

Fließgewässer - Beurteilung und Bewirtschaftung



Aare Schattenhalb / Meiringen, Entfernung Auflandungen in Flachstrecke unterhalb Aareschlucht. Foto: Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK I, Ricarda Bender.

Inhalt

Kantonale Wasserbaupflicht an der Aare seit 01.01. 2015 - Erarbeitung von Unterhalts- und Pflegekonzepten	3
Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern.....	6
Gewässermanagement im Kanton Uri - Methodische Überlegungen.....	13
Freie Bahn für die Thur - mit unsichtbaren Leitplanken.....	15

Herausgeber / Editeur

FAN Fachleute Naturgefahren Schweiz

Offizielle Adresse / Adresse officielle

Nils Hählen, Abteilung Naturgefahren
Schloss 2
3800 Interlaken
Tel. 033 826 42 81, E-Mail: nils.haehlen@vol.be.ch

**Sekretariat, Administration, Kurswesen /
Secrétariat, administration, cours**

Ingenieure Bart AG, Rolf Bart,
Waisenhausstrasse 15, 9000 St. Gallen
Tel. 071 /228 01 70
E-Mail: kontakt@fan-info.ch
Internet: <http://www.FAN-Info.ch>

**Redaktion FAN-Agenda /
Rédaction Agenda-FAN**

Jean-Jacques Thormann, HAFL, Zollikofen
Sonja Zraggen, Amt für Tiefbau, Kanton Uri
Alexandre Badoux, WSL, Birmensdorf
Martin Frei, MFrei Infra GmbH, Amriswil

**Meldungen, Beiträge und Anfragen FAN-Agenda an:
Informations, contributions et demandes à
l'adresse suivante:**

Jean-Jacques Thormann, Berner Fachhochschule
Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissen-
schaften HAFL, Fachgruppe Gebirgswald & Naturgefahren
Länggasse 85, 3052 Zollikofen
Tel. 031 910 21 47, Fax 910 22 99,
E-Mail: jean-jacques.thormann@bfh.ch

Zielsetzung der FAN

Die Tätigkeit der FAN steht im Dienste der Walderhaltung und dem Schutz vor Naturgefahren. Sie widmet sich insbesondere dem Thema Weiterbildung bezüglich Lawinen-, Erosions-, Wildbach-, Hangrutsch- und Steinschlaggefahren. Die ganzheitliche, interdisziplinäre Beurteilung und Erfassung von gefährlichen Prozessen sowie die Möglichkeiten raumplanerischer und baulicher Massnahmen stehen im Zentrum.

Mitgliedschaft bei der FAN

Die Mitglieder der FAN sind Fachleute, welche sich mit Naturgefahren gemäss Zielsetzung der Arbeitsgruppe befassen. Total umfasst die FAN über 400 Mitglieder aus der ganzen Schweiz. Mitgliedschaftsanträge sind an den Präsidenten oder Sekretär zu richten. Die Mitgliedschaft in der FAN kostet Fr. 100.– / Jahr und steht allen Fachleuten aus dem Bereich Naturgefahren offen. Bedingung ist zudem, dass jeweils innerhalb von drei Jahren einmal vom Kursangebot Gebrauch gemacht wird.

Objectif de la FAN

La FAN est au service de la conservation des forêts et de la protection contre les dangers naturels. Elle se consacre en particulier au thème du perfectionnement dans le domaine des dangers que représentent les avalanches, l'érosion, les torrents, les glissements de terrain et les chutes de pierres. Elle met aussi l'accent sur deux aspects importants: des évaluations et des relevés globaux et interdisciplinaires des processus dangereux, et les mesures possibles en matière d'aménagement du territoire et de génie forestier.

Adhésion à la FAN

Les membres de la FAN sont des spécialistes qui s'occupent de dangers naturels conformément aux objectifs du groupe de travail. La FAN comprend au total plus de 400 membres, répartis dans toute la Suisse. Les demandes d'adhésion doivent être adressées au président ou au secrétaire. L'adhésion à la FAN coûte fr. 100.– / an. Elle est ouverte à tous les spécialistes des dangers naturels. Une seule condition imposée est de fréquenter tous les trois ans au moins l'un des cours proposé.

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Liebe Mitglieder der FAN

Es steht wohl ausser Zweifel, wie wichtig Wasser für unser tägliches Leben ist. Wasser ist aber nicht nur eine unentbehrliche Lebensgrundlage, sondern kann auch zur existenziellen Bedrohung werden, sei es in Form von zu viel (=Hochwasser) oder zu wenig (=Trockenheit). Zum Schutze seiner Lebensgrundlagen hat der Mensch schon vor langer Zeit versucht, mit bautechnischen Massnahmen Überflutungsereignisse zu verhindern. Mit fortschreitender Technik wurden daraus umfangreiche Verbauungsmassnahmen, welche prägend geworden sind für unsere Landschaft. Die tendenziell häufiger auftretenden Hochwasserereignisse rufen uns aber immer wieder in Erinnerung, dass Schutz vor Überschwemmungen sich nicht auf rein bautechnische Lösungen beschränken kann. Vielmehr sind wir gehalten, verschiedene Aspekte auf unserem „Radar“ zu behalten: Den Prozess Wasser mit seinen Auswirkungen, die Möglichkeiten Schutzmassnahmen dagegen zu ergreifen, aber auch die Anforderungen an die Instrumentarien der verantwortlichen Stellen, um diese Daueraufgabe zielgerichtet erfüllen zu können.

Die vorliegende Ausgabe greift in vier Beiträgen verschiedene Aspekte aus dem Hochwasserschutz auf. Der erste Beitrag widmet sich dem Thema Ufererosion. Fachleute aus FAN und KOHS (Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege) haben eine Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern erarbeitet. Der zweite Beitrag greift das Thema Unterhalts- und Pflegekonzepte auf und erläutert, wie dies am Beispiel der Aare aufgearbeitet wurde. Im dritten Beitrag wird auf den Aufbau eines Gewässermanagement-systems im Kanton Uri eingegangen. Dabei wird nicht nur auf den Inventaraufbau eingegangen, sondern auch auf die Rolle des Katasters im Tagesgeschäft der verantwortlichen Stellen. Der vierte Artikel schlussendlich erläutert an einem Beispiel aus dem Kanton Thurgau, wie Hochwasserschutz und Fließgewässerdynamik unter einen Hut gebracht werden können.

Bei der Lektüre wünschen wir Ihnen viel Spass sowie frohe Festtage und einen guten Start ins neue Jahr!

Für die Redaktion

Martin Frei

Kantonale Wasserbaupflicht an der Aare seit 01.01.2015 - Erarbeitung von Unterhalts- und Pflegekonzepten

Silvia Hunkeler (Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis II, Bern, silvia.hunkeler@bve.be.ch)
Oliver Hitz (Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis I, Thun, oliver.hitz@bve.be.ch)

Einleitung

Am 17. März 2014 hat der Grosse Rat des Kantons Bern die Änderung des Gesetzes über den Gewässerunterhalt und Wasserbau (Wasserbaugesetz, WBG) mit grosser Mehrheit angenommen. Für die Gemeinden entlang der Aare bringt das neue Wasserbaugesetz folgende Änderung mit sich: Ab 01.01.15 wurde der Kanton Bern entlang der Aare ab Räterichsboden bis zum Abfluss in die Nachbarkantone wasserbaupflichtig. Der Kanton ist somit neu für die Planung, Projektierung und Realisierung von Wasserbauprojekten, sowie für den Gewässerunterhalt an der Aare zuständig. Bei Konzessionsstrecken bleiben die Pflichten der Konzessionäre unverändert, auch im Bereich der Juragewässerkorrektur gibt es keine Veränderung. Art. 28 Abs. 3 WBV verlangt vom Tiefbauamt die Erarbeitung eines Unterhaltskonzeptes für den planbaren Gewässerunterhalt, um die Unterhaltspflicht wahrzunehmen. Die Unterhaltskonzepte dienen als Grundlage, die darin definierten Aufgaben auf Mandatsbasis zu vergeben, da das Tiefbauamt kein eigenes Personal für die Arbeiten des Gewässerunterhalts zur Verfügung hat. Aus diesem Grund wurden für die ca. 160 km Uferlänge der Aare im Frühjahr 2015 Pflege- und Unterhaltskonzepte erarbeitet, welche ab 2016 umgesetzt werden.

Ausgangslage und Ziele

Die meteorologischen Extremereignisse der Jahre 1999, 2005, 2007, 2011 und 2014 haben gezeigt, dass die Gemeinden als Wasserbaupflichtige an grossen Fließgewässern

bei Grossereignissen an ihre Grenzen stossen können. In den letzten Jahren hat sich die Einsicht durchgesetzt, dass Hochwasserschutz sowie das gesamte Gewässermanagement aus Sicht des Einzugsgebiets heraus erfolgen muss. Deshalb wurde beschlossen, dass dem Kanton am grössten Fließgewässer des Kantons – an der Aare – die Wasserbaupflicht übertragen wird, damit gemeindeübergreifende, überregionale und nachhaltige Lösungen im Bereich Wasserbau und Gewässerunterhalt möglich sind.

Die Aare hat als grösster Fluss des Kantons Bern eine wichtige Funktion für den Mensch und die Umwelt. Der Gewässerunterhalt soll den verschiedenen Ansprüchen Rechnung tragen:

- Hochwasserschutz ist in erster Linie mit Gewässerunterhalt zu gewährleisten. Durch den sachgerechten Unterhalt soll das Durchflussvermögen des Gewässers gewährleistet werden, sowie die Stabilität der Böschung und die Funktionsfähigkeit der Wasserbauwerke erhalten bleiben.
- Die Aare bietet eine Vielzahl von natürlichen Lebensräumen und spielt für die Vernetzung der Lebensräume eine wichtige Rolle. Die Pflege soll die Habitate der charakteristischen Tier- und Pflanzenarten sowie das Landschaftsbild erhalten und fördern.
- Die Pflege der Uferbereiche der Aare soll möglichst nach einheitlichen Grundsätzen und Kriterien auf der ganzen Flusslänge erfolgen, damit die Uferbestockung

und die Gehölz freien Flächen standorttypisch und gewässerbezogen ausgeprägt sind.

- Zum Schutz der Pflanzen- und Tierwelt sollen Eingriffszeitpunkt, Arbeitstechnik, Geräte- und Maschinenpark möglichst nach ökologischen Gesichtspunkten gewählt werden.
- Die Ausbreitung von invasiven Neophyten erfolgt entlang von Fließgewässern besonders rasch. Im Rahmen des Unterhalts sind Bestände von Problemarten wo möglich zu bekämpfen und deren weitere Ausbreitung zu verhindern.

Vorgehen bei der Erarbeitung der Pflegekonzepte

Definition der Unterhaltsabschnitte:

Um die beschriebene Unterhaltspflicht wahrzunehmen, wurden für die 160 km Uferlänge der Aare im Frühjahr 2015 Pflege- und Unterhaltskonzepte erarbeitet.

Die Aare wurde unter Berücksichtigung der Topografie, der Charakteristika der Ufer, den bestehen Unterhaltsabschnitten, Konzessions- und Juragewässerkorrektionsstrecken in neun Abschnitte unterteilt, für welche separate Konzepte erarbeitet wurden. In der Regel beträgt der seitliche Pflegeperimeter fünf Meter ab der Böschungsoberkante. Ausnahmen stellen insbesondere Hochwasserschutzdämme dar, bei denen die Grenze Hinterkante Damm zu liegen kommt und Ufermauern, wo sie Oberkante Mauer liegt.



Abbildung 1: Charakter der Aare im Abschnitt Hasliaare (Foto links: Emch+Berger AG Bern) mit den Pflegeotypen Mosaik und Extensivwiese und im Abschnitt Belp (Foto rechts: Vinzenz Maurer; AWA-GBL) mit dem Pflegeotyp sensibler Naturraum.

Pflegeotypen und Massnahmen:

Entlang der neun Aare-Abschnitte wurde die Ausprägung der Ufer im Feld kartiert und anschliessend den vordefinierten Pflegeotypen (Tabelle 1) zugewiesen. Bei der Kartierung erfolgte die Abgrenzung der Pflegeflächen aufgrund der homogenen Uferstruktur und der einheitlichen Vegetation. Zudem spielte bei der Abgrenzung der Flächen die Zugänglichkeit und Erreichbarkeit eine zentrale Rolle (Abbildung 1). Entlang der Aare sind folgende Pflegeotypen ausgeschieden worden:

Tabelle 1: Übersicht über die Pflegeotypen entlang der Aare sowie deren prozentualer Flächenanteil

Pflegeotypen entlang der Aare	Prozentualer Flächenanteil
Wald / Gerinneeingang	50
Extensivwiese / Grünland	12.7
Mosaik aus Ufergehölz, Krautsaum und Hochstaudenflur	11
Ufergehölz	10
Sensibler Naturraum	8.7
Vegetationslos (z.B. Ufermauern)	4.4
Alpiner Rasen	2.6
Krautsaum, Hochstaudenflur	0.4
Teich, Giesse und Röhricht	0.1
Neophyten	0.1

Zu jedem Pflegeotyp sind Pflegemassnahmen ausgewiesen worden, welche das angestrebte Pflegeziel, die Wiederkehrperiode und den Pflegezeitpunkt beschreiben (Abbildung 2). Diese Massnahmen wurden in Zusammenarbeit mit Planungsbüros, den bisherigen Wasserbaupflichtigen und den kantonalen Fachstellen erarbeitet. Die Pflegemassnahmen sollen ab Januar 2016 primär den zuständigen Personen des Aare-Unterhalts zur Arbeitsplanung und Ausführung eines effizienten und ökologisch sinnvollen Uferunterhalts dienen. Des Weiteren bieten sie ein Steuerungsinstrument für die beauftragten Unternehmungen. Die neun verschiedenen Aareabschnitte unterscheiden sich stark in

der Zusammensetzung dieser Pflegeotypen (Abbildung 3), daher ist es sinnvoll die Pflegearbeiten pro Abschnitt an geeignete Vertragspartner zu vergeben, welche mit den jeweiligen ortsspezifischen Besonderheiten und den Pflegeotypen vertraut sind.

Umsetzung ab Januar 2016

Die Grünpflege und Kontrollen an der Aare sollen ab dem Jahr 2016 abschnittsweise über Unterhaltsverträge geregelt werden. Das Ziel ist es, den Gewässerunterhalt entlang der Aare effizient und schlagkräftig zu organisieren. Im Zusammenhang mit dem in den nächsten Jahren zu erstellenden Schutzbautenkataster soll in Zukunft ein Managementtool entwickelt

Gemeinde	Pflegeeinheit	Code	Ziele	Massnahmen	Häufigkeit	Zeitpunkt	Ausführung													
							2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
Bern	vegetationslos	via3_008		keine			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bern	Mosaik aus Ufergehölz und Krautsaum, Hochstaudenflur	ukh3_009	artenreiches Ufergehölz	Ufergehölz selektiv durchforsten, Abraum Schnittgut, langsamwüchsige, beerentragende Straucharten freischneiden	alle 4 Jahre	ab Juli	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bern	Mosaik aus Ufergehölz und Krautsaum, Hochstaudenflur	ukh3_009	artenreicher Krautsaum	Krautsaum mähen (2/3 der Fläche), Abraum Schnittgut	jährlich	ab Juli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bern	Krautsaum, Hochstaudenflur	kra3_001	artenreicher Krautsaum	Krautsaum mähen (2/3 der Fläche), Abraum Schnittgut	jährlich	ab Juli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bern	Wald	wal3_048	arten- und struktureicher Wald	Waldfpflege gemäss Pflegegrundsätze, Abraum Schnittgut	alle 9 - 11 Jahre	Nov-Feb	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbildung 2: Auszug aus der Pflegetabelle und dem Pflegeplan des Unterhaltsabschnittes Stadt Bern. Dargestellt sind fünf Pflegeflächen und die dazugehörigen Massnahmen.

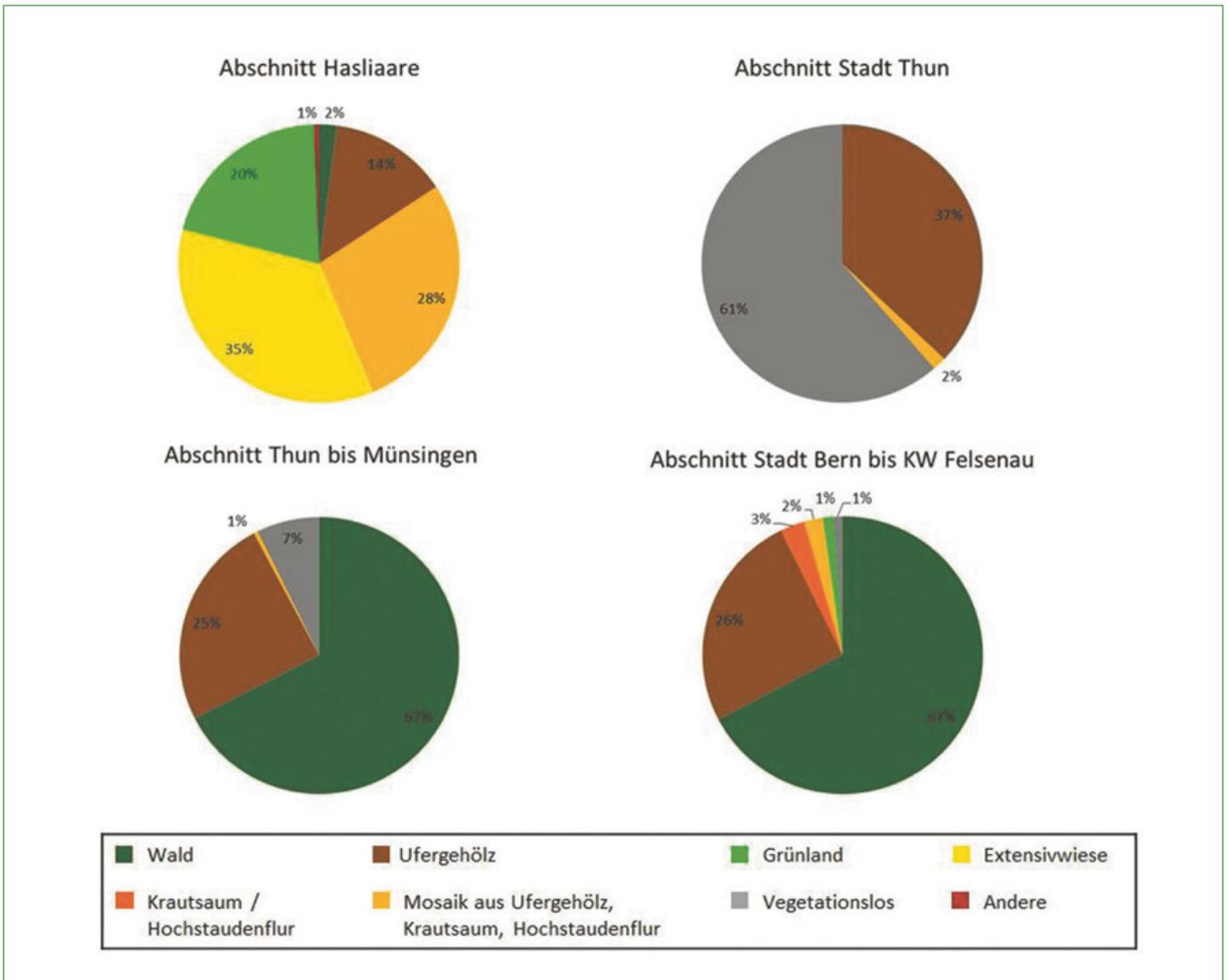


Abbildung 3: Übersicht über die prozentualen Flächenanteile der Pflegearten in den Aareabschnitten Hasliaare, Thun, Thun - Münsingen, Bern - KW Felsenau.

werden, mit dessen Hilfe die Planung, Ausführung und Dokumentation weiter erleichtert und sichergestellt werden kann.

Ausblick Schutzbautenmanagement

Die Beurteilung des baulichen Zustands der bestehenden Ufersicherungsbauten ist nicht Gegenstand der erarbeiteten Pflegekonzepte. Das Schutzbautenmanagement an der Aare wird ebenfalls für die gesamte Aare neu entwickelt. Inwieweit die Pflegekonzepte und das Schutzbautenmanagement ineinandergrei-

fen werden, wird sich im Laufe der weiteren Arbeiten noch zeigen. Das Schutzbautenmanagement richtet den Fokus auf die Erhaltung der bestehenden Schutzbauten. Hierfür wird zuerst zu klären sein, welche Schutzbauten, wo und in welchem Zustand vorhanden sind. Das bedingt eine Ersterfassung aller relevanten Bauwerke (Erstellung des Schutzbautenkatasters). Darauf basierend soll später das Managementtool entwickelt werden, das systematische und regelmässige Zustandsbeurteilungen beinhaltet. Aufgrund des jeweiligen Bauwerkzustandes soll in Zukunft

der Handlungsbedarf für planbare Unterhaltsmassnahmen abgeleitet, entsprechend budgetiert und ausgeschrieben werden können.

Literatur

- Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau (Wasserbaugesetz, WBG). 14. Februar 1989
- Wasserbauverordnung (WBV). 15. November 1989

Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern

Fachleute Naturgefahren Schweiz FAN
Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege KOHS

Zusammenfassung

Die Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN) und die Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege (KOHS) haben eine Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern erarbeitet. Die Empfehlung beschreibt ein Vorgehen mit den Bearbeitungsschritten Grundszenarien, Schwachstellenanalyse und Wirkungsanalyse. Im Rahmen der Schwachstellenanalyse werden aufgrund der Morphologie und der bekannten Erosionsstellen die massgebenden Gefährdungsbilder identifiziert. Für jedes Gefährdungsbild werden die Belastungsgrößen auf das Ufer und der Erosionswiderstand des Ufers qualitativ oder quantitativ bestimmt. Ist nach dem Fazit der Schwachstellenanalyse für einen Gewässerabschnitt Ufererosion anzunehmen, werden in der Wirkungsanalyse deren Ausmass und räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit festgelegt. Anschliessend werden mögliche Folgeprozesse beurteilt. Die hier beschriebene Empfehlung kann in elektronischer Form und in deutscher Sprache auf den Internetseiten der FAN (www.fan-info.ch) und des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (www.swv.ch) bezogen werden. Eine französische Fassung ist in Vorbereitung.

Résumé

Les experts suisses en dangers naturels Suisse (FAN) et la Commission pour la protection contre les crues (CIPC) ont élaboré une recommandation pour l'analyse du danger d'érosion de berges le long des cours d'eau. La recommandation décrit une procédure

avec les étapes : élaboration des scénarios de base, analyse de points faibles et analyse d'impact. Dans le cadre de l'analyse de points faibles, différents cas de charge sont identifiés en fonction de la morphologie et des sites d'érosion connus. Pour chaque cas de charge, les grandeurs de la charge et la résistance de la berge sont définies de manière qualitative ou quantitative. Si la comparaison des deux grandeurs montre qu'une érosion latérale est probable, on définit l'extension de l'érosion et sa probabilité spatiale. Les possibles processus consécutifs sont analysés par la suite. La recommandation décrite peut être téléchargée en langue allemande sur les sites Internet de la FAN (www.fan-info.ch) et de l'association pour l'économie des eaux (www.swv.ch). Une version française est en préparation.

1. Einleitung

Die Ufererosion ist ein Gefahrenprozess, welcher flächenmässig zwar von untergeordneter Bedeutung ist, trotzdem aber immer wieder zu grossen Schäden an Gebäuden und Infrastrukturanlagen führt; nicht zuletzt während der Hochwasser von 2005, 2007 und 2011. Eine wichtige Grundlage, um den Schutz von Siedlungen und Verkehrswegen vor Ufererosion zu planen, ist eine qualitativ und quantitativ nachvollziehbare Gefahrenbeurteilung. Zur Beurteilung des Prozesses Ufererosion gibt es bis heute keine allgemein anerkannten Methoden oder Berechnungsgrundlagen.

Um diese Lücke zu schliessen, haben die Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN) und die Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (KOHS) eine Empfehlung erarbeitet. Mit der Empfehlung wird angestrebt, dass der Prozess Ufererosion in zukünftigen Gefahrenbeurteilungen



Abbildung 1: Ufererosion an der Trueb beim Hochwasser 2005. Foto: Flussbau AG SAH.

einheitlich und nachvollziehbar beurteilt wird. Die Empfehlung ist für Wasserbau- und Naturgefahrenfachleute aus Privatwirtschaft und Verwaltung bestimmt und baut auf den Ausführungen in der Empfehlung des Bundes (Loat und Petrascheck 1997) auf. Sie schlägt Vorgehensweisen vor, nach denen die Gefahr von Ufererosion beurteilt werden soll. Die Wahl eines geeigneten quantitativen Ansatzes zur Bestimmung des Ausmasses von Ufererosion wird hingegen dem Anwender überlassen.

Der vorliegende Artikel fasst die Empfehlung (FAN und KOHS 2015) zusammen. Die vollständige Empfehlung mit Fallbeispielen kann in elektronischer Form und in deutscher Sprache auf den Internetseiten der FAN (www.fan-info.ch) und des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (www.swv.ch) bezogen werden. Eine französische Fassung ist in Vorbereitung. Der Artikel erscheint zeitgleich in «Wasser Energie Luft» und in der FAN-Agenda.

2. Generelles Vorgehen

In der Empfehlung wird das Vorgehen für drei verschiedene Bearbeitungstiefen vorgestellt. Es hängt davon ab, ob eine Gefahrenbeurteilung auf Stufe Gefahrenhinweis, Gefahrenkarte oder Einzelgutachten erstellt wird (siehe Abbildung 2). Mit zunehmender Bearbeitungstiefe werden mehr quantitative Methoden angewandt und der Aufwand für die Erarbeitung von Grundlagen und die Beurteilung selber nimmt zu.

In der vorliegenden Zusammenfassung der Empfehlung Ufererosion wird lediglich die Bearbeitungstiefe „Gefahrenkarte“ vorgestellt. Für eine Beschreibung des Vorgehens in allen drei Bearbeitungstiefen wird auf die ausführliche Empfehlung verwiesen (FAN und KOHS 2015). Dort ist das Vorgehen auch anhand zweier Beispiele veranschaulicht.

Das Vorgehen lehnt sich an die Praxis der

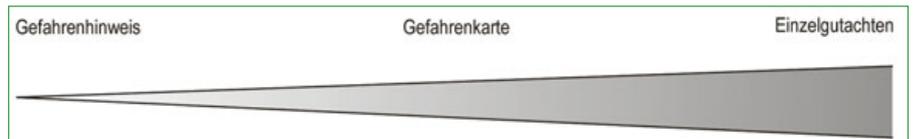


Abbildung 2: Bearbeitungstiefe in Abhängigkeit der Art des Gefahrengutachtens.

Gefahrenbeurteilung in der Schweiz an und ist in die üblichen Bearbeitungsschritte Grundszenarien, Schwachstellenanalyse und Wirkungsanalyse unterteilt (Abbildung 3). Für jedes definierte Grundszenario werden die Schwachstellen- und Wirkungsana-

lysen einzeln durchlaufen. Im Rahmen der Schwachstellenanalyse werden aufgrund der Morphologie des Gewässers und der bekannten Erosionsstellen die massgebenden Gefährdungsbilder definiert. Anschliessend werden für diese Gefährdungsbilder die Be-

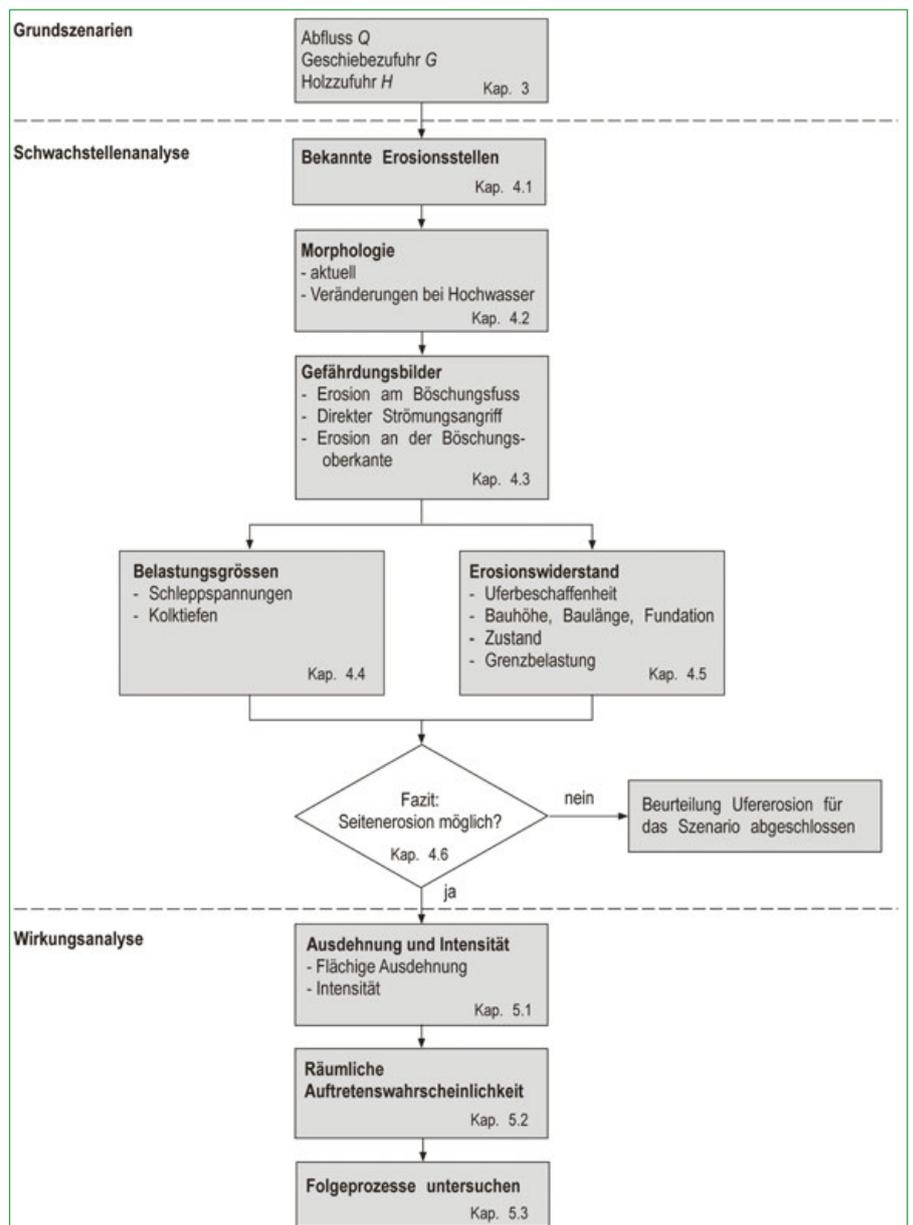


Abbildung 3: Genereller Ablauf zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion.

lastungsgrößen auf das Ufer und der Erosionswiderstand des Ufers beurteilt. Wird für einen Gewässerabschnitt die Möglichkeit der Ufererosion erkannt, werden im Rahmen der Wirkungsanalyse das Ausmass möglicher Erosionen und deren räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit bestimmt. Schliesslich muss abgeklärt werden, ob die Ufererosion Folgeprozesse auslösen kann.

3. Grundszenarien

Die Grundszenarien für die Beurteilung der Gefahr von Ufererosion werden gleich definiert wie die Grundszenarien für die Beurteilung anderer Wassergefahren. Es werden der Abfluss Q , die Geschiebezufuhr G und die Holzzufuhr H für Hochwasserszenarien unterschiedlicher Jährlichkeiten bestimmt.

4. Schwachstellenanalyse

4.1 Bekannte Erosionsstellen

Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Beurteilung der Gefahr von Ufererosion sind Abklärungen zu bekannten Erosionsstellen am zu beurteilenden Gewässer. Sie liefern Hinweise dazu, wo Ufererosion möglich ist und welches Ausmass diese annehmen kann, geben aber kein abschliessendes Bild potenzieller Erosionsstellen. Mögliche Informationsquellen sind der Ereigniskataster, die Karte der Phänomene, eine Begehung vor Ort oder lokale Wissensträger.

4.2 Morphologie

Die Morphologie des Gewässers und die im Gerinne ablaufenden Prozesse (Abfluss, Auflandung, Sohlenerosion, Ufererosion) stehen in einer Wechselwirkung zueinander. Insbesondere bei grossen Hochwasserereignissen können übergeordnete morphologische Prozesse auftreten, welche die Morphologie grundlegend verändern und das Gerinne verlagern.

Bei der Beurteilung der Gefahr von Ufererosi-

on müssen deshalb die aktuelle Gerinneform (verzweigt, mäandrierend oder gestreckter Verlauf) sowie deren mögliche Veränderungen während eines Hochwasserereignisses berücksichtigt werden. Der Geschiebetransport sowie Auflandungs- und Erosionsprozesse während eines Hochwasserereignisses spielen dabei eine wichtige Rolle. Sohlenveränderungen beeinflussen die Erosionsprozesse auch dann, wenn sich die Gerinneform selber nicht ändert: Bei Sohlenerosion kann eine Ufersicherung unterspült werden, wohingegen bei Auflandung das Wasser über die Ufer treten und die Böschungsoberkante erodiert werden kann.

Die Beurteilung der Linienführung (gerade oder gekrümmt) gibt Hinweise über das Auftreten der Erosion. Bei gekrümmtem Verlauf erodieren die Ufer tendenziell am Prallhang, während dessen an gestreckten Gerinnen die Erosion beidseitig auftreten kann. Unregelmässigkeiten im Querschnitt wie Abstürze oder Einbauten können zu Querströmungen führen und geben ebenfalls Hinweise zum Auftreten der Ufererosion.

4.3 Gefährdungsbilder

Die drei nachfolgend aufgeführten Prozesse können eine Ufererosion auslösen und werden deshalb als Gefährdungsbilder bezeichnet. Sie können einzeln oder in Kombination auftreten. Oftmals lassen sie sich nicht scharf voneinander abgrenzen.

Erosion am Böschungsfuss

Sohlenerosion, Kolkbildung oder die Erosion des Böschungsfusses destabilisieren die Böschung, so dass diese nachrutscht (Abbildung 4). Sohlenerosion kann grossräumig oder lokal auftreten. Kolke können bei Unregelmässigkeiten im Querschnitt, aber auch als sekundärer Prozess auftreten, wenn zum Beispiel eine umgestürzte Ufermauer oder ein umgestürzter Baum den Abflussquerschnitt verengt.

Direkter Strömungsangriff

Der direkte Strömungsangriff führt zum Abtrag von Material aus der Böschung und kann auf der ganzen Höhe der Böschung auftreten (Abbildung 5 links) oder nur auf einem unbefestigten oberen Teil der Uferböschung (Abbil-

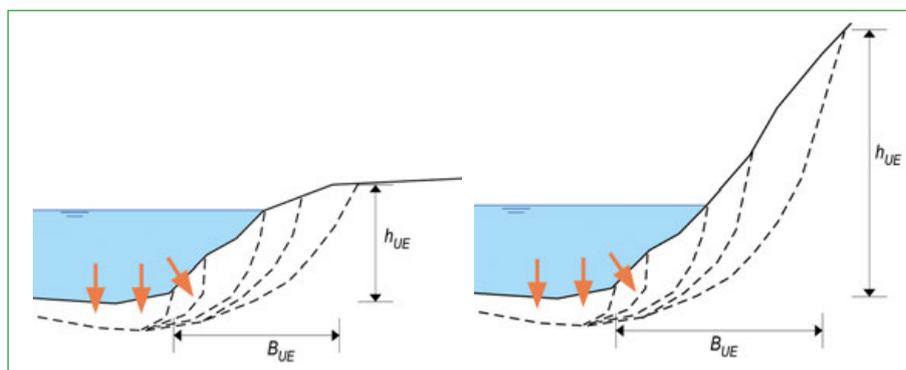


Abbildung 4: Sohlenerosion, Kolkbildung oder die Erosion des Böschungsfusses destabilisieren die Böschung (links bei niedriger Böschung, rechts bei hoher Böschung). Bedeutung der Bezeichnungen siehe Abbildung 7.

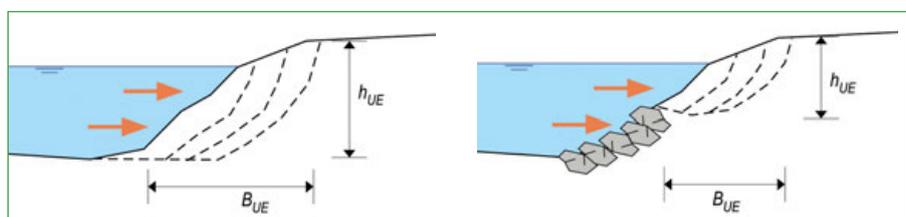


Abbildung 5: Ufererosion durch direkten Strömungsangriff.

dung 5 rechts). Der direkte Strömungsangriff tritt auf der Aussenseite von Krümmungen am häufigsten auf. Er kann aber auch, ähnlich wie die Kolkbildung, durch Einbauten im Gewässer verursacht werden.

Veränderungen der Sohlenlage während eines Hochwasserereignisses führen dazu, dass sich der Angriffspunkt der Beanspruchung nach oben oder unten verschiebt.

Erosion an der Böschungsoberkante

Durch Überströmen der Böschungsoberkante oder durch Hinterspülen der Ufersicherung wird die Böschungsoberkante erodiert (Abbildung 6). Dieser Erosionsprozess ist an den Austritt von Wasser aus dem Gerinne gekoppelt und hängt unter anderem von der Sohlenlage während eines Hochwassers ab. Auch rückfliessendes Wasser kann zu einer Erosion der Böschungsoberkante führen.

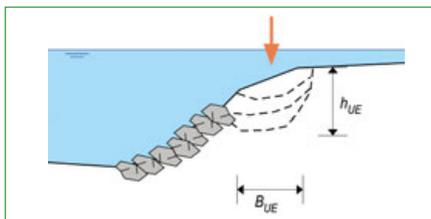


Abbildung 6: Erosion an der Böschungsoberkante.

4.4 Belastungsgrößen

Für die im vorangehenden Schritt als massgebend identifizierten Gefährdungsbilder werden die Größen der Belastung ermittelt (Tabelle 1). In vielen Fällen ist man auf eine gutachterliche und qualitative Beurteilung angewiesen und diese reicht oftmals aus, um eine Gefahrenkarte zu erstellen. Bei komplexen Verhältnissen müssen die Belastungsgrößen jedoch berechnet werden, damit die Anforderungen an das Produkt Gefahrenkarte erfüllt werden können. Dementsprechend wird in den folgenden Tabellen erst das qualitative Vorgehen beschrieben und anschliessend, abgetrennt durch „erweitert“, jeweils die quantitativen Ansätze vorgestellt.

4.5 Erosionswiderstand

Für die als massgebend bezeichneten Gefährdungsbilder wird der Widerstand des Ufers gegenüber der erwarteten Belastung bestimmt. Dazu müssen die Beschaffenheit und der Zustand des Ufers beziehungsweise des umliegenden Terrains erfasst werden (Tabelle 2).

Tabelle 1: Vorgehen zur Beurteilung der Belastung auf die Ufer.

Erosion am Böschungsfuss	<ul style="list-style-type: none"> • Sohlenerosion und Kolkiefen gutachterlich schätzen. • Kolke aufgrund von Unregelmässigkeiten besonders beachten. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sohlenerosion durch Geschiebetransportrechnung bestimmen. • Kolkiefen berechnen.
Direkter Strömungsangriff	<ul style="list-style-type: none"> • Belastung gutachterlich schätzen. • Unregelmässigkeiten besonders beachten. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schleppspannung auf der Böschung berechnen. • Belastungsspitzen bei Unregelmässigkeiten schätzen.
Erosion an der Böschungsoberkante	<ul style="list-style-type: none"> • In Abhängigkeit der Überflutung gutachterlich beurteilen. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schleppspannung auf dem Terrain berechnen.

Tabelle 2: Vorgehen zur Beurteilung des Widerstandes der Böschung.

Erosion am Böschungsfuss	<ul style="list-style-type: none"> • Beschaffenheit, Zustand und Dauerhaftigkeit des Böschungsfusses im Feld bestimmen (Fels oder Lockermaterial, verbaut oder unverbaut, Kornzusammensetzung, Böschungsneigung etc.). • Fundationstiefe der Ufersicherung im Feld schätzen. • Widerstand des Böschungsfusses qualitativ beschreiben. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlich zur Beschreibung der Beschaffenheit Fundationstiefe aus Projektplänen ermitteln. • Grenzscheppspannung des Böschungsfusses berechnen.
Direkter Strömungsangriff	<ul style="list-style-type: none"> • Beschaffenheit, Zustand und Dauerhaftigkeit der Böschung im Feld bestimmen (Fels oder Lockermaterial, verbaut oder unverbaut, Bauhöhe der Ufersicherung, Kornzusammensetzung, Bewuchs, Böschungsneigung etc.). • Widerstand der Böschung qualitativ beschreiben. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlich zur Beschreibung der Beschaffenheit Grenzscheppspannung der Böschung berechnen.
Erosion an der Böschungsoberkante	<ul style="list-style-type: none"> • Beschaffenheit und Zustand des Terrains im Feld bestimmen (Fels oder Lockermaterial, Kornzusammensetzung, Bewuchs, Böschungsneigung etc.). • Widerstand des Terrains gegenüber Beanspruchung durch Strömung qualitativ beschreiben. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlich zur Beschreibung der Beschaffenheit Grenzscheppspannung des Terrains oberhalb der Böschung berechnen.

4.6 Fazit der Schwachstellenanalyse

Zum Schluss der Schwachstellenanalyse wird aufgrund der in den vorangehenden Schritten gewonnenen Erkenntnissen entschieden, ob an einer bestimmten Stelle des Gewässers Ufererosion auftreten kann. Dabei werden für jedes Grundzenario die möglichen Gefährdungsbilder betrachtet und die jeweilige Belastung auf das Ufer seinem Widerstand gegenüber gestellt (Tabelle 3). Ist die Belastung grösser als der Widerstand, ist grundsätzlich Ufererosion anzunehmen.

5. Wirkungsanalyse

5.1 Ausdehnung und Intensität

Wird im Rahmen der Schwachstellenanalyse ein Ufer als erosionsgefährdet eingestuft, muss das Ausmass der Erosion bestimmt werden. Das Ausmass der Erosion wird durch die Erosionsbreite B_{UE} , Erosionshöhe h_{UE} und Erosionslänge L_{UE} beschrieben (Abbildung 7). Verschiedene Untersuchungen von vergangenen Hochwasserereignissen, bei welchen typische Erosionslängen und Erosionsbreiten beziffert wurden, geben Hinweise zur Bestimmung des Erosionsausmasses (Bachmann 2012, Krapesch et al. 2011, Hunzinger und Durrer 2008).

Erosionsbreite und Erosionslänge

Die oben zitierten Untersuchungen zeigen, dass die Erosionsbreite bei übergeordneten morphologischen Prozessen wesentlich grösser ist, als wenn sie durch lokale Phänomene (Einbauten, Unregelmässigkeiten) verursacht wird. Bei morphologischen Prozessen lässt sich die Erosionsbreite aus historischen Karten oder morphologischen Berechnungen herleiten. In gestreckten Gerinnen kann sie mit einer Betrachtung der Grenzbreite abgeschätzt werden. Die Grenzbreite ist jene Breite des Querschnitts, bei welcher die Schleppspannung auf die Ufer kleiner ist als die Grenzschleppspannung. Wenn keine Schleppspannungen

Tabelle 3: Vorgehen zum Fazit der Schwachstellenanalyse.

Erosion am Böschungsfuss	<ul style="list-style-type: none"> Bei unverbauten Ufern wird bei Sohlenerosion oder Kolkbildung immer eine Erosion des Ufers angenommen. Bei verbauten Ufern wird eine Ufererosion angenommen, wenn die Sohlenerosion oder der Kolk unter die Fundation der Ufersicherung reicht.
Direkter Strömungsangriff	<ul style="list-style-type: none"> Bei unverbauten Ufern in Lockermaterial wird immer Erosion angenommen. Bei verbauten Ufern wird die Grobbeurteilung nach Protect (Romang 2008) durchgeführt. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Die Schleppspannung wird der Grenzschleppspannung der Böschung gegenübergestellt.
Erosion an der Böschungsoberkante	<ul style="list-style-type: none"> Eine mögliche Erosion der Böschungsoberkante wird in Abhängigkeit der Überflutung gutachterlich beurteilt. <p><i>erweitert:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Die Schleppspannung wird der Grenzschleppspannung des Terrains gegenübergestellt.

berechnet werden, lässt sich das Ausmass von Erosionen eventuell aus Beobachtungen früherer Ereignisse ableiten.

Eine Erosionslänge kann dort sinnvoll abgegrenzt werden, wo eine Ufererosion klar lokalisiert werden kann. Dies ist der Fall, wenn sie durch eine Einbaute ausgelöst wird oder in einer Flusskrümmung erwartet wird. Auf geraden Flussabschnitten oder auf Abschnitten mit verzweigten Gerinnen ist unter Umständen die gesamte Uferlänge erosionsgefährdet, auch wenn beim konkreten Ereignis das Ufer nicht auf der ganzen Länge erodiert.

Intensität

Als Mass für die Intensität der Ufererosion wird die Erosionshöhe (h_{UE}) herangezogen. Sie wird lotrecht von der Böschungsoberkante bis zur ursprünglichen Sohle der Erosionsstelle gemessen (Abbildung 7). Es gelten die Intensitätsklassen, wie sie bereits in der Bundesempfehlung von 1997 (Loat und Petrascheck 1997) bezeichnet wurden (Tabelle 4). Mit der

Erosionsbreite wird die Intensitätsklasse nicht verändert.

Tabelle 4: Intensitätsstufen der Ufererosion.

Intensität	Erosionshöhe (h_{UE})
Schwach	$h_{UE} < 0.5 \text{ m}$
Mittel	$0.5 \text{ m} < h_{UE} < 2 \text{ m}$
Stark	$h_{UE} > 2 \text{ m}$

5.2 Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit (p_{RA})

Für Risikobetrachtungen wird dem Prozess Ufererosion eine räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit p_{RA} zugeordnet. Sie hängt von der Gerinneform und der Linienführung ab.

An Prallhängen ist die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit hoch. Wird eine Erosionsgefahr beidseits eines Flusslaufes ausgeschlossen, zum Beispiel bei verzweigten Gerinnen, ist die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit geringer. Tabelle 5 gibt einen Hinweis auf mögliche Werte, mit denen die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit beziffert werden

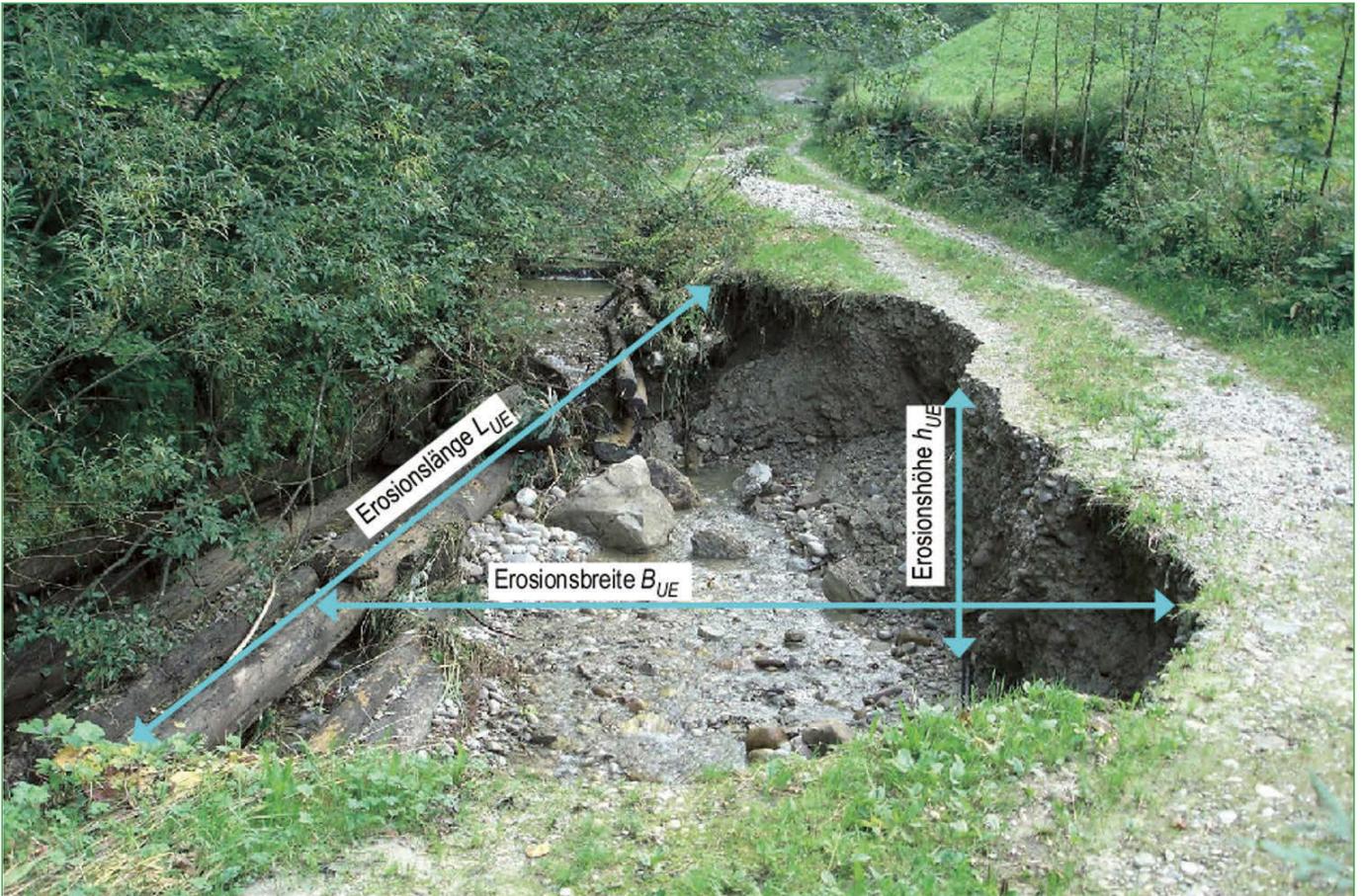


Abbildung 7: Bezeichnungen für das Ausmass der Erosion. Foto: Amt für Wald des Kantons Bern (KAWA), 2005.

kann. Die Werte müssen im Einzelfall festgelegt und begründet werden. Wenn die Lage der wahrscheinlichsten Erosionsstelle durch die Situation vorgezeichnet ist, wird ein Wert an der oberen Grenze der Bandbreite gewählt. Gibt es keine Hinweise darauf, wo eine Erosion am wahrscheinlichsten ist, wird ein kleinerer Wert für die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit gewählt.

Tabelle 5: Mögliche Werte für die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit p_{RA} von Ufererosion.

Gerinneform und Linienführung	p_{RA}
Prallhang	0.50 - 1.00
Gerades Gerinne	0.10 - 0.50
Prallhang im Mäander	0.50 - 1.00
Verzweigung	0.25 - 0.75

5.3 Folgeprozesse

Die Ufererosion in einem Fließgewässer kann folgende Prozesse auslösen:

- Es werden Feststoffe mobilisiert (Geschiebe, Schwemmholt, am Ufer gelagerte Gegenstände), welche weiter flussabwärts transportiert werden und dort durch Ablagerung oder Verklausung neue Gefahrenprozesse verursachen.
- Die Erosion am Fuss einer hohen Böschung löst einen Hangrutsch aus oder beschleunigt eine bestehende Rutschung.
- Im durch Ufererosion verbreiterten Gerinne vermindert sich die Transportkapazität und Geschiebe und Schwemmholt lagern sich auf der Sohle ab.

Im Rahmen einer Gefahrenbeurteilung muss die Möglichkeit solcher Folgeprozesse und deren Auswirkungen untersucht werden. Unter Umständen muss der oder die Bearbeiter/in der Gefahrenbeurteilung dazu eine Fachperson aus einer anderen Disziplin beziehen.

6. Anwendbarkeit und Ausblick

Die in diesem Artikel beschriebene Empfehlung ist grundsätzlich auf sämtliche Fließgewässertypen anwendbar. Werden empirische Formeln für die Berechnung von Belastungsgrößen angewandt, ist allerdings auf deren Gültigkeitsbereich zu achten. Viele Ansätze wurden für Gewässer mit geringem Gefälle erarbeitet und können nur bedingt in steilen Wildbächen und bei Murgängen angewandt werden.

In der Empfehlung werden mögliche Unsicherheiten in der Beurteilung diskutiert. So bestehen beispielsweise Unsicherheiten in der Bestimmung von Belastungsgrössen in Gerinnen mit unregelmässigem Querschnitt oder Unsicherheiten bei der Bestimmung von Fundationstiefen von alten Uferverbauungen. Um Unsicherheiten gering zu halten ist oft ein grosser Aufwand für die Erhebung von Grundlagendaten notwendig. Unsicherheiten können aber auch eingegrenzt werden, indem verschiedene Berechnungsansätze angewandt und miteinander verglichen werden.

7. Literatur

Bachmann A. 2012. Ausmass und Auftreten von Seitenerosionen bei Hochwasserereignissen. Geographisches Institut der Universität Bern, Bern.

FAN und KOHS 2015. Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fliessgewässern. www.fan-info.ch bzw. www.swv.ch.

Hunzinger L. und Durrer S.: Seitenerosion. in Bezzola G.R., Hegg C. (Ed.) 2008. Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 2 – Analyse von Prozessen, Massnahmen und Gefahrengrundlagen. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0825: 429 S.

Krapesch G., Hauer C., Habersack H. 2011. Scale orientated analysis of river width changes due to extreme flood hazards. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11, 2137-2147.

Loat R. und Petrascheck A. 1997. Empfehlungen zur Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft BWW, Bundesamt für Raumplanung BRP, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL.

Romang Hans (Ed.) 2008: Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern.

Dank

Die Arbeitsgruppe Ufererosion dankt allen, die mit ihren Diskussionsbeiträgen an der Empfehlung mitgewirkt haben und dankt dem Bundesamt für Umwelt für die Finanzierung des Projektes.

Die Arbeitsgruppe Ufererosion setzt sich aus folgenden Personen zusammen:

- Lukas Hunzinger (Flussbau AG SAH)
- Annette Bachmann (CSD Ingénieurs SA)
- Ralph Brändle (Sektion Naturgefahren, Kanton St. Gallen)
- Paul Dändliker (Abteilung Gefahrenprävention BAFU)
- David Jud (Meier und Partner AG)
- Mario Kokschi (Verkehr und Infrastruktur, Kanton Luzern)

Gewässermanagement im Kanton Uri - Methodische Überlegungen

Martin Frei (Ingenieurbüro MFrei Infra GmbH, Amriswil, martin.frei@mfrei-infra.ch)
Sonja Zraggen (Amt für Tiefbau Kanton Uri, Abteilung Wasserbau, Aldorf, sonja.zraggen@ur.ch)

Einleitung

Der Kanton Uri umfasst rund 3000 km Fließgewässer. Diese wurden in 35 hydrologisch abgeschlossene Gebiete unterteilt, welche wiederum jeweils mehrere hundert verschiedene Fließgewässer umfassen (Abbildung 1). In oder an diesen Gewässern gibt es mehrere tausend Verbauungsobjekte, welche Leben, Siedlungen, Verkehrsträger und andere Infrastrukturanlagen vor Hochwasser schützen. Eigentümer dieser Schutzbauten ist in der Regel der Kanton. Organisatorisch ist die Verantwortlichkeit der Abteilung Wasserbau, welche zur Baudirektion Uri gehört, zugewiesen. Über diese Abteilung laufen nicht nur die Projektierung und Realisierung von Neubauten, sondern seit 2008 auch der Unterhalt von sämtlichen Gewässern und Wassebau relevanten Objekten. Diese umfasst das Monitoring der Fließgewässer sowie auch die (rechtzeitige) Ausführung von Unterhaltsmassnahmen.

Instrumente

Im Hinblick auf den Vollzug dieser vielfältigen Aufgabe wurden verschiedene Hilfsmittel erarbeitet. Das wichtigste Instrument ist ein Informationssystem über die Gewässer und Bauwerke (Gewässermanagementsystem Uri, GemUR). Es handelt sich dabei um eine Datenbank- Applikation, welche Raumdaten (Gewässernetz, Objekte) mit verschiedenen anderen Informationen verknüpft. GemUR ist auf sechs Modulen aufgebaut: Objektkataster, Analyse, Aufträge, Ereignisse und Wasserbaupolizei, Dokumente (Abbildung 2). Das GemUR unterstützt die Planung, Durchführung von wiederkehrenden Arbeiten wie z.B. Inspektio-

nen oder Wartungen sowie eigentliche Unterhaltsmassnahmen. Das Modul „Aufträge“ unterstützt die Auftragsüberwachung sowie die Aufgabenzuteilung. Inspektions-, Wartungs- und Massnahmenperimeter können je nach

Bedarf dynamisch gebildet werden. Die räumliche Darstellung der Objekte im GemUR erleichtert das Auffinden von Objekten im Feld sowie am Bürotisch.

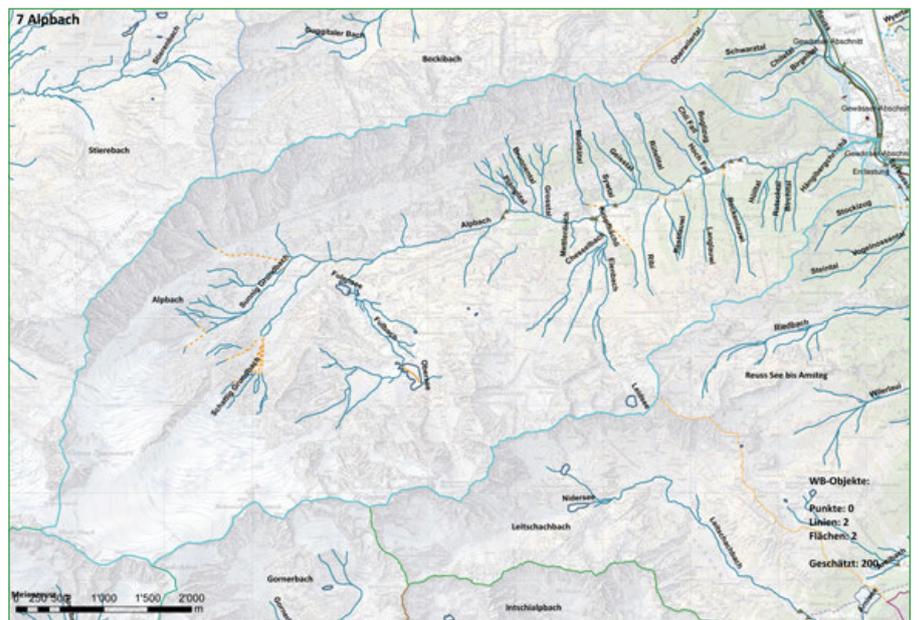


Abbildung 1: Hierarchische Gliederung des Gewässernetzes im Kanton Uri: Gebiet Nr. 27 „Alpbach“ mit den darin enthaltenen Gewässern.

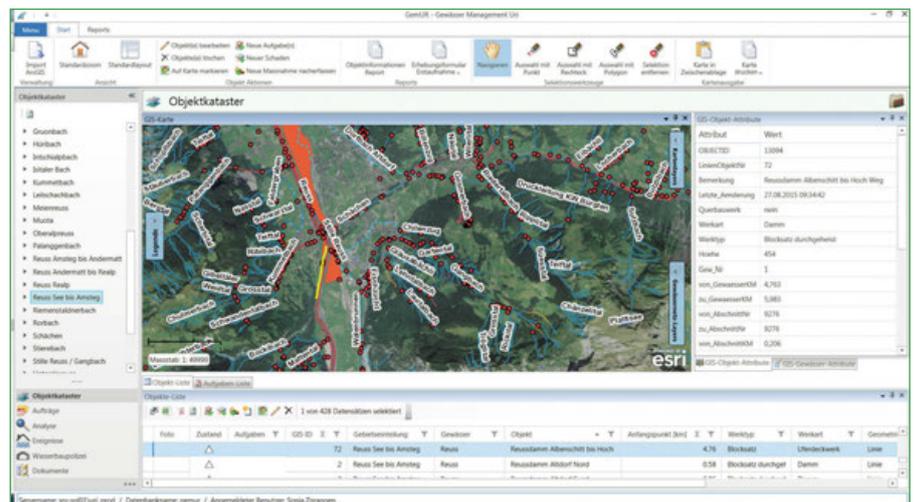


Abbildung 2: Aufbau der Benutzeroberfläche von GemUR mit den sechs Modulen. Dargestellt ist das Modul „Objektkataster“.

Bauwerkinventar (Objektkataster)

Grundlage des GemUR ist ein vollständiger Objektkataster. Beim Aufbau des entsprechenden Inventars bilden archivierte Akten eine wichtige Datenquelle. Diese gilt es jedoch im Feld zu verifizieren und zu vervollständigen. Die Datenerhebung der Wasserbau- Schutzbauten basiert aber auch auf Daten aus der Amtlichen Vermessung, aus Orthophotos, Höhenmodellen, der Oekomorphologie und lokalem Wissen. Im ersten Schritt werden all diese Daten, wo vorhanden, ausgewertet. Dabei geht es insbesondere darum, eine erste Abschätzung über den Bestand an Wasserbau- Objekten in den verschiedenen Gebieten zu erhalten. Dieser erste Schritt dient dazu, den Aufnahmeparameter und den Erfassungsaufwand im Feld möglichst zu minimieren. Bei der Datenerhebung im Feld wird die Lokalität, Geometrie und Werkart der Objekte erfasst. Grundlage hierzu ist die (kantonale) Werkartenliste, welche regelt, was als einzelnes Objekt gilt und wie dies zu erfassen ist. Die Erfassung bzw. Verifikation der Lokalität erfolgt mit Hilfe von GPS- Messungen und den vorhandenen Kartengrundlagen. Die angestrebte Genauigkeit liegt im Submeterbereich. Ergänzend werden pro Objekt rund 10 Sachattribute erhoben und eine Grobvermessung durchgeführt (Genauigkeit: +/- 0.5 m). Abgeschlossen wird die Datenerhebung mit einer visuellen Beurteilung des bautechnischen Zustandes.

Inspektionsarbeiten

Während es sich beim Aufbau des Bauwerkinventars um eine einmalige Arbeit handelt, sind die Werkin Inspektionen wiederkehrende Tätigkeiten, welche im Rahmen des Tagesgeschäfts der Abteilung Wasserbau erfolgen. Konkret geht es darum, die im GemUR erfassten Objekte in festgelegten Zeitabständen zu visitieren und eine Sichtinspektion durchzuführen. In der Regel erfolgt diese als Positiv-

rapportierung, d.h. es werden nur sichtbare Schäden rapportiert. Geplant ist, das Inspektionsintervall abhängig vom Bauwerkstyp in der Grössenordnung von 2-5 Jahren festzulegen. Eine Ausnahme bilden Mess- und Überwachungsanlagen. Diese werden grundsätzlich jährlich überprüft und einer Funktionskontrolle unterzogen. Da sich derartige elektrotechnische Anlagen räumlich oft am gleichen Ort befinden wie Bauobjekte (z.B. Sperren), können im GemUR gezielt spezifische Inspektionslose gebildet werden. So können beispielsweise alle Pegelmesser und Warnanlagen in mehreren Gebieten im Rahmen eines Auftrages überprüft und dokumentiert werden, und zwar durch das gleiche Team. Das wiederum fördert die Arbeitsqualität und unterstützt den gezielten Aufbau von Erfahrungswissen. Die Ergebnisse der Inspektionen werden durch die kantonalen Verantwortlichen ausgewertet und bilden die Basis für das Anordnen von Unterhaltmassnahmen. Bei grösseren Mängeln können auch umfangreichere Instandsetzungsprojekte ausgelöst werden.

Stand der Arbeiten

Der Kanton Uri hat mit der Realisierung des Gewässermanagementsystems GemUR eine wichtige Voraussetzung geschaffen, um die kantonale Gewässerinfrastruktur effizient und nachhaltig bewirtschaften zu können. Der Aufbau eines Bauwerkkatasters sowie die Aufarbeitung der Archive (Stichwort Bauwerkschronologie) sind weitere wichtige Schritte, um GemUR zu einem operativ einsetzbaren Instrument zu machen, welches die Mitarbeiter der Fachstelle in ihrer täglichen Arbeit unterstützt. Die Datenbank- Applikation ist bereits seit einiger Zeit im Betrieb. Momentan fokussieren sich die Arbeiten auf die Methodenentwicklung für die Felddatenerhebung (Abbildung 3). Einerseits geht es darum, den Prozessablauf kritisch zu hinterfragen und auf ein praktisches Mass zu reduzieren. Andererseits werden

einzelne Arbeitsschritte optimiert, insbesondere um manuelle Schnittstellen zu minimieren. Der (bezüglich Ressourcenbedarf) grösste Aufwand ist der Aufbau des Bauwerkinventars sowie die damit verbundenen vor- und nachgelagerten Arbeiten. Die Grobplanung sieht vor, diesen Aufbau innerhalb der nächsten 5 Jahren abzuschliessen. Parallel dazu laufen auch konzeptionelle Überlegungen zum eigentlichen Betrieb des Gewässerinventars. Dabei geht es nicht nur um das wer und wie bei den Inspektionsarbeiten, sondern auch um die fortlaufende Aktualisierung des Bauwerkinventars. Dieser Aspekt darf nicht unterschätzt werden, da ein Datensatz verlässlich sein sollte. Dies wiederum bedingt, dass er gepflegt wird und bei der kantonalen Fachstelle die entsprechenden Personal- und Finanzressourcen bereit gestellt sind.

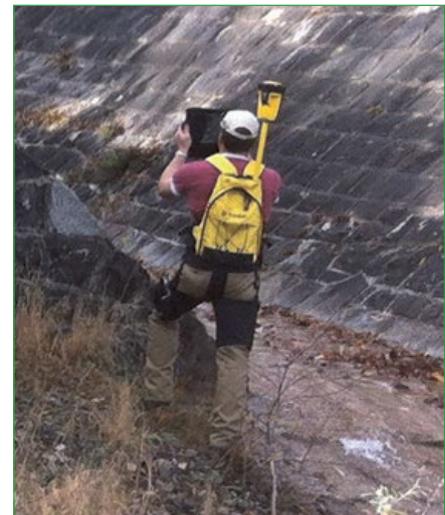


Abbildung 3: Datenerhebung in einem Gerinne, unterstützt mit einem feldtauglichen Tablet-Computer. Mit Hilfe eines GPS-Empfängers kann die räumliche Lage mit genügender Genauigkeit bestimmt werden.

Freie Bahn für die Thur - mit unsichtbaren Leitplanken

Marco Baumann (Amt für Umwelt Kanton Thurgau, Frauenfeld, marco.baumann@tg.ch)
Anita Enz (Amt für Umwelt Kanton Thurgau, Frauenfeld, anita.enz@tg.ch)

Die natürliche Dynamik der Thur zulassen und zugleich die dahinter liegende landwirtschaftliche Nutzfläche schützen: Ein Pionierprojekt des Kantons Thurgau im Auengebiet Schaffäuli auf dem Gebiet der Gemeinde Niederneunforn (Kanton Thurgau) zeigt, dass dieser Spagat gelingen kann.

Hochwasserschutz an der Thur: Fast so alt wie der Bundesstaat

Verschiedene Hochwasser im 19. Jahrhundert richteten enorme Schäden an. Schon ab 1851 wurden Pläne zur Korrektur erarbeitet, 1862 wurden sie dem Thurgauer Parlament vorgelegt, und 1869 lag das Projekt zur ersten Thurkorrektur vor, das dann ab 1874 ausgeführt wurde. 1890 war die erste Korrektur abgeschlossen. Das Resultat war eine begradigte Thur – die ehemaligen Mäander waren an den jeweils engsten Stellen durchbrochen worden – die innerhalb harter Verbauungen den Kanton durchfloss. Hochwasserschutzdämme wurden erstellt, allerdings aus so unterschiedlichem Material, dass deren Sicherheit vergleichsweise gering war. Aus dieser Zeit stammen auch die Binnenkanäle, welche das Wasser der kleinen Bäche sammeln, ableiten

und an wenigen, dafür geeigneten Stellen der Thur zuführen (Abbildung 1).

Dambruch

In den 60er und 70er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts brachen diese Dämme kurz nacheinander, was im Thurtal immense Überschwemmungen mit gravierenden Schäden zur Folge hatte. Die ersten Projekte zur Sicherung vor Hochwasser mussten auf Druck des Bundes ökologisch gestaltet werden, bevor dann, zwanzig Jahre nach den Hochwassern, endlich ein ökologisch vertretbares, vom Bund subventioniertes Projekt umgesetzt wurde.

Die zweite Thurkorrektur

1993, mehr als hundert Jahre nach der ersten Korrektur, startete die zweite Thurgauer Thurkorrektur, diese nach den Grundzügen des modernen Wasserbaus. Der Abschnitt von der Rohrerbrücke bei Frauenfeld bis zur Zürcher Grenze beim Fahrhof (Niederneunforn) wurde 2002 vollendet, der Abschnitt Schönenberg-Kradolf ist seit 2008 fertiggestellt. Weitere Etappen harren der Umsetzung. Erste Resultate und Erfahrungen mit der zweiten Thurkorrektur sind durchaus erfreulich.

Grundzüge der zweiten Thur-

korrektur

Massnahmen zur Hochwassersicherheit im Thurtal werden interkantonal mit den fünf Anrainerkantonen abgesprochen. Diese einigten sich im September 2001 darauf, einen nachhaltigen Umgang mit dem Gewässersystem zu gewährleisten. Der beschlossene Grundsatz heisst:

«Bei allen raumwirksamen Tätigkeiten und Vorhaben am Gewässersystem Thur sind die Sicherheit, die Umwelt sowie wirtschaftliche und soziale Aspekte ausgewogen zu berücksichtigen.»

Massgebend für die natürliche oder naturnahe Entwicklung der Fliessgewässer im Einzugsgebiet der Thur sind folgende Ziele:

- ausreichender Gewässerraum
- ausreichende Wasserführung
- gute Wasserqualität
- haushälterischer Umgang mit den natürlichen und wirtschaftlichen Grundlagen

In der Umsetzung heisst dies: ökologische Defizite wo möglich beheben, Dynamik zulassen, und das Gerinne verbreitern um Sohlenerosion zu reduzieren.

Das Schaffäuli - ein Auen-schutzgebiet von nationaler Bedeutung

Das Schaffäuli ist ein Auen-schutzgebiet von nationaler Bedeutung unterhalb der Altikonener Brücke bei Niederneunforn. Bei der ersten Thurkorrektur im 19. Jahrhundert war der Auenwald durch die harte Verbauung der Ufer vom Wasser getrennt worden. In den Jahren 2001 / 2002 wurde das damals „hart“ ver-

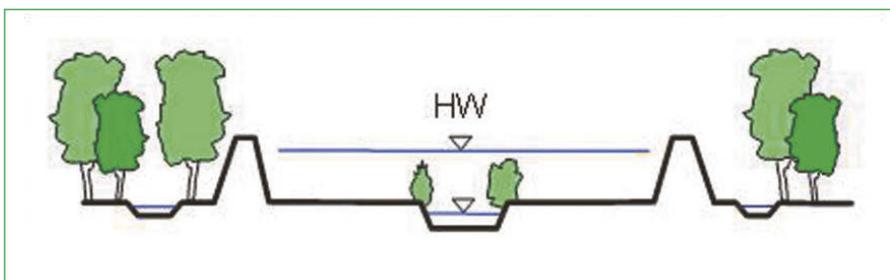


Abbildung 1: Alter Querschnitt mit Dämmen, Vorland, Gerinne, Vorland, Damm, Binnenkanal.

baute Ufer vor dem Auenwald Schaffäuli entfernt. Das Gerinne wurde aufgeweitet, um der Thur mehr Raum vor dem Auenwald zu schaffen. Gleichzeitig befestigte der Kanton Zürich das gegenüberliegende Ufer vor dem Hochwasserdamm mit Leitwerken und Buhnen. Im aufgeweiteten Mittelgerinne wurde weitgehend auf Ufersicherungen verzichtet. Es entstand dadurch ein dynamischer Gewässerraum, in dem Auflandungen und Erosion erwünscht sind. Dies bedeutet im Hinblick auf die Lebensräume eine Aufwertung für die aquatische Flora und Fauna. Zudem entstanden neue auentypische Habitate (Weich- und Hartholzauen), wodurch selten gewordene Pflanzen- und Tierarten gefördert werden.

Veränderung der Landschaft

Ab etwa 2004 hat sich die Landschaft beim Schaffäuli Jahr für Jahr verändert. Am Südufer, der Zürcher Seite der Thur, entstanden Kiesbänke. Auf ihnen brüten Flussregenpfeifer (Abbildung 2), wachsen in warmen Jahren auch mal Tomatensträucher und faulenzten Erholungssuchende in der Sonne. Die Kiesbänke lenken aber auch das Wasser ans Nordufer, das somit der Erosion ausgesetzt ist, da die harten Verbauungen entfernt worden waren (Abbildung 3).

„Die Thur mäandert wieder durch den Unterthurgau, ist dynamisch und unberechenbar - wie ein natürlicher Fluss eben sein soll, dessen Abfluss durch keinen See reguliert ist“,



Abbildung 2: Der Flussregenpfeifer; Leitart für das Monitoring der 2. Thurkorrektur, brütet wieder (Foto: AfU, Vogelschutzverein Altikon).

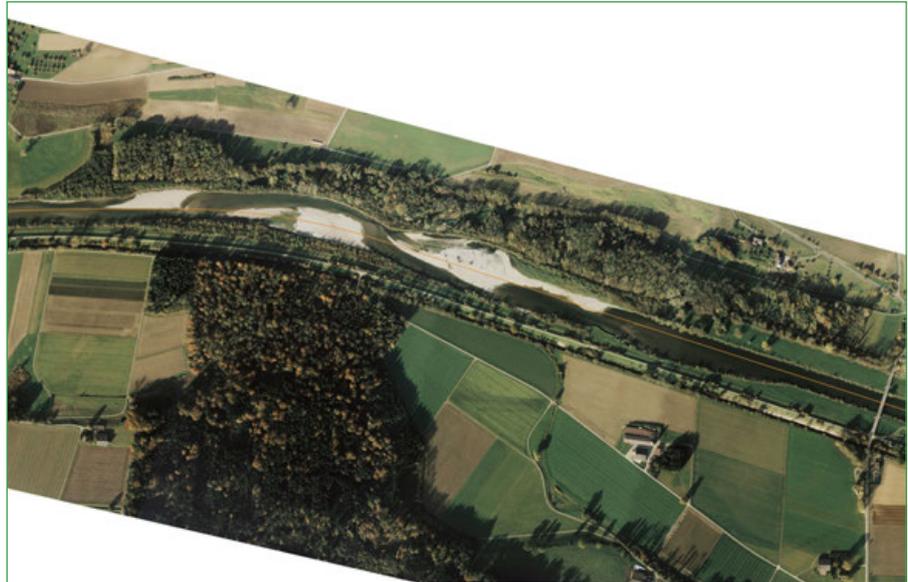


Abbildung 3: Luftbild Situation Schaffäuli 7 Jahre nach Korrektur, Herbst 2009.

sagt Marco Baumann, Leiter der Abteilung Wasserbau und Hydrometrie des thurgauischen Amtes für Umwelt.

Kulturland muss verschont bleiben

Allerdings war damals schon klar, dass die neuen Freiheiten der Thur nicht grenzenlos sein durften. Deshalb wurden eine Beobachtungs- und eine Interventionslinie festgelegt. Damit konnten zwei Ziele gleichzeitig anvisiert werden: Der Auenwald sollte in Zukunft nicht vor der Dynamik der Thur geschützt, sondern den natürlichen Kräften des Wassers ausgesetzt sein. Hingegen muss das landwirtschaft-

lich genutzte Privatland hinter dem Wald vor der Dynamik der Thur verschont bleiben. Im Jahre 2004 kaufte der Kanton das von der Erosion betroffene Grundstück von der Gemeinde Niederneunforn. In der Folge wurde die Interventionslinie hinter den Auenwald verlegt. Vor der Interventionslinie wurde in 40 Metern Abstand flusswärts die sogenannte Beobachtungslinie definiert (Abbildung 4). Wird diese Linie von der Erosion erreicht, müssen von den zuständigen Stellen Entscheide gefällt werden.



Abbildung 4: Beobachtungs- und Interventionslinien im Schaffäuli.

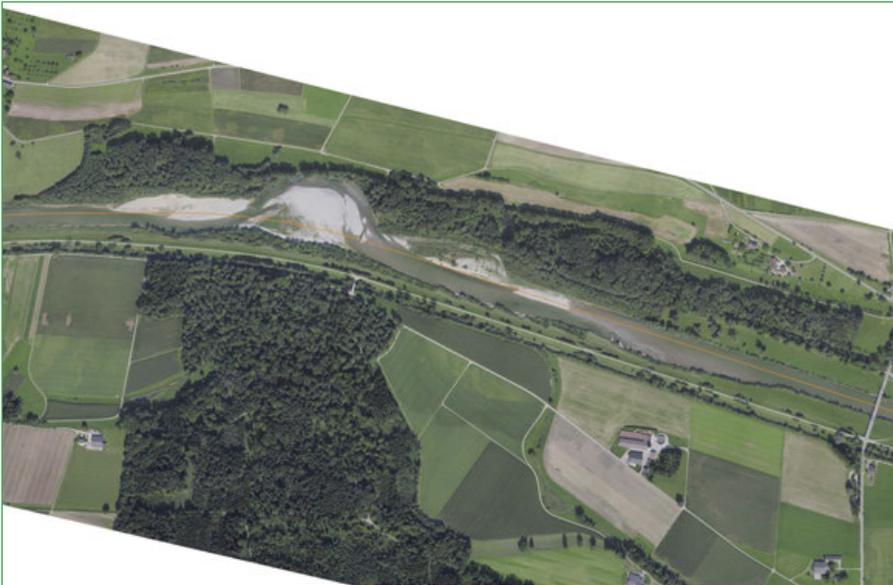


Abbildung 5: Luftbild Schafftäli, Herbst 2012.

Fünzig Meter lange Leitwerke im Boden

Ab dem Jahre 2010 wurden die Erosionen auf der Thurgauer Seite gross und spürbar. Bäume fielen ins Wasser, weil sie unterspült waren und behinderten den beliebten Kanusport auf der Thur. Für die Bootssportler mussten Warnsignale angebracht werden – dies, obwohl

die Thur nirgends als schiffbares Gewässer geführt wird. 2011 erreichten die Erosionen zum ersten Mal die Beobachtungslinie und in den Jahren 2012 und 2013 überschritt die Thur die Beobachtungslinie auf einer Länge von 100 Metern (siehe Abbildung 5). Um weitere Seitenerosionen zu verhindern, welche die angrenzenden landwirtschaftlichen Nutz-

flächen gefährden, liess der Kanton Thurgau bei der Interventionslinie Leitwerke zu deren Sicherung erstellen. Die Sofortmassnahmen wurden ab Dezember 2014 und nach einem Unterbruch im Frühjahr 2015 umgesetzt und im Frühsommer 2015 beendet. Sechs im Abstand von 20 Metern angeordnete, je 50 Meter lange und 5 bis 6 Meter tief im Boden fundierte Leitwerke sorgen jetzt dafür, dass die im Prinzip gewünschte Dynamik der Thur auch langfristig keine Schäden am Kulturland nach sich zieht (Abbildung 6).

Erfahrungen werden genutzt

Die Bauarbeiten haben 985000 Franken gekostet, wovon der Bund 35 Prozent trägt. Den einen oder anderen Steuerzahler mag es etwas „fuchsen“, dass es auf dem Gelände nichts ausser landwirtschaftlicher Nutzfläche zu sehen gibt. Denn im Gegensatz zu den einstigen harten Uferverbauungen entfalten die Steinverbauungen ihre Wirkung unter der Erdoberfläche – das Auge geniesst die unberührte Natur – jedenfalls solange die Seitenerosion die Verbauungen nicht erreicht (siehe Abbildung 7).



Abbildung 6: Die Leitwerke werden tief im Boden fundiert und nachher zugeschüttet.



Abbildung 7: Bilder nach Bauabschluss, Sommer 2015.

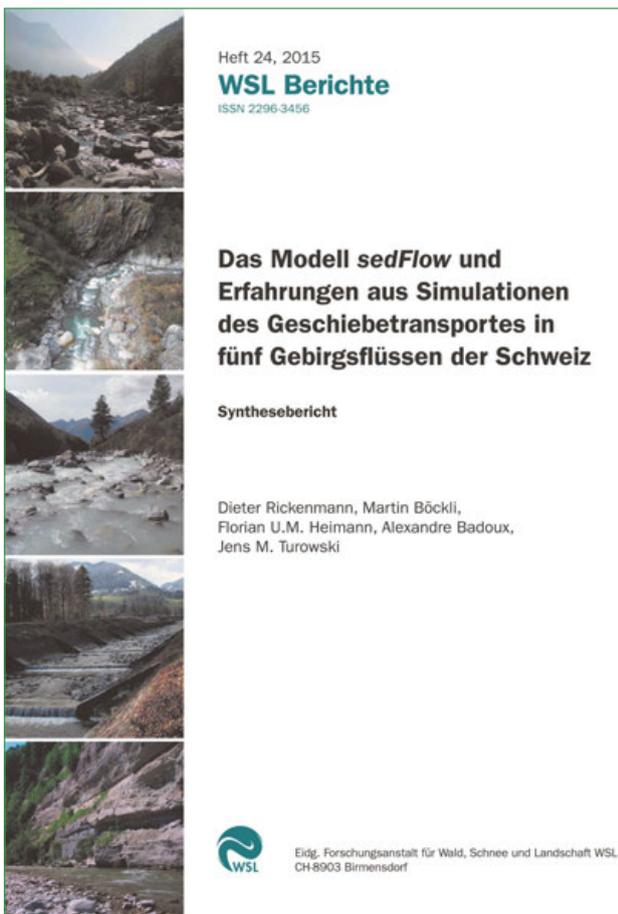
Literaturhinweis

Das Modell *sedFlow* und Erfahrungen aus Simulationen des Geschiebetransportes in fünf Gebirgsflüssen der Schweiz. Synthesebericht.

Autoren: Dieter Rickenmann, Martin Böckli, Florian Heimann, Alexandre Badoux, Jens Turowski

Herausgeberin: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; WSL Berichte, Heft 24, 2015, ISSN 2296-3456

PDF Download: www.wsl.ch/publikationen/pdf/14594.pdf



An der Eidg. Forschungsanstalt WSL wurde in den letzten Jahren das Programm *sedFlow* zur eindimensionalen Simulation des Geschiebetransportes in steilen Gerinnen entwickelt. Dabei wurden neuere Ansätze sowohl zur Berechnung des Fließwiderstandes als auch der Sedimenttransportraten implementiert. Als weiteres neues Element wurde im Programm *sedFlow* auch die Option eingebaut, seitliche Sedimenteinträge aus Wildbachgerinnen vorzugeben, welche zum Beispiel im Falle von Murgängen bedeutende Feststoffmengen in die Gebirgsflüsse liefern können.

Im vorliegenden Bericht fassen wir unsere Erkenntnisse zusammen, die auf der Anwendung des Programmes *sedFlow* in fünf Gebirgsflüssen der Schweiz basieren. Die Untersuchungen wurden im Rahmen von zwei Projekten durchgeführt, nämlich «Feststofftransport in Gebirgseinzugsgebieten» im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) der Schweiz sowie «SEDRIVER» im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes NFP61 des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF).

Die Detailberichte zu den fünf modellierten Gebirgsflüssen sind zu finden unter: www.wsl.ch/sedflow.

(August 2015, D. Rickenmann)

