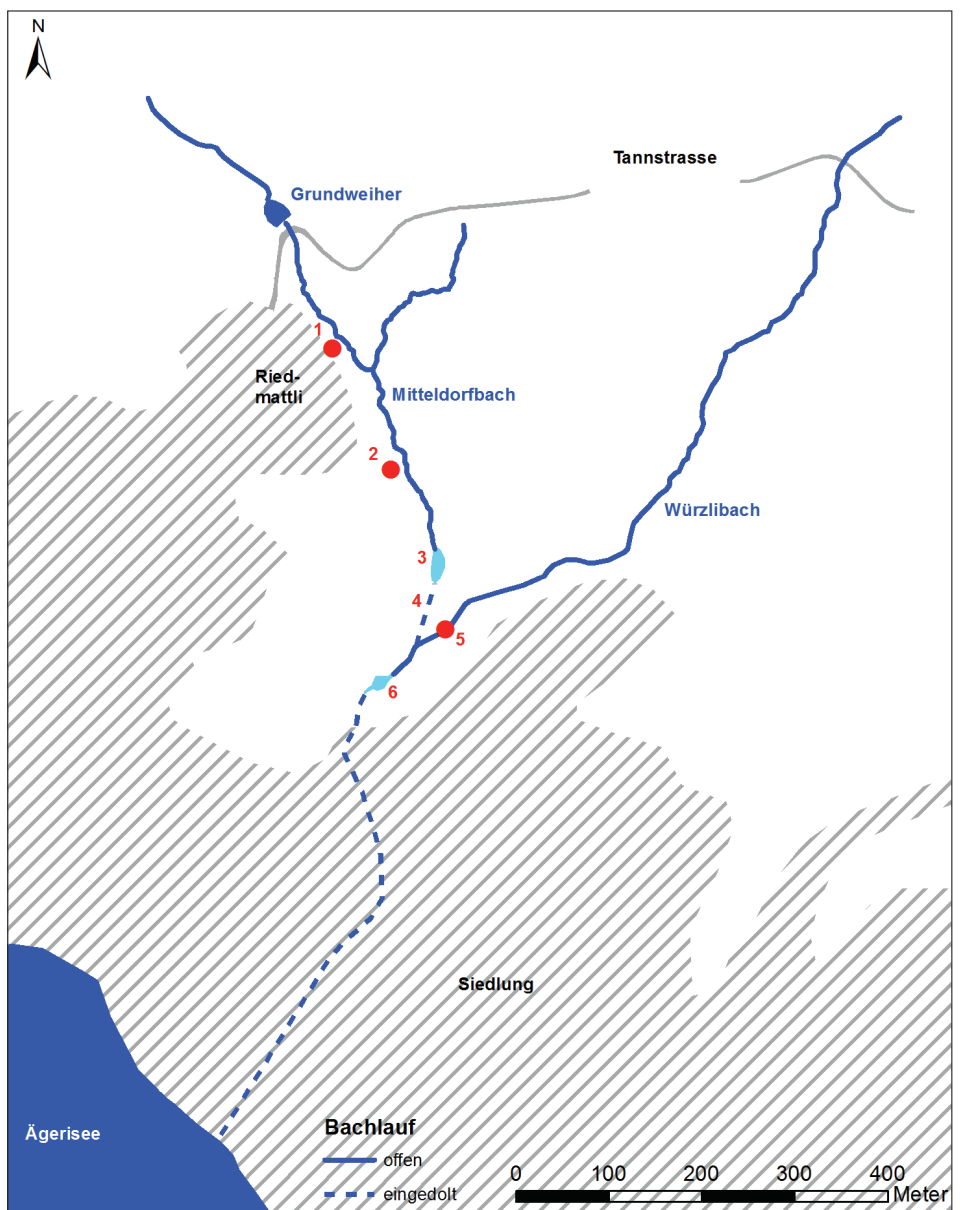


Abbildung 1: Gebietsübersicht: Rutschung oben [1], Rutschung unten [2], Geschiebesammler neu [3], Eindolung Brandeuli neu [4], Unterhalt Würzlibach [5], Geschiebesammler bestehend [6], Siedlung [grau schraffiert].
 Figure 1 : Vue d'ensemble de la région : Glissement de terrain en-haut [1], glissement en-bas [2], nouveau dépotoir à alluvions [3], nouvelle mise sous tuyau du Brandeuli [4], entretien du Würzlibach [5], dépotoir à alluvions existant [6], zone résidentielle [en gris hachuré].



Abbildung 2: Abgerutschtes Hangmaterial und provisorische Ableitung des Meteorwassers.

Figure 2: Matériaux issus de la pente et déviation provisoire des eaux de pluie.



Abbildung 3: Holzkasten und Hangrost werden mit Erde eingedeckt. So bleibt die Feuchtigkeit des Holzes weitgehend gleich, womit die Lebensdauer stark erhöht wird.

Figure 3: Caissons en bois et treillage sont recouverts de terre. Ainsi, le taux d'humidité du bois est plus ou moins stable, améliorant ainsi sa durée de vie.



Abbildung 4: Der Hangrost wird mit Manta-Ray-Zuganker nach hinten fixiert. Das Bauwerk wird zudem entwässert.

Figure 4: Le treillage est fixé avec un tirant d'ancrage Manta-Ray vers l'arrière. L'ouvrage est également drainé.



Abbildung 5: Der Hang wurde gleich nach Fertigstellung der Bautätigkeiten angesät und im Folgejahr mit Weidensteckhölzern bepflanzt. Mit der Ansaat wird der oberflächlichen Erosion rasch entgegengewirkt. Die Weiden tragen zur nachhaltigen Stabilisierung des Hangs sowie zur Beschattung bei. Die Beschattung ist ebenfalls wesentlich in Zusammenhang mit der Lebensdauer des Holzverbau.

Figure 5: La pente a été ensemencée immédiatement après l'achèvement des travaux de construction et des boutures de saule ont été plantées l'année suivante. Avec l'ensemencement, l'érosion en surface est rapidement entravée. Les saules apportent une stabilisation durable de la pente ainsi qu'un ombrage. L'ombrage est aussi essentiel par rapport à la durée de vie des ouvrages en bois.



Abbildung 6: Rutschung unten.
Figure 6: Glissement de terrain en-dessous.



Abbildung 7: Der Mitteldorfbach erodiert am Fuss der unteren Rutschung (Prallhang). Dadurch bricht ständig Material nach.
Figure 7: Erosion au pied du glissement inférieur du Mitteldorfbach (berge affouillée). Des matériaux sont sans cesse apportés.

Natur & Landschaft sowie Fischerei die folgenden Ziele und die damit verbundenen Massnahmen Schwerpunkte festgelegt: Reduktion der Geschiebefracht, indem das Geschiebe bis zu einem 100-jährlichen Ereignis im Einzugsgebiet oberhalb des Dorfs zurückgehal-

ten wird. Dies soll einerseits durch die Entfernung von Hindernissen, lokale Stabilisationsmassnahmen in der Sohle sowie den Böschungen und den Bau eines Geschiebesammlers oberhalb der Liegenschaft Brandeuli erfolgen. Zudem sollen Rutschungen in den steilen Bach-

böschungen mit Holz verbaut und bepflanzt werden. Das prekäre Nadelöhr «Eindolung Brandeuli» soll mit dem Bau einer neuen Eindolung behoben und damit das Risiko reduziert werden.

Möglichkeiten und Grenzen der Ingenieurbilogie im Wildbach

Im vorliegenden Artikel soll der Fokus auf ausgewählte Massnahmen gelegt werden, um zu zeigen, mit welchen Möglichkeiten, aber auch Grenzen wir beim Einsatz von ingenieurbilogischen Massnahmen in Einzugsgebieten von Wildbächen konfrontiert sind. Die Frage, wie die Böschungen und die Sohle nachhaltig stabilisiert werden können, um damit die mobilisierbare Geschiebemenge zu reduzieren, steht im Vordergrund.

Massnahmen 2009 und 2010

Im Gebiet Riedmattli, an den bewaldeten Bachböschungen, gingen im Juni 2009 nach heftigen Niederschlägen zwei Rutschungen ab. Oberhalb der Böschung wurde damals eine Zufahrtsstrasse zu einer neuen Siedlung realisiert. Durch die rückschreitende Erosion entstand die Gefahr, dass diese Strasse beschädigt würde.

Die obere Rutschung (Abbildung Nr. 1) wurde gemäss Beurteilung vor Ort in erster Linie durch das Strassenwasser, das über die Böschung abfloss, ausgelöst. Dieses wurde sofort provisorisch gefasst



Abbildung 8: Durch rückschreitende Erosion könnte die im Bau befindliche Strasse Schaden nehmen.
Figure 8: La route en construction pourrait être endommagée par l'érosion régressive.



Abbildung 9: Die Sperren wurden als doppelte Holzkasten ausgebildet und die Seitenleitwerke zur Stabilisierung der Böschungen, je nach Verfügbarkeit vor Ort, mit Blöcken oder ebenfalls mit Holzkasten gesichert.
Figure 9: Les barrages ont été construits en caissons doubles de bois et les ouvrages latéraux pour la stabilisation des pentes sont consolidés avec des blocs ou aussi avec des caissons en bois en fonction de la disponibilité sur place.

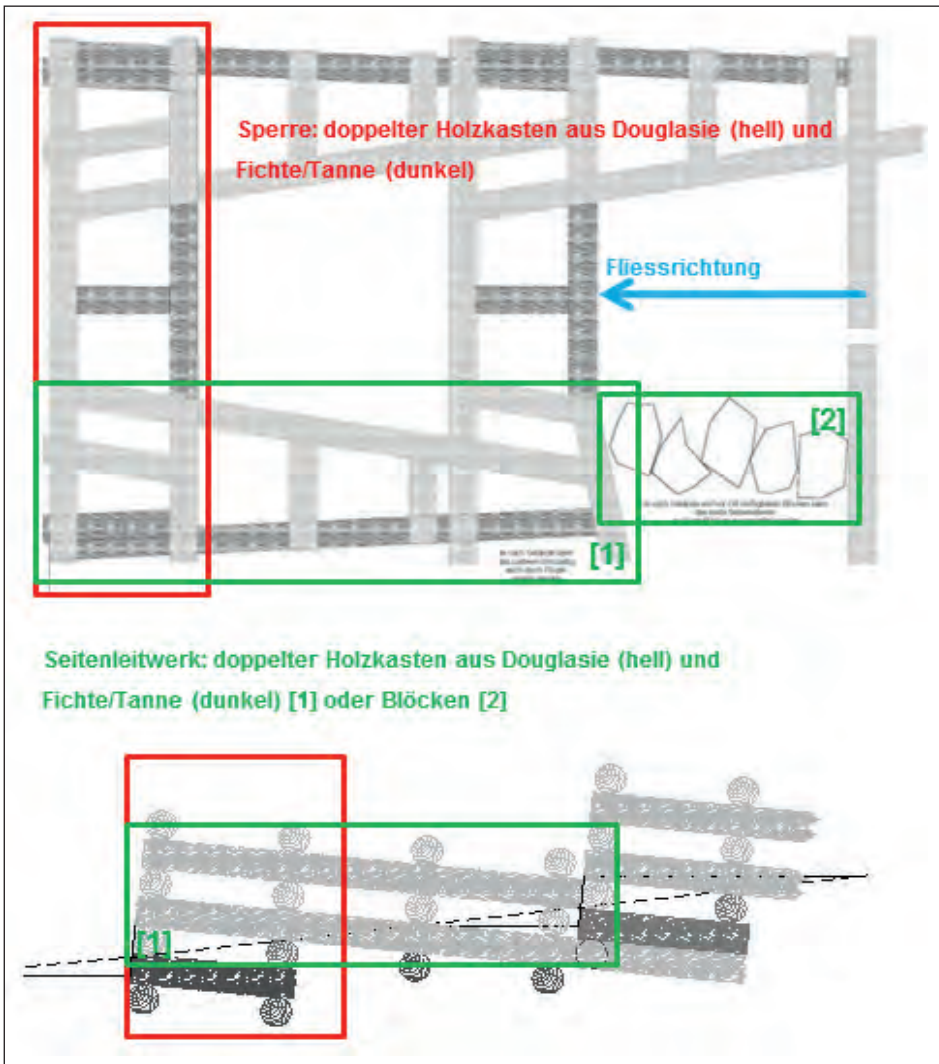


Abbildung 10: Ausschnitte Situation und Längensprofil des Holzverbau im Mitteldorfbach am Fuss der unteren Rutschung.

und abgeleitet. Da die Rutschung nicht bis in den Bach reichte, d. h., der Hangfuss stabil schien, wurde entschieden, die Rutschung so rasch wie möglich mit einer Kombination von Holzkästen und Hangrosten zu verbauen und zu bepflanzen. Das Hangwasser wurde gefasst und in den Mitteldorfbach geführt (Abbildungen 2 bis 5).

Die untere Rutschung (Abbildung Nr. 2) fand sich im Prallhang des Bachs. Die Böschungen waren durch die ständige Erosion stark übersteilt (Abbildungen 6 bis 8). Aufgrund des fehlenden Sohlenfixpunktes war es nicht sinnvoll, die Rutschung sofort zu sanieren. Die Situation wurde genauer untersucht. Im Folgejahr, 2010, wurde das Gerinne an diesem Abschnitt mit acht Holzsperrn und die Rutschung mit drei Holzkästen verbaut (Abbildungen 9 bis 11). Zudem wurde das Meteorwasser von der Zufahrtsstrasse gefasst und via Strassenentwässerung abgeführt. Die gesamte Rutschfläche wurde nach Abschluss der Bautätigkeiten mit Grassamen angesät und Weidensteckhölzern bepflanzt (Abbildung 12). Die Durchwurzelung und ein hoher Bedeckungsgrad tragen ebenfalls wesentlich zur Stabilisation bei.



Abbildung 11: Sobald der Bach verbaut war, konnte mit dem Hangverbau, d. h. den Holzkästen, begonnen werden.
Figure 11: Une fois que le ruisseau a été aménagé, la stabilisation de versant, c'est-à-dire les caissons en bois, a pu commencer.



Abbildung 12: Der Hang wurde angesät und pro m² wurde ein Weidensteckholz oder eine Erle gepflanzt.
Figure 12: La pente a été ensemencée et une bouture de saule ou un aulne a été planté par m².



Abbildung 13: Abgerutschtes Böschungsmaterial beim Würzlibach.

Figure 13: Matériel de remblai éboulé.

Massnahmen 2012

Die Böschungen und abschnittswisen Ufermauern am Würzlibach, im Bereich der Liegenschaft Brandeuli (Abbildung 1, Nr. 5), waren unterspült. Der Bachlauf war eingewachsen und für Fische nicht passierbar. Unterhaltmassnahmen drängten sich auf. Diese sollten im Rahmen des gesamten Hochwasserschutzprojekts Mitteldorfbach realisiert werden.

Die Böschung wurde auf ca. 50 Meter [m] auf eine maximale Neigung von 1:1 ausgestaltet. Vorgesehen war, die Böschungen an einzelnen Stellen mit Blöcken im Hinterbeton zu sichern. In der Sohle wurde alle 3–5 m eine ca. 2 m lange Blockrampe ausgestaltet. Durch die Bau-massnahmen im Gerinne, insbesondere am Böschungsfuss hangseitig, und die anhaltenden Regenfälle während der Bauphase lösten sich an mehreren Stellen flachgründige, kleinere Rutschungen (Abbildung 13). Um die Stabilität langfristig zu sichern, wurde es einerseits unumgänglich, dass die Böschungen durchgehend mit Blöcken im Hinterbeton verbaut wurden. Andererseits wurde eine Holzverbauung in der Böschung realisiert. Der Fels steht relativ oberflächlich an, d.h., es konnte als Fuss der Hangverbauung kein Holzkasten erstellt werden. Stattdessen wurde ein Querholz an den Fels verankert, hinter das der Hangrost gestellt wurde (Abbildung 14).



Abbildung 14: Anstelle eines Holzkastens wurde ein Baumstamm als Basis fixiert. Dahinter wurden die zwei Hangroste angeordnet.

Figure 14: Un tronc d'arbre a été fixé comme base au lieu d'un caisson en bois. Derrière, les deux treillages ont été placés.



Abbildung 15: Überdeckte Hangroste.

Figure 15: Treillages recouverts.

Aufgrund unterschiedlicher Hangneigungen wurden zwei unabhängige Holzverbauungen nebeneinander erstellt. Diese wurden mit Manta-Ray-Ankern fixiert und mit Erdmaterial überdeckt. Hangwasser wurde gefasst und in Drainagen in den Vorfluter geleitet (Abbildung 15). Das Überdeckungsmaterial rutschte nach Fertigstellung erneut ab bzw. wurde von Oberflächenwasser weggespült (Abbildung 16). Deshalb wurden in der Folge zwei Weidenfaschinen quer über den Hang eingebracht und Weidenhölzer gesetzt (Abbildung 17). Zudem wurde die Fläche so rasch wie möglich angesät (Abbildung 18 und 19).

Mit den drei geschilderten Fallbeispielen im Einzugsgebiet des Mitteldorfbachs können, aus unserer Sicht, sehr illustrativ Chancen, aber auch Grenzen von ingenieurbio-logischen Massnahmen in Wildbacheinzugsgebieten aufgezeigt werden.

In mehreren Hinsichten sind Ansaat und Pflanzung zur nachhaltigen Stabilisierung von Böschungen ausserhalb des Fliessbereichs des Wassers geeignet. Es sind lebendige Massnahmen, die sich selber erneuern. Dies birgt selbstverständlich auch das Risiko, dass ihre Wirkung ausfällt, wenn die Pflanzen absterben. Durch das Eindecken und



Abbildung 16: Das Deckmaterial rutschte ins Gerinne.
 Figure 16: Le matériel de couverture glisse dans le lit du ruisseau.



Abbildung 17: Weidenfaschinen zur Stabilisierung der Holzrost-Überdeckung sowie Ableitung des Wassers.
 Figure 17: Fascines de saule pour la stabilisation de la couverture de l'armature en bois, ainsi que déviation de l'eau.



Abbildung 18: Sofortige Begrünung der Böschung und damit Schutz vor Erosion.
 Figure 18: Végétalisation immédiate du versant et donc protection contre l'érosion.



Abbildung 19: Drei Jahre nach Fertigstellung der Baustelle: Die Böschung ist vollständig verwachsen.
 Figure 19: Trois ans après l'achèvement des travaux : le versant est totalement recouvert de végétation.

die Beschattung wird die Lebensdauer der Holzverbauungen begünstigt, da insbesondere die Feuchtigkeitsschwankungen weniger gross sind. Damit wird die Holzzersetzung verlangsamt. Die Ansaat bewirkt mit der Durchwurzelung einen raschen Erosionsschutz. Und die tiefer reichenden Wurzeln der Stecklinge oder Pflanzungen können wie eine natürliche Armierung der Böschungen verstanden werden.

Als nicht unwesentlich betrachten wir auch den Wert der Pflanzungen und Ansaaten aus ökologischen wie auch landschaftlichen Gesichtspunkten. Dies kann mit einer hohen, dem Standort angepassten Artenvielfalt zusätzlich optimiert werden. Wichtig erscheint uns

auch, dass gemäss unseren Erfahrungen die ingenieurbioologischen Massnahmen in der Regel günstiger sind in der Realisierung als rein technische Massnahmen. Da wir keine repräsentativen Vergleiche erstellt haben, können wir dies allerdings nicht als generelles Argument einbringen. Wir würden allerdings sehr begrüßen, wenn dieser Aspekt in einer entsprechenden Form detailliert beleuchtet werden könnte.

Innerhalb des Abflussprofils ist der Einsatz von lebendigen ingenieurbioologischen Massnahmen in Steilgerinnen aus unserer Sicht kaum möglich. Wesentliche Punkte sind dabei der Geschiebetrieb und die hohen Schleppspannungen, die sich in Steilgerinnen ergeben. Es ist

aufgrund der Dynamik von Wildbächen zudem nicht realistisch, dass sich ein Schutzsystem entwickeln kann und erst mit der Zeit seine volle Wirkung erreicht. Die häufig engen Platzverhältnisse und in Bezug auf Licht und Temperatur teils ungünstigen Voraussetzungen für das Wachstum von Steckhölzern, Pflanzungen und Ansaaten können die Einsatzmöglichkeiten zusätzlich einschränken. Ingenieurbioologische Massnahmen erfordern zudem einen regelmässigen und zielorientierten Unterhalt, der konkrete Kenntnisse voraussetzt. Nur so kann die langfristige Funktion sichergestellt werden.

Eine zentrale Bedeutung haben sehr häufig auch die Anliegen der Grund-

eigentümer und/oder Bewirtschafter.
So werfen ingenieurbioologischen Massnahmen wie Pflanzungen auf verbauten Rutschungen oft Diskussionen auf.

Kontaktadressen:

Bauherrschaft: Gemeinde Oberägeri,
Alosenstrasse 2, 6315 Oberägeri &
Amt für Wald und Wild Kanton Zug,
Aegeristrasse 56, 6300 Zug
Projektingenieur: belop gmbh, Tulpenweg 2, 6060 Sarnen

Autorin:

Maria Jakober
belop gmbh
Tulpenweg 2
6060 Sarnen
jakober@belop.ch. www.belop.ch



STOMOH

Lindner
SUISSE

Erosions-Schutzvlies

aus Schweizer Holz.
Der natürliche Schutz gegen Wind- und Wassererosion.
Bei der Planung nicht vergessen!

produziert von: Lindner Suisse GmbH | Bleikenstrasse 98 | CH-9630 Wattwil
Phone +41 (0) 71 987 61 51 | Fax +41 (0) 71 987 61 59 | holzwolle@lindner.ch | www.lindner.ch

Geschieberückhalt in Wildbächen: Wo biologische Massnahmen an ihre Grenzen stossen

Annina Sorg (IMPULS AG Wald Landschaft Naturgefahren)

Zusammenfassung

In Wildbächen im alpinen Raum kommt es immer wieder zu Hochwasserereignissen mit grossem Geschiebeanteil. Für den Sund- und Biregraben in der Gemeinde Beatenberg wurde geprüft, ob sich der Geschiebeeintrag ins Gerinne durch ingenieurbio-logische Massnahmen (Aufforstungen, Deck- und Stabilbauweisen) – in Ergänzung zu den geplanten technischen Massnahmen auf dem Bachkegel – reduzieren lässt. Es sind jedoch keine wirksamen, langfristig beständigen ingenieurbio-logische Massnahmen mit einem günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis möglich. Die Gründe dafür sind vielfältig: Die streckenweise instabile Gerinnesohle, tiefgründige Rutschungen sowie ständiger Steinschlag, welcher den Anwuchserfolg erschwert, sind die wichtigsten davon.

Keywords

Geschiebe, Sohlenstabilität, Hangstabilität, Oberflächenstabilität, ingenieurbio-logische Massnahmen

Rétention de matériaux charriés dans les torrents : limites des mesures biologiques

Résumé

Dans les environnements alpins, lors d'événements de crue dans les torrents, il y a toujours une grande part de matériel charrié. Pour le Sundgraben et le Biregraben dans la commune de Beatenberg, on a examiné si l'apport en charriage dans le lit de cours d'eau pouvait être réduit par des mesures de génie biologique (reboisement, protection de couverture et construction de stabilisation) comme compléments aux mesures techniques prévues sur le cône

de déjection. A long terme, aucune mesure de génie biologique efficace en continu avec un rapport coût/efficacité bon marché n'existe. Il y a diverses raisons à cela, les plus importantes sont les suivantes: le fond du lit instable sur certains tronçons, les glissements profonds ainsi que les chutes de pierre permanentes qui entravent la croissance des plantes.

Mots-clés

Charriage, stabilité du lit, stabilité des talus, stabilité de la couche superficielle, mesures de génie biologique

Ritenuta di materiale di fondo in torrenti di montagna: Dove l'ingegneria naturalistica raggiunge i suoi limiti

Riassunto

Nei torrenti alpini ci sono regolarmente piene con un grande volume di sedimenti e materiale di fondo. Per il Sundgraben e il Biregraben a Beatenberg è stata esaminata la possibilità di ridurre

l'apporto di materiale solido di fondo tramite misure di ingegneria naturalistica (imboscimento, stabilizzazioni naturali), in aggiunta a misure costruttive nella zona di erosione. Tuttavia, non esistono misure durature con una buona efficacia in termini di costi. I principali motivi sono un alveo a tratti instabile, scivolamenti profondi, e una continua caduta di massi che rende più difficile il successo dell'attecchimento.

Parole chiave

Materiale solido di fondo, stabilità dell'alveo, stabiliti di pendii, stabilità superficiale, tecniche di ingegneria naturalistica

1. Ausgangslage

«Im Jahre 1856 nahmen die furchtbaren Erosionen auf dem Beatenberg ihren Anfang. Eine Wassergrosse von unermesslichem Ausmass frass sich tief ins Gelände ein und brachte die Hänge zum Abrutschen.» Dies schrieb der damalige Obergeringieur des Kreises Thun vor gut 70 Jahren (Bureau Obergeringieur des I. Kreises, 1942). Seither wurden der Sund- und Biregraben mit gegen 60 Wildbachsperrern verbaut (Abb. 1). Trotzdem kommt es immer wieder zu Hochwas-



Abbildung 1: Das Geschiebepotential in der Waldegg wird auf ungefähr 100 000 m³ geschätzt.
Figure 1 : Le potentiel de charriage du Waldegg est estimé à environ 100 000 m³.

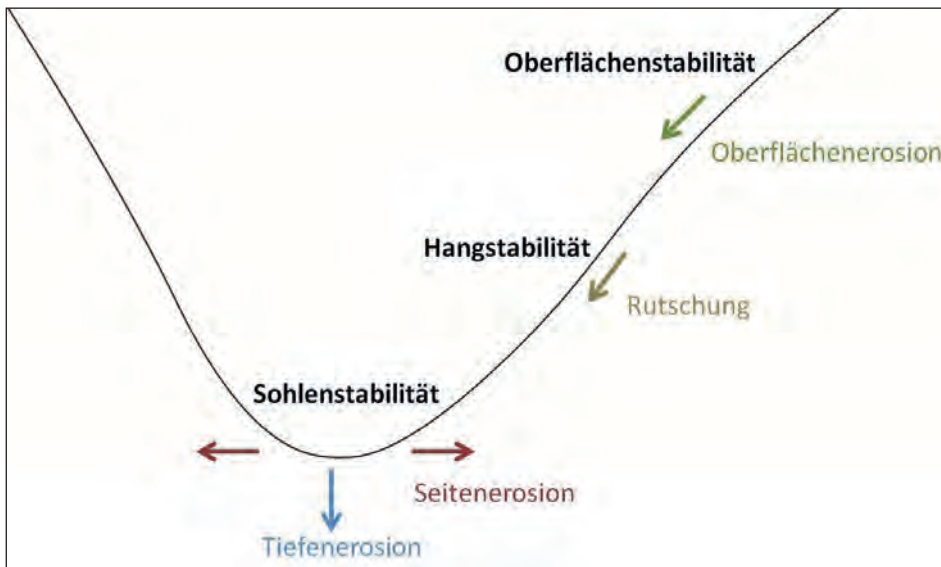


Abbildung 2: Die Beurteilung von Gerinne-, Hang- und Oberflächenstabilität im Sundgraben basiert auf dem «Bottom-up-Ansatz».

Figure 2 : L'évaluation de la stabilité du lit, des talus et de la couche superficielle des surfaces dans le Sundgraben se base sur une approche « bottom-up ».

serereignissen mit hohem Geschiebean- teil – zuletzt im Januar 2012, als nach längeren Regenfällen rund 40000 m³ Moränenmaterial abgerutscht ist, sich im Sundgraben zu einem Murgang entwickelt hat und teilweise erst im Thunersee abgelagert wurde. So ist denn auch praktisch der gesamte Schwemmkegel von Sundlauenen einer erheblichen Gefährdung durch Wassergefahren ausgesetzt (Impuls AG und Geo7 AG, 2008).

2. Projektidee

Im Anschluss an die Erarbeitung der Gefahrenkarte wurden verschiedene Hochwasserschutzmassnahmen im Kegelbereich und im Gerinne des Sundgrabens evaluiert, um die Gefährdung in Sundlauenen zu reduzieren (Mätzner & Wyss AG und NDR Consulting GmbH, 2010). Dabei kam die Frage auf, ob sich ein Teil des Geschiebes durch ergänzende ingenieurbio- logische Massnahmen im Einzugsgebiet zurückhalten liesse. Insbesondere interessierten die folgenden Fragen:

- Welches sind die bedeutenden Geschiebeherde im Sund- und Biregraben? Wie ist ihr Zustand und wie werden sie sich weiterentwickeln?
- Gibt es geeignete Hangsicherungs- und Aufforstungsmassnahmen, um die mobilisierbare Geschiebemenge und den effektiven Geschiebeeintrag in den Sund- und Biregraben zu reduzieren?

- Wie sieht das Kosten-Nutzen-Verhältnis aus?

Der vorliegende Artikel stellt drei Geschiebeherde im Sundgraben vor, welche sich durch ihre Disposition, Entwicklung und ihren Zustand markant unterscheiden. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Handlungsoptionen, um den Geschiebeeintrag zu reduzieren.

3. Bottom-up-Ansatz

Im Sund- und Biregraben laufen zahlreiche Prozesse ab:

- Im Gerinne findet Seiten- und Tiefenerosion statt;
- in den Gerinneabhängungen treten grossflächige, flach- bis tiefgründige Rutschungen sowie Sackungen auf;
- ausserdem kommt es zu oberflächlicher Erosion und zu Steinschlag.

Die Massnahmenplanung zur Geschiebereduktion muss all diese Prozesse berücksichtigen. Dabei bildet die Stabilität der Gerinnesohle die Voraussetzung für eine erfolgreiche Stabilisierung der Hänge und Oberflächen mit technischen und biologischen Massnahmen (Abb. 2). Dieser Grundsatz, den wir hier «Bottom-up-Ansatz» nennen, ist für die nachfolgenden Ausführungen zentral.

Sohlenstabilität

Für die Geschiebemobilisierbarkeit entscheidend sind Zustand und Entwick-

lung der Gerinnesohle. Diese wird im Sund- und Biregraben nur streckenweise durch Sperren oder grosse Blöcke stabilisiert. Über weite Strecken findet hingegen Tiefen- und Seitenerosion statt. Hier muss zuerst die Sohle stabilisiert werden, bevor Massnahmen zur Hang- und Oberflächenstabilisierung möglich sind.

Hangstabilität

Die sich spontan begründenden Teilflächen im Sund- und Biregraben sind durchwegs flacher als 35°, was hier ungefähr dem Grenzwert für einen stabilen Böschungswinkel entspricht. In diesem Bereich dürften sich die Gerinneabhängungen für biologische Massnahmen ohne zusätzliche technische Massnahmen eignen. Sollen steilere Hänge bestockt werden, muss zuerst die Hangneigung mit einem Hartverbau reduziert werden (z. B. mit Drahtsteinkörben oder Holzkästen).

Oberflächenstabilität

Sind die Sohle und der Hang grundsätzlich stabil, kann die Oberflächenstabilisierung durch Bestockung und/oder Begrünung einen wichtigen Beitrag zur Geschiebereduktion leisten.

4. Geschiebeherd Waldegg

Im Gebiet Waldegg (Kote 1070–1120) steht die durch den Gletscher der Uraare abgelagerte Moräne an. Die offene Fläche birgt ein Geschiebepotential von ca. 100000 m³, wobei das Material hauptsächlich kontinuierlich, aber auch einmal in grösseren Mengen (einige 1000 bis 10000 m³) ins Gerinne gelangen und zu einer kurzfristigen Verklausung mit anschliessendem Murgang führen kann.

Sohlenstabilität

Die Gerinnesohle ist im nördlichen Teil des Geschiebeherdes Waldegg in den 1980er Jahren durch Sperren stabilisiert worden. Trotzdem können Böschungen im Ereignisfall unterschritten werden, was in der Folge zu Nachrutschungen führt.

In der südlichen Teilfläche ist die Sohle nicht durch Sperren stabilisiert worden, weshalb sich das Gerinne hier weiter

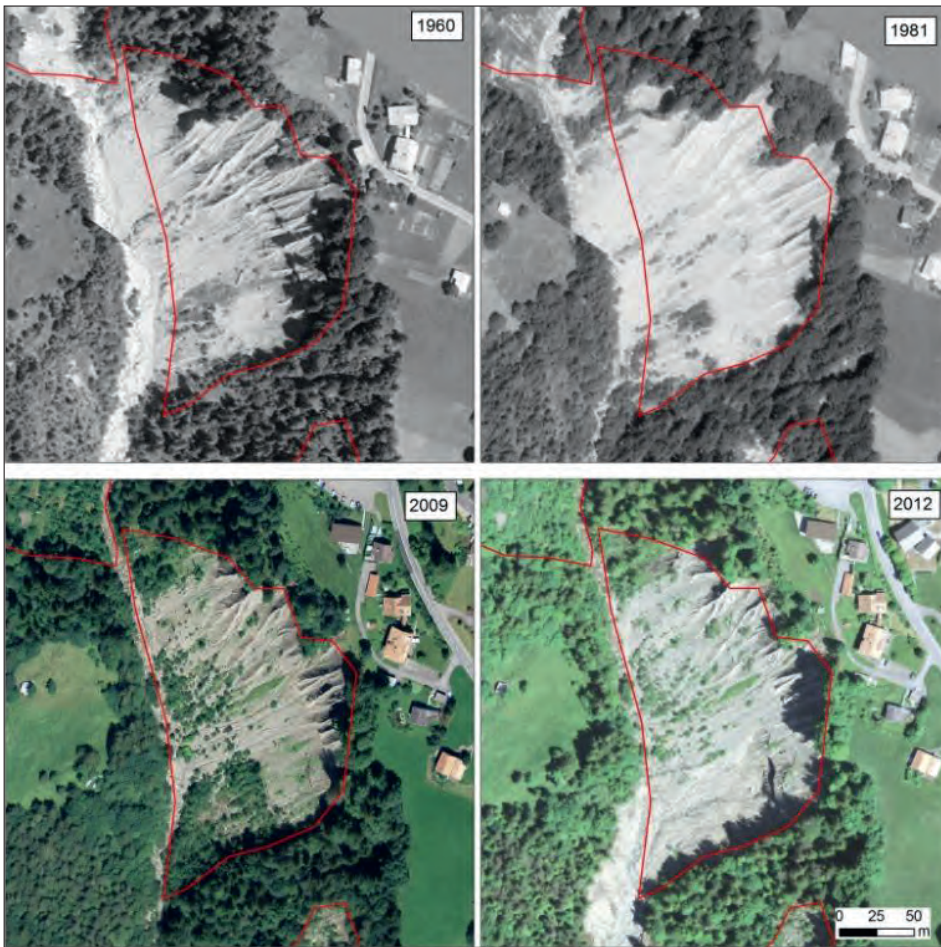


Abbildung 3: Die Entwicklung der Rutschung Waldegg lässt sich gut anhand der Luftbilder (schwarz-weiß, nicht entzerrt) und Orthophotos (in Farbe) rekonstruieren (Copyright Swisstopo).
 Figure 3 : Le développement du glissement de Waldegg peut être aisément reconstitué à l'aide des images aériennes (noir et blanc, non corrigé) et des orthophotos (en couleur) (copyright Swisstopo).

eintieft und das am Hangfuss abgelagerte Lockermaterial im Laufe der Zeit über Seitenerosion mobilisiert wird. Hier kam es am 2. Januar 2012 zu einer grossflächigen Rutschung mit einer Anrissmächtigkeit von durchschnittlich 10 Metern (Geo7 AG, 2012). Auffällig ist, dass sich die Rutschung auf dem vollständig bestockten Abschnitt unmittelbar unterhalb der letzten Sperre ereignet hat (Abb. 1 und 3).

Hangstabilität

Aus der offenen Moränenschutthalde gelangt viel Material über Erosion ins Gerinne. Wasseraustritte deuten auf mögliche Hangwasserdrücke und Rutschhorizonte hin. Die Hangstabilität hat durch die Rutschung von 2012 in der südlichen Teilfläche noch abgenommen: Da der Hangfuss teilweise weggerutscht ist, hat sich die Moräne versteilt und die Wahrscheinlichkeit für eine Rutschung hat zugenommen. Nachrutschungen

in den übersteilen Hangpartien führen dazu, dass die Hangkante weiter zurückwandert, bis sich der natürliche Böschungswinkel eingestellt hat.

Oberflächenstabilität

Der untere Bereich des Geschiebeherdes Waldegg ist in den letzten Jahrzehnten sukzessive vom Bach her mit Grauerlen, Weiden und Sommerflieder eingewachsen, während sich in den höher gelegenen, steileren Passagen nie Vegetation etablieren konnte. Eine flächige Bestockung stellt sich aufgrund der hohen Steinschlag- und Rutschaktivität jedoch nicht ein. Die südliche Teilfläche präsentiert sich seit der Rutschung 2012 wieder vollständig unbestockt.

Mögliche Massnahmen

In der aktuellen Situation wäre eine technische Hangstabilisierung nur in der nördlichen Teilfläche mit bestehendem Sperrenverbau denkbar; in der

südlichen Teilfläche müsste zuerst die Gerinnesohle stabilisiert werden. Anschliessend könnte die oberflächliche und flachgründige Geschiebelieferung reduziert werden, indem der Hang mit Drahtsteinkörben oder Holzkästen vom Gerinne bis zur Hangkante verbaut und anschliessend begrünt würde. Als Minimalvariante zur Reduktion des ständigen Geschiebeeintrages könnten in den tief gelegenen, flacheren Hangpartien Grauerlen gepflanzt werden. Damit könnte die natürliche Begrünung beschleunigt und ein flächiges Aufkommen des Sommerflieders möglicherweise eingeschränkt werden.

Fazit

Mit verhältnismässigem Aufwand lässt sich das grosse mobilisierbare Geschiebepotential in der Waldegg nicht reduzieren. Biologische Massnahmen könnten zwar oberflächlich etwas Geschiebe am Hangfuss zurückhalten, mittel- und tiefgründige Rutschungen könnten allerdings weiterhin auftreten. Ausserdem würde die kontinuierliche Geschiebelieferung aus den steilen Gebieten unterhalb der Hangkante den Anwuchs stark erschweren. In Kombination mit einem technischen Hangverbau wären die Erfolgchancen für biologische Massnahmen besser, allerdings stiegen damit die Kosten massiv. Mittel- und tiefgründige Rutschungen könnten damit ebenfalls nicht verhindert werden, wodurch im Ereignisfall die Gefahr bestehen würde, dass grosse Teile der Massnahmen wieder zerstört würden.

5. Geschiebeherd Rohrflue

Die Schutthalde unterhalb der Rohrflue (Kote 860–960; Abb. 4) wird laufend durch die Kalkfelswand gespiesen. Das Geschiebepotential beträgt hier mehrere 1000 m³, wobei das Material kontinuierlich an den Hangfuss gelangt.

Sohlenstabilität

Im Bereich der Rohrflue finden sich über weite Strecken grosse Blöcke in der Gerinnesohle, weshalb Tiefenerosion hier nur bei sehr grossen Ereignissen stattfindet. Seitenerosion ist hingegen schon bei häufigeren Ereignissen möglich. So hat der Murgang 2012 zu einer Ver-



Abbildung 4: Die durch die Rohrflue gespiesene Schutthalde liefert laufend Geschiebe ins Gerinne des Sundgrabens.

Figure 4: L'éboulis alimenté par la Rohrflue livre continuellement des matériaux charriés dans le lit du Sundgraben.

breiterung des Gerinnes geführt und Geschiebe vom Hangfuss mobilisiert.

Hangstabilität

Die Schutthalde wird durch Steinschlag aus der Rohrflue gespiesen und ist dauernd in Bewegung. Mehrheitlich liegt die Neigung zwischen 30 und 35°.

Oberflächenstabilität

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat sich die Schutthalde vom unteren Hangfuss

her lückig bestockt. 2012 hat der Murgang die gerinnenahe Bestockung jedoch wieder weggerissen. Der obere Hangbereich besteht aus durchlässigem Hangschutt und ist durch Steinschlag aus der Rohrflue stark betroffen, was zusammen mit der Trockenheit das Aufkommen von Gehölzen nahezu verhindert. Es kommt hauptsächlich Sommerflieder auf, welcher die Oberfläche zwar etwas stabilisiert, gleichzeitig aber das



Abbildung 5: Die Rutschung Schwendi drückt das Gerinne des Sundgrabens an den links anstehenden Fels.

Figure 5 : Le glissement de Schwendi sollicite le lit du Sundgraben sur la gauche des falaises présentes.

Aufkommen von einheimischen Baum- und Straucharten behindert.

Mögliche Massnahmen

Hangstabilisierungsmassnahmen sind hier nicht nötig, da die Schutthalde an sich einen stabilen Böschungswinkel aufweist. Zur Oberflächenstabilisierung und zur Lenkung der Artenzusammensetzung bzw. zur Verlangsamung der Ausbreitung des Sommerflieders wären Pflanzmassnahmen denkbar.

Fazit

Pflanzungen könnten zwar kurzfristig etwas Geschiebe im Hang zurückhalten, der Pflanzenerfolg ist wegen der Trockenheit und der hohen Steinschlagaktivität jedoch fraglich. Zudem ist der Aspekt der Arbeitssicherheit unmittelbar unterhalb der Felswand bedeutend.

6. Geschiebeherd Schwendi

Der Geschiebeherd Schwendi (Kote 690–720; Abb. 5) befindet sich in einer sehr aktiven, mittel- bis tiefgründigen Rutschung (Impuls AG und Geo7 AG, 2008). Beim Substrat handelt es sich wie in der Rohrflue um Sedimentgestein. Das Geschiebepotential beträgt hier einige 10000 m³, wobei das Material hauptsächlich kontinuierlich, aber auch einmal in grösseren Mengen (mehrere 1000 m³) ins Gerinne gelangt.

Sohlenstabilität

Das Gerinne wird durch die Rutschung aus nordwestlicher Richtung auf die orografisch linke Seite gedrängt, wo Fels ansteht. Das Lockermaterial im Gerinne wird bereits bei häufigen Ereignissen mobilisiert.

Hangstabilität

Grobblockiges Material gelangt laufend über Runsen und flächenhaft an den Hangfuss. Bei Starkniederschlägen und/oder bei Ereignissen im Gerinne, die zu einer Böschungserosion führen, können auch grössere Rutschpakete abgleiten.

Oberflächenstabilität

Der Geschiebeherd Schwendi war 1960 nur mit einzelnen Gehölzen bewachsen, welche sich seither von der

Böschungskante her auf flacheren Gebieten in der ganzen Schutthalde ausbreiteten. An diesen Stellen hat sich die Oberfläche stabilisiert und hat sich eine dünne Humusschicht ausbilden können. Die steileren Runsen und blockigen Flächen hingegen blieben unbestockt.

Mögliche Massnahmen

In der südlichen Teilfläche sind wegen des anstehenden Felsens bzw. der dichten Bestockung keine hangstabilisierenden Massnahmen nötig. In der nördlichen Teilfläche könnten hingegen hangstabilisierende Massnahmen (Drahtsteinkörbe oder Holzkasten, Begrünung/Bestockung) den ständigen oberflächlichen Eintrag von Lockergestein ins Gerinne reduzieren. Voraussetzung dafür wäre jedoch ein Längsverbau des Gerinnes, um den Hangfuss zu stabilisieren.

Fazit

Da das Material grösstenteils durch die mittel- bis tiefgründige Rutschung ins Gerinne gelangt, scheinen Massnahmen zur Gerinne- und Hangstabilisierung weder dauerhaft noch verhältnismässig. Biologische Massnahmen alleine sind ebenfalls nicht zielführend, da sich die flacheren Gebiete bereits von alleine bestocken und in den steileren Runsen die kontinuierliche Hangbewegung den Anwuchs verunmöglicht.

7. Schlussfolgerungen

Das Pflanzen von Gehölzen zur Geschiebereduktion wäre im Sundgraben einzig unter folgenden Voraussetzungen erfolgversprechend:

- stabile Gerinnesohle (anstehender Fels, grosse Blöcke oder Sperren);
- Hangneigung unter 35°;

- Rutschung weniger als 2 m tief;
- und keine dauernde Störung von oben (Steinschlag, Rutschung).

Wo diese Voraussetzungen erfüllt sind, hat sich jedoch zumeist bereits eine Bestockung etabliert und der Hang hat sich weitgehend stabilisiert.

Wo die Gerinnesohle bisher nicht durch einen Sperrenverbau gesichert worden ist, sind wegen der anhaltenden Tiefen- und Seitenerosion Massnahmen in den Seitenhängen nicht sinnvoll. Wie die Beispiele Waldegg und Schwendi zeigen, müsste hier zuerst die Sohle stabilisiert werden. Anschliessend wären massive Verbaumassnahmen zur Reduktion der Hangneigung und biologische Massnahmen zur Oberflächenstabilisierung nötig. Der ständige Geschiebeeintrag ins Gerinne könnte so ein Stück weit reduziert werden. Mittel- bis tiefgründige Rutschungen wie in der Waldegg und Schwendi liessen sich jedoch nicht verhindern, wodurch im Ereignisfall trotzdem erhebliche Geschiebemengen ins Gerinne gelangen könnten.

In der Rohrflue wären die Voraussetzungen für biologische Massnahmen bis auf den ständigen Eintrag von Material aus der Felswand erfüllt. Dieser verhindert hier den Anwuchsenerfolg – sei es von natürlich aufwachsenden oder künstlich eingebrachten Gehölzen. Ausserdem könnte die Arbeitssicherheit wegen hoher Steinschlaggefahr kaum gewährleistet werden.

Aus diesen Gründen konnten entlang des Sundgrabens keine langfristig wirkenden und vom Kosten-Nutzen Verhältnis her vertretbare ingenieurbio-logische Massnahmen ermittelt und zur Ausführung empfohlen werden.

Quellenverzeichnis

BUREAU OBERINGENIEUR DES I. KREISES (1942): Vorbericht zum Projekt VII. Thun, 15. Juli 1942. In: MÄTZENER & WYSS BAUINGENIEURE AG und NDR CONSULTING GMBH (2010).

IMPULS AG und GEO7 AG (2008): Gefahrenkarte für die Gemeinde Beatenberg inkl. technischer Bericht, 51 S.

MÄTZENER & WYSS BAUINGENIEURE AG und NDR CONSULTING GMBH (2010): Projekt 2008, Hochwasserschutz Sundlauenen. Sund- und Biregraben / Fitzliggraben. Vorstudie/Vorprojekt. Technischer Bericht, 51 S.

GEO7 AG (2012): Unwetterdokumentation Sundgraben, Gemeinde Beatenberg.

SWISSTOPO (1998–2012): Digitale Orthofotos SWISSIMAGE 1998, 2004, 2009, 2012.

SWISSTOPO (1960 und 1981): Digitale Luftbilder Sundlauenen BE. Flugdaten 14.07.1960 und 29.07.1981.

Kontaktadresse

Annina Sorg
 IMPULS AG Wald Landschaft
 Naturgefahren
 Seestrasse 2
 CH-3600 Thun
 annina.sorg@impulsthun.ch

Revitalisierte Gewässer – Pluspunkte für naturnahe Kulturlandschaften

Bruno Vanoni, Informationsbeauftragter, Fonds Landschaft Schweiz FLS

Zusammenfassung

Seit mehr als zwei Jahrzehnten leistet der Fonds Landschaft Schweiz (FLS) immer wieder finanzielle Beiträge an Projekte zur Revitalisierung von Gewässern. Ausgehend von seinem gesetzlichen Auftrag zur Förderung naturnaher Kulturlandschaften unterstützt er die Bemühungen zur Erhaltung von Fließgewässern, die landschaftsprägenden traditionellen Bewirtschaftungsformen und dadurch der Erhaltung dieser Landschaften dienen: Suonen und Wässermatten gehören sozusagen zum klassischen Tätigkeitsfeld des FLS, der 1991 vom Parlament zur 700-Jahr-Feier der Eidgenossenschaft gegründet worden ist.

Als verwaltungsunabhängiges Förderinstrument des Bundes hat der FLS aber auch zahlreiche Revitalisierungsprojekte an Bächen und Flussläufen gefördert. Die beschränkten finanziellen Mittel und die neuen Möglichkeiten des Gewässerschutzgesetzes verstärken die Tendenz, mit FLS-Beiträgen im Rahmen von grösseren Projekten gezielt Mehrwert zu erzielen und die Priorität auf kleinere Gewässer zu legen. Insbesondere in den Kantonen Luzern und Baselland hat der FLS in letzter Zeit das Ausdolen von Wiesenbächen gefördert. Mit relativ kleinem Aufwand lässt sich da grosse Wirkung erzielen. Anlässlich einer Gewässerpriis-Verleihung hat FLS-Präsident Marc F. Suter dargelegt, wie positiv Revitalisierungsprojekte für Mensch, Natur und Landschaft sind.

Keywords

Kulturlandschaft, Revitalisierungen, Förderbeiträge, Kleingewässer, Ausdolungen

Les cours d'eau revitalisés – un atout pour les paysages ruraux traditionnels proches de l'état naturel

Résumé

Voici plus de deux décennies que le Fonds Suisse pour le Paysage (FSP) octroie régulièrement des contributions financières à des projets de revitalisation de cours d'eau. Conformément à son mandat légal de promotion des paysages ruraux traditionnels proches de l'état naturel, il soutient les efforts de remise à ciel ouvert de cours d'eau, s'engage pour la défense de formes d'exploitation agricoles traditionnelles formatrices de ces paysages et favorise de cette manière indirectement aussi la sauvegarde des paysages eux-mêmes. Les bisses et les prairies inondables figurent pour ainsi dire en permanence dans le champ d'activité classique du FSP, qui fut créé en 1991 par le Parlement à l'occasion du 700^e anniversaire de la Confédération.

En tant qu'instrument d'encouragement de la Confédération indépendant de l'administration fédérale, le FSP a participé à de nombreux projets de revitalisation de ruisseaux et de rivières. Les moyens financiers restreints et les nouvelles possibilités qu'offre la loi sur la protection des eaux renforcent la tendance à rechercher systématiquement, à l'aide des contributions du FSP, une plus-value dans le cadre de projets importants, et pour ce faire, de viser en priorité les petits cours d'eau. Dans les cantons de Lucerne et de Bâle-Campagne en particulier, le FSP a contribué ces derniers temps à la remise à ciel ouvert de ruisseaux de prairies. Ce qui permet d'obtenir des effets importants à relativement peu de frais. Lors d'une cérémonie de remise d'un Prix des cours d'eau, Marc F. Suter, président du FSP,

a expliqué à quel point les projets de revitalisation sont positifs pour les êtres humains, la nature et le paysage. (Traduction : Sophie Clerc, Berne)

Mots-clés

Paysage rural traditionnel, revitalisations, contributions d'encouragement, petits cours d'eau, remise à ciel ouvert

Corsi d'acqua rinaturati: un valore aggiunto per i paesaggi rurali tradizionali

Riassunto

Da oltre due decenni, il Fondo Svizzero per il Paesaggio FSP devolve regolarmente contributi finanziari in favore di progetti finalizzati alla rinaturazione dei corsi d'acqua. In base al suo mandato di legge – che consiste nella promozione dei paesaggi rurali tradizionali – il Fondo appoggia gli sforzi che vengono intrapresi per la conservazione dei corsi d'acqua: utili per le forme di gestione tradizionali che forgiavano l'aspetto dei paesaggi, i corsi d'acqua contribuiscono infatti a preservare tali paesaggi. Le antiche condotte d'acqua vallesane (chiamate in francese «bisses» e in tedesco «Suonen») e i prati irrigui rientrano per così dire nel campo d'attività classico curato dal FSP, ente fondato nel 1991 dal Parlamento in occasione dei festeggiamenti per il Settecentesimo della Confederazione svizzera.

In qualità di strumento di promozione indipendente dall'amministrazione pubblica, il FSP ha però incentivato anche numerosi progetti di rinaturazione di torrenti e fiumi. Tuttavia, a fronte dei mezzi finanziari limitati a sua disposizione e delle nuove possibilità offerte dalla Legge federale sulla protezione delle

acque si sta delineando la tendenza a usare i contributi del FSP in maniera mirata per ottenere un valore aggiunto nel quadro di progetti più ampi, e ad attribuire la priorità ai corsi d'acqua più piccoli. In particolare nei Cantoni di Lucerna e Basilea Campagna, il FSP ha promosso di recente gli interventi per liberare alcuni torrenti campestri dalle tubazioni artificiali di cemento: con costi relativamente contenuti, si possono ottenere grandi risultati. In occasione della consegna di un premio per i corsi d'acqua, il presidente del FSP Marc F. Suter ha illustrato che i progetti di rinaturazione hanno effetti positivi sull'uomo, la natura e il paesaggio.

Parole chiave

Paesaggio rurale tradizionale, rinaturazioni, contributi di promozione, piccoli corsi d'acqua, interventi per liberare da condotte artificiali i corsi d'acqua

1. Einleitung: Der Fonds Landschaft Schweiz (FLS)

«Sanfte Renaturierung am Limmatspitz», «Der Silbergiessen fliesst wieder», «Neues Leben am Rombach ...»: Unter solchen Titeln hat die Zeitschrift «Ingenieurbiologie» in den letzten Jahren häufig

über die Revitalisierung von Gewässern berichtet. Die Liste der publizierten Beiträge, die detailliert die konkret durchgeführten Arbeiten erläuterten, lässt sich fortsetzen: «La revitalisation de la rose-lière de la Pointe-à-la-Bise», «Die Ausdölung von Stadtbächen in Zürich – eine Erfolgsgeschichte», «Die Wässermatten des Oberaargaus», «Seeufergestaltung Staad» ... Bei aller Vielfalt der beschriebenen Gewässer haben die erwähnten Revitalisierungen etwas gemeinsam: Stets hat der Fonds Landschaft Schweiz (FLS) zur Finanzierung beigetragen: mit grösseren oder kleineren Beiträgen, mal lobend erwähnt, selten prominent präsent, oft unerkannt im Hintergrund wirkend.

Angesichts dieses langjährigen und vielseitigen Engagements für naturnahe Gewässer scheint es angebracht, das zur 700-Jahr-Feier der Eidgenossenschaft geschaffene verwaltungsunabhängige Förderinstrument des Bundes einmal in den Vordergrund zu rücken. National- und Ständerat haben den Fonds Landschaft Schweiz (FLS) im Jubiläumsjahr 1991 gegründet, um «etwas von bleibendem Wert zu schaffen». Der Fonds, der Finanzhilfen für die Erhaltung, Erneuerung, Aufwertung und Wiederherstellung naturnaher Kulturlandschaften



Foto 2: Mit Natursteinen eingefasster Wasserlauf, der in Holzkännel übergeht: neu gebauter Teil der Bisse des Ravines in Bruson VS.
Photo no 2 : Cours d'eau revêtu à cet endroit de grosses pierres naturelles et prolongé par une conduite en bois : tronçon du bisse des Ravines rénové de Bruson VS.

ausrichtet, wurde vorerst für zehn Jahre eingerichtet und mit 50 Millionen Franken dotiert.

Mittlerweile hat das eidgenössische Parlament die Rechtsgrundlagen – gegen den ausschliesslich sparpolitisch motivierten Willen des Bundesrates – zweimal um jeweils zehn Jahre verlängert und für jedes neue FLS-Jahrzehnt weitere 50 Millionen Franken bereitgestellt. Im vergangenen Jahr hat die vom Bundesrat gewählte FLS-Kommission unter dem Vorsitz des früheren Berner Nationalrats Marc F. Suter auf Gesuch hin 114 Beiträge an lokale oder regionale Projekte gesprochen und dafür insgesamt 5,8 Millionen Franken zugesichert. Insgesamt hat der FLS seit 1991 mehr als 2100 Projekte unterstützt und 132 Millionen Franken vergeben. Mit den gewährten Anschub- oder Restfinanzierungen, die in aller Regel immer nur einen Teil der gesamten Projektkosten decken, konnten Investitionen in naturnahe Kulturlandschaften in der Grössenordnung von einer halben Milliarde Franken mitausgelöst werden.



Foto 1: Zeuge einer alten Bewirtschaftungsform mit Kleingewässern: Wässermatte in Altbüron LU.
Photo no 1 : Rappel d'une forme d'exploitation ancestrale : prairie inondable avec petit cours d'eau à Altbüron LU.

Finanzielle Beiträge des FLS sind gemäss seinen Rechtsgrundlagen von



Foto 3: Einmündung des kanalisierten Beverin in den Inn bei Bever GR: bei Beginn der Bauarbeiten im Sommer 2012 ...
 Photo no 3 : Embouchure du Beverin (canalisé) dans l'Inn près de Bever GR. Début des travaux en été 2013 ...



Foto 4: ... und ein Jahr nach Abschluss der Revitalisierung der Inn-Auen: Beverin und Inn haben wieder mehr Raum für die natürliche Dynamik.
 Photo no 4 : ... et une année après l'achèvement de la revitalisation des rives alluviales de l'Inn. Le Beverin et l'Inn ont retrouvé l'espace qui leur permettra de développer une dynamique naturelle.



Foto 5: Der Inn bei Bever GR: während der Beseitigung des linksufrigen Damms ...
 Photo no 5 : L'Inn près de Bever GR : pendant les travaux d'élimination de la digue de la rive gauche ...



Foto 6: ... und ein Jahr danach: Der zufließende Beverin (unten) und der Inn können ihren Raum wieder gestalten und die Inn-Auen (links) wieder überfluten.
 Photo no 6 : ... puis au bout d'une année : l'affluent Beverin (en bas) et l'Inn peuvent à nouveau aménager leur espace et inonder les zones alluviales de l'Inn (à gauche).

Anfang an auch vorgesehen gewesen, um traditionelle und standortgerechte Nutzungs- und Bewirtschaftungsformen zu sichern und zu fördern. Naturnahe Kulturlandschaften sollten also nicht museal erhalten werden, sondern dank jenen menschlichen Tätigkeiten lebendig weiterbestehen, die ihre Besonderheiten während Jahrhunderten geprägt haben. Es erstaunt deshalb nicht, dass der FLS seit jeher Projekte fördert, die sich um Fließgewässer und ihre Nutzung für landwirtschaftliche Zwecke drehen. Konkret unterstützt er die Erneuerung

der traditionellen Bewässerungskanäle im Wallis (Suonen, Bisses) und die Bemühungen, die alte Bewirtschaftungsform der Wässermatten weiterzupflegen.

2. Von Wässermatten, Suonen und Giessen

Wässermatten und Suonen gehören also gewissermassen zu den klassischen Tätigkeitsfeldern des FLS. Im Oberaargau und im Luzerner Rottal sowie punktuell auch im Baselbieter Tafeljura hat der FLS etwa 1,3 Millionen Franken eingesetzt,

damit das Bewässern und Düngen der Wässermatten weitergeführt werden können und die Bauern dafür auch eine (wenn auch bescheidene) finanzielle Abgeltung erhalten. Insbesondere trug der FLS finanziell zur Gründung der Wässermatten-Stiftung in Langenthal BE bei. Sie sorgt nun für das einzigartige kulturlandschaftliche Erbe, das im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) einer ganzen Region den Namen gegeben hat. Das BLN-Gebiet Nr. 1312 trägt nämlich den Titel «Wäs-



Foto 7: Das Landschaftsbild im Gebiet Dutecholbe in der Gemeinde Eich LU vor der Ausdolung des Dorfbachs ...
 Photo no 7 : Le paysage du lieu-dit Dutecholbe dans la commune d'Eich LU quand le Dorfbach coulait encore sous terre ...



Foto 8: ... und nach Abschluss des Ausdolungsprojekts und der Pflege der Hecke im Hintergrund.
 Photo no 8 : ... puis après sa remise à ciel ouvert et le rétablissement de la haie à l'arrière-plan.

sermatten in den Tälern der Langete, der Rot und der Önz».

Im Wallis hat der FLS bisher rund 50 Projekte zur Erneuerung und Wiederherstellung von Suonen unterstützt und dafür insgesamt 3 Millionen Franken bereitgestellt. Im Unterwallis förderte er beispielsweise Instandstellungsarbeiten an den Suonen von St-Luc, Vercorin, Vex, Tzacrettaz, Saxon (mit 32 km die längste Bisse im Wallis), Trient, Lens, Bruson und Savièse, wo beispielsweise die aufwändige Erhaltung des Torrent Neuf unterstützt wurde. Im Oberwallis war die Suonenlandschaft von Zeneggen ein Schwerpunkt des FLS-Engagements; daneben wurden beispielsweise auch Arbeiten an der Suone «Obärs Wasserleitji» in Gampel und der Wasserleite «Trusera» in Ernen im Landschaftspark Binntal mitfinanziert.

Voraussetzung für eine Unterstützung durch den FLS ist, dass die jeweiligen Suonen weiterhin der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung dienen und eine landschaftsökologische Funktion haben. Reine Unterhaltsarbeiten finanziert der FLS nicht mehr. Für Instandstellungen gibt es nur FLS-Beiträge, wenn die Arbeiten unter fachkundiger Leitung in traditioneller Bauweise ausgeführt werden. Dazu gehört beispielsweise die Erneuerung von Tretschborden (hochgestellte Steinplatten mit Wiesenerde-Büschem zum

Abdichten in den Fugen), Bikkisteinen (auf dem Suonen-Boden als Abdichtung aneinandergefügte Pflastersteine), Trockenmauern und Lerchenkänneln.

So tragen die sanierten Suonen authentisch zum Bild einer naturnahen Kulturlandschaft bei, die gerne touristisch genutzt wird und die auch vorteilhaft ist für die Biodiversität: Im Unterschied zu modernen Beregnungsanlagen führt die traditionelle Bewässerung mittels Suonen zu vielfältigen, kleinräumig gegliederten Lebensräumen mit entsprechender Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten.

Neben Wässermatten und Suonen gilt das Augenmerk des FLS im Gewässerbereich noch einer weiteren regionalen Spezialität: den Giessen. In der Rheinebene bei Sargans SG zum Beispiel waren diese talwärts fliessenden Grundwasseraufstösse vielerorts ausgetrocknet und teilweise auch zugeschüttet – als Folge der Absenkung der Rheinsohle und des damit verbundenen Absinkens des Grundwasserspiegels. Schon kurz nach seiner Gründung hat der FLS die Revitalisierung dieser Kleingewässer zu fördern begonnen, die – gesäumt von Büschen und Bäumen – auch eine Bereicherung fürs Landschaftsbild sind.

Insgesamt hat der FLS der Stiftung Rheinau-Giessen und der Gemeinde Wartau

SG fast eine halbe Million Franken für die Wiederbelebung von Giessen zur Verfügung gestellt. Auch deshalb konnte vor fünfzehn Jahren in dieser Zeitschrift gemeldet werden: «Der Silbergiessen fliesst wieder.» Mittlerweile hat er sich auch zum bedeutenden Laichgebiet für verschiedene Fischarten entwickelt. Die Reaktivierung weiterer Giessen hat sich zuweilen auch aus gewässerbaulicher Sicht als anspruchsvoll erwiesen: So musste in einem Fall die Autobahn, die SBB-Linie und ein Kanal unterquert und dafür gesorgt werden, dass auch Kleintiere und Fische passieren können.

3. Revitalisierung von Bächen und Flussläufen

Neben dem Engagement für Wässermatten, Suonen und Giessen hat der FLS natürlich auch zahlreiche Bäche revitalisieren geholfen und entsprechende Projekte an Flussläufen unterstützt. Grössere fünf- oder gar sechsstelligen Beiträge leistete er beispielsweise für die ökologische Aufwertung und Aufweitung von Bächen in Altdorf UR, Burgdorf BE, Charmoille JU, Cheyres FR und Yvonand VD, Cornol JU, Fregiécourt JU, Geschinen VS, Grenchen SO, Köniz BE, Mendrisio TI, Porrentruy JU und Romont FR. Die lange und gleichwohl unvollständige Liste zeigt, dass der FLS die Bemühungen um naturnahe Gewässer im ganzen Land unterstützt. Dass er dabei auch ganz unterschiedliche

Akzente setzen kann, sei an zwei Beispielen aufgezeigt.

Im entlegenen Val Müstair in der Südost-Ecke der Schweiz haben mehrere FLS-Beiträge den kanalisiertem Rombach wieder in ein naturnahes Bachbett verwandeln geholfen. Ein thematischer Wanderweg seinem Ufer entlang gehört heute zum touristischen Angebot des Regionalen Naturparks und Unesco-Biosphären-Reservats Biosfera Val Müstair.

In der Stadt Zürich unterstützte der FLS schon kurz nach seiner Gründung die Renaturierung von Stadtbächen mit einem selten hohen Beitrag von 730 000 Franken. Diese grosszügige Starthilfe trug mit zu einer anhaltenden Erfolgsgeschichte bei, die vom Verein für Ingenieurbiologie und seinen Partnern mit dem Gewässerpreis 2003 ausgezeichnet wurde: In den letzten 25 Jahren wurden auf Zürcher Stadtgebiet 18 Kilometer verborgene Wasserläufe aus unterirdischen Röhren ans Tageslicht geholt und 3 Kilometer Stadtbäche naturnah gestaltet – als Beitrag auch zu attraktiveren Wohnquartieren.

Zu den jüngsten unterstützten Gewässerprojekten gehört die Aufwertung der Inn-Auen in der Engadiner Gemeinde

Bever GR. Mit dem Projekt, das der FLS in Zusammenarbeit mit der Ernst Göhner Stiftung mitfinanziert hat, wurde ein grosser Beitrag zur Aufwertung eines Auengebiets von nationaler Bedeutung geleistet. Konkret wurde der linksufrige Hochwasser-Damm auf einer Länge von 600 m entfernt, so dass der Inn fortan bei hohem Wasserstand die Auen wieder durchfliessen und natürlich umgestalten kann. Zudem wurde der einmündende Beverin-Bach auf einer Länge von 150 m vom linksufrigen Damm befreit, so dass er zur angestrebten Dynamik im künftig bis zu 100 m breiten Gewässerraum des Inn beitragen kann.

Der Hochwasserschutz blieb gewährleistet, weil zurückversetzt neue Dämme erstellt wurden. Bei ihrem Bau wurde auf das Landschaftsbild Rücksicht genommen und auch den Erkenntnissen Rechnung getragen, die man beim Rückbau der 50 Jahre alten Dämme gewonnen hatte: Die neuen Dämme sollen nämlich wieder geeigneten Lebensraum für die Kreuzottern bieten, die sich im Projektgebiet eingemischt hatten und vor Baubeginn eingefangen, markiert und flussabwärts wieder ausgesetzt werden mussten. Mit den Bemühungen um reptilien- und amphibienfreundliche Lebensräume trägt das Projekt der besonderen

Verantwortung Rechnung, die das Engadin für den Schutz der schweizweit stark bedrohten Kreuzotter hat. Die Revitalisierung der Inn-Auen verbessert auch den Lebensraum für gefährdete Vogel- und Fischarten, so etwa für seltene Watvögel wie den Flussuferläufer und den Flussregenpfeifer sowie für Bachforelle, Elritze und Äsche.

Das Engagement des FLS für die Inn-Auen von Bever reiht sich ein in die grossräumigeren Bemühungen zur Aufwertung der Oberengadiner Flusslandschaft. So hat der FLS auch einen Beitrag zur Renaturierung des Inn unterhalb von Samedan geleistet: ein gezielter Zustupf für die ökologische Komponente des grossen Hochwasserschutz-Projektes der Flaz-Verlegung, die mit dem Gewässerpreis 2005 ausgezeichnet wurde.

Neben mehreren Projekten am Inn hat sich der FLS an grösseren Projekten an anderen Flussläufen beteiligt, so etwa am Limmatspitz und anderen Aufwertungsgebieten an der Aare, an der Reuss im Aargau wie im Urnerland, an der Thur in den Kantonen Zürich und Thurgau, an der Landquart im Bündnerland sowie am Ticino, wo der FLS zusammen mit der Sophie und Karl Binding-Stiftung bei der preisgekrönten Wiederherstellung des natürlichen Deltas im Schutzgebiet der Bolle di Magadino half. Die hohen Kosten solcher Fluss-Projekte und die Verknappung seiner eigenen Finanzmittel haben den FLS jedoch zunehmend zu einer restriktiven Praxis gezwungen: An kostenintensiven Aufwertungsprojekten, wo der FLS mit seinen beschränkten Mitteln kaum zusätzliche Massnahmen auslösen kann, beteiligt er sich nicht mehr. Für rechtlich vorgeschriebene Aufwertungen oder Ersatzmassnahmen gibt es ohnehin keine Beiträge. Der FLS will seine Fördertätigkeit vielmehr auf Projekte konzentrieren, die über den üblichen Standard hinausgehen und für die Natur und Landschaft einen echten «Mehrwert» bringen.

4. Mehr Wiesenbächlein – auch im Gummistiefelland

Die Umsetzung des revidierten Gewässerschutzgesetzes und die dafür bereit-



Foto 9: Ausgedolter Bachlauf im Gebiet Dutecholbe/Eich LU mit einer mit Steinblöcken ausgelegten Furt (Bildmitte) für die Bewirtschaftung der angrenzenden Parzelle.

Photo no 9 : Ruisseau remis à ciel ouvert au lieu-dit Dutecholbe/Eich LU, avec un gué garni de blocs de pierres (centre de la photo) pour l'exploitation de la parcelle adjacente.

gestellten Bundesmillionen dürften die Revitalisierung von Bächen und Flüssen in den nächsten Jahren weiter vorantreiben – und das Engagement des FLS bei vielen Projekten entbehrlicher machen. Er wird sich deshalb künftig wohl noch stärker auf die Bemühungen um kleine und kleinste Wasserläufe konzentrieren. Zwar haben die Kantone gemäss Vollzugshilfe des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) auch «kleinere Gewässer und Seitenbäche» in die strategischen Planungen für die Revitalisierung von Fliessgewässern einzubeziehen, insbesondere auch eingedolte Wasserläufe, Quellen und Quellbäche. Zumal gerade bei solchen kleinen Gewässern «mit geringem Aufwand oft eine grosse Aufwertung erreicht werden» kann.

Bundesbeiträge an Revitalisierungsprojekte wird es ab 2016 generell nur noch geben, wenn in den betreffenden Kantonen ausreichende strategische Planungen vorliegen. Wie stark Kleingewässer darin berücksichtigt sein werden, lässt sich zurzeit noch nicht abschätzen, da die kantonalen Planungen mit Prioritäten für die nächsten zwanzig Jahre erst Ende 2014 beim BAFU deponiert sein müssen. Aufgrund von Erfahrungen aus der Praxis ist davon auszugehen, dass konkrete Revitalisierungsprojekte für kleine Wasserläufe auch künftig kaum von langer Hand geplant, sondern eher aus günstigen Gelegenheiten heraus angepackt und realisiert werden. Somit wird es für Kleingewässer weiterhin erheblichen Finanzbedarf geben – und damit auch guten Grund zur Fortsetzung des Engagements, das der FLS in letzter Zeit für die Ausdolung von Wiesenbächen entwickelt hat.

Im Kanton Luzern zum Beispiel hat der FLS mehrere Beiträge an die Aktion «Wiesenbächlein – klein, aber fein» gewährt, die von Pro Natura Luzern in Zusammenarbeit mit der privaten Arbeitsgemeinschaft Natur und Landschaft durchgeführt wird. In ihrem Rahmen sind – trotz gesicherter Finanzierung – einige ausführungsfähige Ausdolungsprojekte zumindest vorläufig gescheitert, weil die betroffenen Grundeigentümer und Bauern das benötigte Land nicht

oder plötzlich nicht mehr zur Verfügung stellen wollten. Umgekehrt wurden aber auch Projekte auf ausdrücklichen Wunsch von Landwirten angepackt und erfolgreich realisiert.

So ist kürzlich in der Gemeinde Eich LU der eingedolte Abschnitt des Dorfbachs im Gebiet Dutecholbe auf einer Länge von 500 m offengelegt worden. Sein Wasser kann nun wieder auf der ganzen Bachlänge unter freiem Himmel von der bewaldeten Hügelkuppe hinunter in den Sempachersee fliessen. Das knapp 190 000 Franken teure Projekt erforderte vertiefte Abklärungen für den Boden- und Hochwasserschutz, den Beizug spezialisierter Fachleute, verschiedener Amtsstellen und letztlich mehr Zeit als geplant. In seinem Rahmen wurde auch ein 250 Quadratmeter grosser Weiher mit Grundablass geschaffen und eine 600 m lange Hecke gepflegt und verjüngt.

An den Böschungen entlang des neuen Bachbetts wurden Steinlinsen und andere Kleinstrukturen angelegt. Um die Bewirtschaftung des Landes beidseits des ausgedolten Baches ohne grosse Umwege zu ermöglichen, sind eine Brücke gebaut und zwei Furten gestaltet worden: Hier kann der Bach mit landwirtschaftlichen Maschinen durchquert werden. Das Ausdolungsprojekt habe die Bewirtschaftung etwas umständlicher gemacht, sagt denn auch ein involvierter Bauer, aber grundsätzlich findet auch er lobende Worte: «Für die Natur und für mein Auge ist ein frei fliessender Bach natürlich eine erfreuliche Sache!»

Ein Dutzend ähnliche Projekte sind im Baseltier im Rahmen der Kampagne «Gummistiefelland – BL» realisiert worden. Mit ihr hat sich Pro Natura Baselland das Ziel gesetzt, kleine und kleinste Gewässer, die im letzten Jahrhundert zwecks Intensivierung der Landwirtschaft in Röhren gefasst und in den Untergrund verlegt worden sind, wieder ans Tageslicht zu holen – und vor allem auch ins Bewusstsein zurückzubringen: als ökologisch wertvolle Lebensräume und Landschaftselemente. So hat beispielsweise der Natur- und

Vogelschutzverein Rothenfluh-Anwil mit Unterstützung des FLS zwei Entwässerungsröhren auf einer Länge von 120 bzw. 140 m öffnen lassen. Entstanden sind so mit Kosten von 40 000 bzw. 70 000 Franken zwei Wiesenbächlein, die mit ihrer Umgebung geeigneten Lebensraum bieten für Feuersalamander, Ringelnatter und Bergstelze.

Mit einem Gemeindegewinn, einem Leitfaden für die Revitalisierung von Kleingewässern und nicht zuletzt mit gelungenen Projekten hat die Gummistiefelland-Kampagne auch den Weg zu politischen Fortschritten geebnet:

Erst wurde mit der kantonalen Volksinitiative «Bäche ans Licht» eine verbesserte Finanzierung von Ausdolungsprojekten gefordert. Dann beschloss das Baseltier Kantonsparlament im Frühjahr 2014 einen Gegenvorschlag, der Kantonsbeiträge an solche Vorhaben von Gemeinden, privaten Grundeigentümern und Verbänden verspricht. Bisher hatte sich der Kanton Basel-Landschaft nur für Ausdolungen engagiert, wenn ihm das betroffene Land von Grundeigentümer geschenkt worden war – was nur selten vorkam. Neu zahlt der Kanton unabhängig von den Eigentumsverhältnissen bis zu 50 Prozent der Ausdolungskosten. Dank der beispielhaften Gummistiefelland-Kampagne kann der Kanton Baselland nun dem eidgenössischen Gewässerschutzgesetz besser Rechnung tragen.

5. Positiv für Mensch, Natur und Landschaft

In der Tat gebietet das Bundesrecht lokale Ausdolungen, wenn bestehende Drainagen ersetzt werden müssten und eine offene Wasserführung ohne erhebliche Nachteile für die landwirtschaftliche Nutzung möglich ist. Solche Ausdolungen zählen zu den Revitalisierungen, die das revidierte Gewässerschutzgesetz vorschreibt. Das Landwirtschaftsgesetz verspricht finanzielle Anreize für Bauern, die das benötigte Land zur Verfügung stellen und dann für die Pflege von ausgedolten Wiesenbächen und ihrer Umgebung sorgen. Sie können die Uferstreifen extensiv bewirtschaften, als ökologische Flächen anrechnen lassen

und Direktzahlungen beanspruchen, die den Pflegeaufwand, die Ertragsminderung und den Mehrwert für Natur und Landschaft abgelten.

Wie gross und vielfältig dieser Mehrwert von Revitalisierungen sein kann, hat FLS-Präsident Marc F. Suter anlässlich der Gewässerpreis-Verleihung 2009 gewürdigt. Mit solchen Projekten lasse sich dreierlei positive Wirkung erzielen: «Positives für die Lebensqualität der Menschen, die sich an wieder natürlich fließenden Bächen und Flüssen erfreuen und erholen können; Positives für die Erhaltung einer vielfältigen Flora und Fauna, die in befreiten Gewässern und in ihrer Umgebung verbesserte Lebensräume vorfinden – und nicht zuletzt auch Positives für die Qualität des Wassers, das im Flachland das Grundwasser speist und letztlich als Trinkwasser dient.»

In seiner Laudatio für den Berner Renaturierungsfonds hat der FLS-Präsident aber auch die volkswirtschaftlichen Vorteile von Revitalisierungen betont: Weil sie arbeitsintensiv sind, wirken sie sich auch positiv auf die Beschäftigung aus. Bei der Thur-Renaturierung zum Beispiel haben Ausgaben von 1 Million Franken gemäss einem BAFU-Expertenbericht acht Vollzeit-Arbeitsplätze geschaffen und den Output der Volkswirtschaft um 1,4 Millionen Franken erhöht. In vielen Fällen leisten Revitalisierungen einen zentralen Beitrag zum Hochwasserschutz und zur Vermeidung von Überschwemmungsschäden. Sie senken die Unterhaltskosten im Wasserbau. Und nicht zuletzt schaffen sie Mehrwert für den Tourismus.

Doch es sind eben nicht allein und nicht primär solche wirtschaftlichen Überlegungen, die für die Revitalisierung von Fließgewässern sprechen. Wie sagte doch bei einem Augenschein an einem ausgedolten Wiesenbächlein im Baselbiet ein Bauunternehmer, der sich persönlich für solche Aufwertungsprojekte einsetzt: «Wir nehmen mit dem Bauge-schäft viel von der Natur – deshalb bin ich dafür, ihr etwas zurückzugeben.»

Weitere Informationen:

www.fls-fps.ch /
www.facebook.com/FLS-FSP /
Das FLS-Bulletin (ersieht 2–3 Mal jährlich) kann kostenlos abonniert werden.

Kontaktadresse:

Bruno Vanoni,
Informationsbeauftragter Fonds
Landschaft Schweiz (FLS)
Thunstrasse 36
3005 Bern
031 350 11 50
E-Mail: info@fls-fsp.ch

Fotonachweis:

Foto 7: Pius Häfliger, Arbeitsgemeinschaft Natur und Landschaft
Alle andern: Bruno Vanoni, FLS

Photos :

Photo no 7 : Pius Häfliger, Arbeitsgemeinschaft Natur und Landschaft (Communauté de travail Nature et paysage)
Toutes les autres : Bruno Vanoni, Fonds Suisse pour le Paysage (FSP)

IHR
VORTEIL:

SIFOR®

**natürlicher
Erosionsschutz
aus Jute und Kokos**

**Direktimport
aus dem Ursprungsland**





**Kurzfristige Lieferung dank
grossem Lagerbestand!**

**Fragen Sie uns an -
wir beraten Sie gerne!**





Stationsstrasse 43 · 8906 Bonstetten
Tel. +41 44 701 82 82 · Fax +41 44 701 82 99
www.geonatex.ch · reliantz@relianz.ch

Editorial 2

Fachbeiträge

Makro- und Mesostrukturierung in Talflüssen 4

Fliessgewässer im alpinen Raum:
Möglichkeiten und Grenzen der Ingenieurbiologie 11

Ingenieurbiologie im Einzugsgebiet von Wildbächen –
ein Fallbeispiel aus dem Kanton Zug 16

Geschieberückhalt in Wildbächen: Wo biologische Massnahmen
an ihre Grenzen stossen 24

Revitalisierte Gewässer – Pluspunkte für naturnahe Kulturlandschaften 29



**Verein für Ingenieurbiologie
Association pour le génie
biologique**

ZHAW
Zürcher Hochschule für
Angewandte Wissenschaften
Sekretariat, Andrea Grimmer
Grüntal, Postfach 335, CH-8820 Wädenswil
Tel. +41 58 934 55 31



**E
F
I
B**

**Europäische Föderation für Ingenieurbiologie
Federazione Europea per l'Ingegneria Naturalistica
European Federation for Soil Bioengineering
Federation Europeenne pour le Genie Biologique
Federacion Europea de Ingenieria del Paisaje**

Rolf Studer
Direction de l'aménagement, de l'environnement et des
constructions
Protection de la nature et du paysage
Rue des Chanoines 17, Case postale, CH-1701 Fribourg
Tél. +41 (0)26 305 51 87, Fax +41 (0)26 305 36 09
E-mail: studerr@fr.ch

Inserate

Inseratentarif für Mitteilungsblatt / Tarif d'insertion dans le bulletin

Der vorliegende Tarif ist gültig für eine Ausgabennummer.
Le présent tarif comprend l'insertion pour une parution.

1 Seite	Fr. 750.–	2/3 Seite	Fr. 550.–	1/2 Seite	Fr. 400.–
1/3 Seite	Fr. 300.–	1/4 Seite	Fr. 250.–	1/8 Seite	Fr. 150.–
Separate Werbebeilage beim Versand:		1 A4-Seite	Fr. 1000.–		
		jede weitere A4-Seite	Fr. 300.–		

Inseratenannahme: Roland Scheibli, Baudirektion Kanton Zürich, ALN, Abteilung Landwirtschaft, Walcheplatz 2, Postfach, 8090 Zürich, Tel.: +41 43 259 27 64, Fax: +41 43 259 51 48, E-Mail: roland.scheibli@bd.zh.ch

Link auf der Internetseite des Vereins / Liaison internet sur la page web de l'association: Fr. 750.– pro Jahr / par an
Oder bei Inseraten im Mitteilungsblatt im Wert von mindestens Fr. 750.– pro Jahr
Contre publication d'encarts publicitaires dans le journal Génie Biologique pour Fr. 750.– par an au moins

Redaktionsschluss / Délai rédactionnel

Heft: Nr. 3/14	Redaktionsschluss: 15. August 2014	Thema: Hangsanierungen	Erscheint: Oktober 2014	Redaktion: Monika Stampfer
-------------------	---------------------------------------	---------------------------	----------------------------	-------------------------------

Fachbeiträge sind gemäss den redaktionellen Richtlinien zu verfassen und bis zum Redaktionsschluss an Roland Scheibli, Baudirektion Kanton Zürich, ALN, Abteilung Landwirtschaft, Walcheplatz 2, Postfach, 8090 Zürich, Tel.: +41 43 259 27 64, Fax: +41 43 259 51 48, E-Mail: roland.scheibli@bd.zh.ch, einzureichen.