

<b>Zeitschrift:</b>	Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	107 (2015)
<b>Heft:</b>	4
<b>Artikel:</b>	Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fliessgewässern
<b>Autor:</b>	Prise de position concernant les déversoirs latéraux aménagés sur des cours d'eaux
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-941862">https://doi.org/10.5169/seals-941862</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern

Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN) und Kommission für Hochwasserschutz (KOHS)

## Zusammenfassung

Die Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN) und die Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpfllege (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](http://www.fan-info.ch)) und des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes ([www.swv.ch](http://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](http://www.fan-info.ch)) et de l'association pour l'économie des eaux ([www.swv.ch](http://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 Uferero-

sion 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 Gewässerpfllege des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (KOHS) eine Empfehlung erarbeitet. Mit der Empfehlung wird angestrebt, dass der Prozess Ufererosion in zukünftigen Gefahrenbeurteilungen einheitlich und nachvollzieh-

bar 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](http://www.fan-info.ch)) und des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes ([www.swv.ch](http://www.swv.ch)) bezogen werden. Eine französische Fassung ist in Vorbereitung. Der Artikel erscheint zeitgleich in der Fachzeitschrift «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 Bild 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 Gefahrenbeurteilung in der Schweiz an und ist in die üblichen Bearbeitungsschritte Grundszenarien, Schwachstel-

lenanalyse und Wirkungsanalyse unterteilt (Bild 3). Für jedes definierte Grund- szenario werden die Schwachstellen- und Wirkungsanalysen einzeln durchlaufen. Im Rahmen der Schwachstellenanalyse werden aufgrund der Morphologie des Gewässers und der bekannten Erosions- stellen die massgebenden Gefährdungs- bilder definiert. Anschliessend werden für diese Gefährdungsbilder die Belastungs- grössen auf das Ufer und der Erosions- widerstand des Ufers beurteilt. Wird für einen Gewässerabschnitt die Möglichkeit der Ufererosion erkannt, werden im Rah- men 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 Geschiebezufluss  $G$  und die Holzzufuhr  $H$  für Hochwasserszenarien unterschiedlicher Jährlichkeit bestimmt.

### 4. Schwachstellenanalyse

#### 4.1 Bekannte Erosionsstellen

Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Beurteilung der Gefahr von Ufererosion sind Ab- klärungen 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 Be- gehung vor Ort oder lokale Wissensträger.

#### 4.2 Morphologie

Die Morphologie des Gewässers und die im Gerinne ablaufenden Prozesse (Abfluss, Auflandung, Sohlenerosion, Ufer- erosion) 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 Ufererosion müssen deshalb die aktuelle Gerinneform (verzweigt, mäandrierend oder gestreckter Verlauf) sowie deren mögliche Veränderungen während eines Hochwasserereignisses berücksichtigt



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



Bild 2. Bearbeitungstiefe in Abhängigkeit der Art des Gefahrengutachtens.

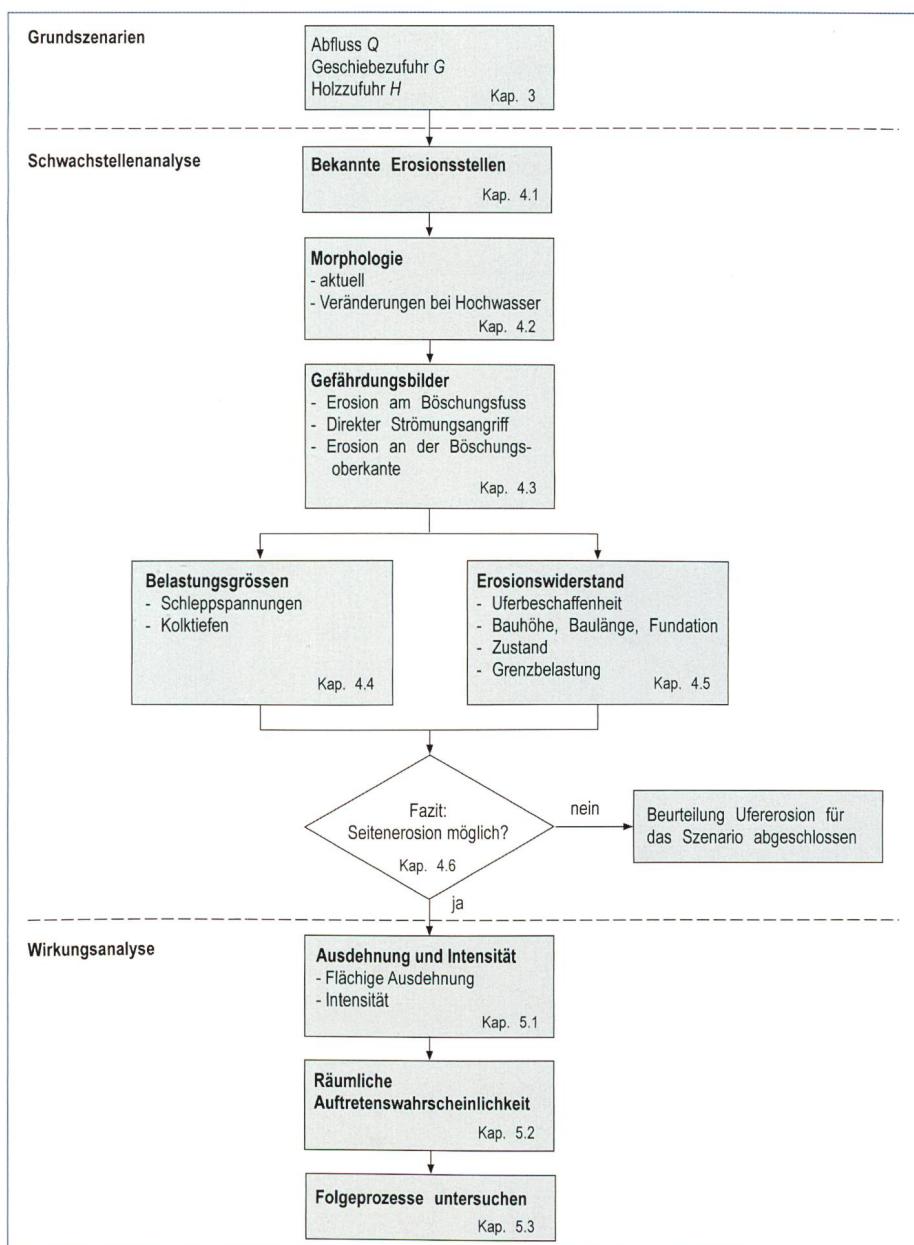


Bild 3. Genereller Ablauf zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion.

werden. Der Geschiebetransport sowie Auflandungs- und Erosionsprozesse während eines Hochwassersereignisses 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 zum 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.

**4.3.1 Erosion am Böschungsfuss**  
Sohlenerosion, Kolkbildung oder die Erosion des Böschungsfusses destabilisieren die Böschung, so dass diese nachrutscht (*Bild 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.

### 4.3.2 Direkter Strömungsangriff

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

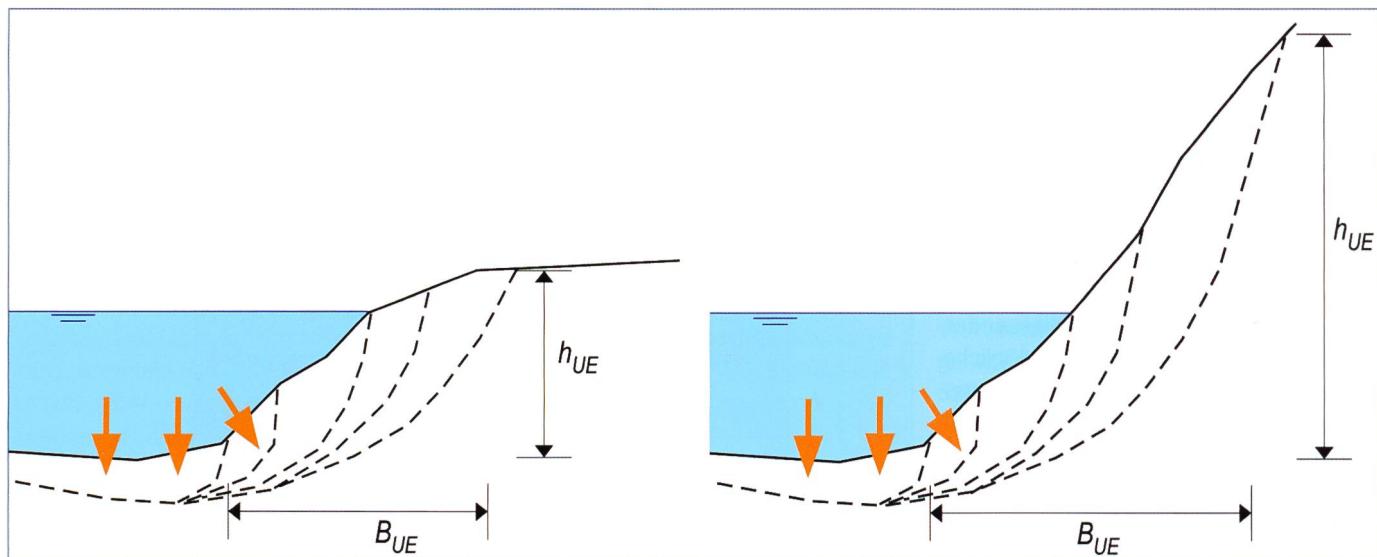
Veränderungen der Sohlenlage während eines Hochwassersereignisses führen dazu, dass sich der Angriffspunkt der Beanspruchung nach oben oder unten verschiebt.

### 4.3.3 Erosion an der Böschungs-oberkante

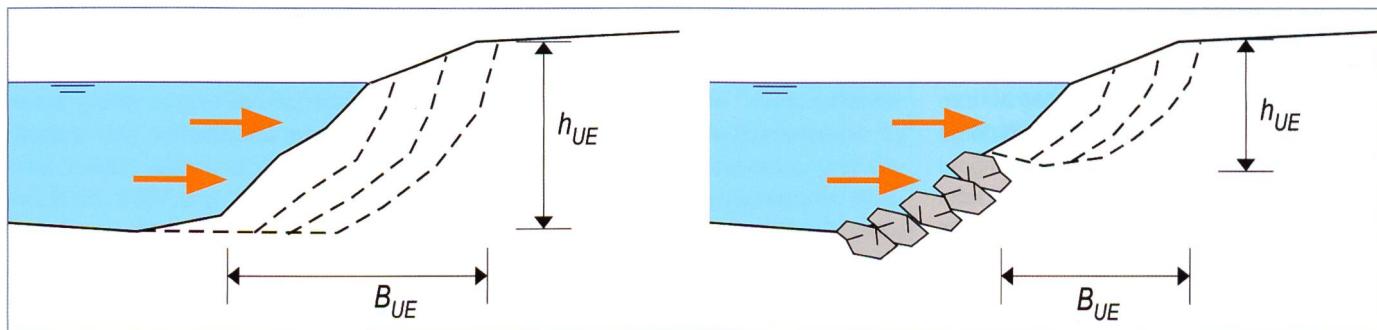
Durch Überströmen der Böschungs-oberkante oder durch Hinterspülén der Ufer-sicherung wird die Böschungs-oberkante erodiert (*Bild 6*). Dieser Erosionsprozess ist an den Austritt von Wasser aus dem Gerinne gekoppelt und hängt unter anderem von der Sohlenlage während eines Hochwassers ab. Auch rückfliessendes Wasser kann zu einer Erosion der Böschungs-oberkante führen.

### 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.



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



**Bild 5.** Ufererosion durch direkten Strömungsangriff.

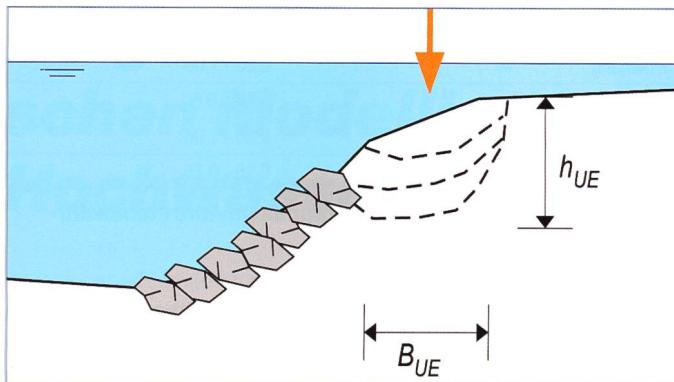


Bild 6. Erosion an der Böschungsüberkante.

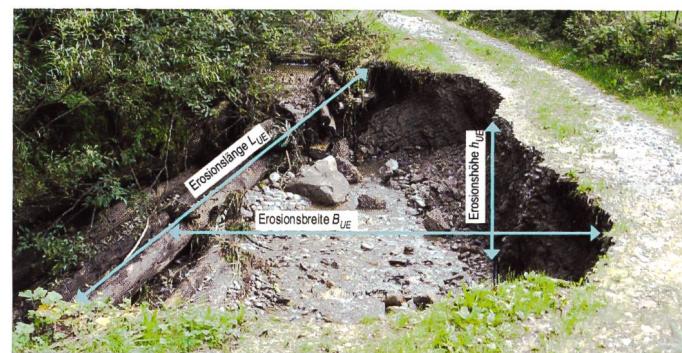


Bild 7. Bezeichnungen für das Ausmass der Erosion. Foto: Amt für Wald des Kantons Bern (KAWA), 2005.

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

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

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

Tabelle 2. Vorgehen zur Beurteilung des Widerstandes der Böschung.

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

Tabelle 3. Vorgehen zum Fazit der Schwachstellenanalyse.

## 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).

## 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 Grundszenario 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 (Bild 7). Verschiedene Untersuchungen von vergangenen Hochwassereignissen, bei welchen typische Erosionslängen und Erosionsbreiten beobachtet wurden, geben Hinweise zur Bestimmung des Erosionsausmasses (Bachmann, 2012, Krapesch et al., 2011, Hunzinger und Durrer, 2008).

#### 5.1.1 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, Unregel-

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

Tabelle 4. Intensitätsstufen der Ufererosion.

mässigkeiten) 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 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.

### 5.1.2 Intensität

Als Mass für die Intensität der Ufererosion wird die Erosionshöhe ( $h_{UE}$ ) herbeigezogen. Sie wird lotrecht von der Böschungsoberkante bis zur ursprünglichen Sohle der Erosionsstelle gemessen (Bild 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.

## 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 ausgeschieden, zum Beispiel bei verzweigten Gerinnen, ist die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit geringer. Tabelle 5 gibt einen Hinweis auf mögliche Werte, mit denen die räumliche Auftretens-

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

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

wahrscheinlichkeit beziffert werden 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.

## 5.3 Folgeprozesse

Die Ufererosion in einem Fliessgewässer kann folgende Prozesse auslösen:

- Es werden Feststoffe mobilisiert (Geschiebe, Schwemmholz, am Ufer gelagerte Gegenstände), welche weiter flussabwärts transportiert werden und dort durch Ablagerung oder Verklauung 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 Schwemmholz 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 unre-

gelmässigem Querschnitt oder Unsicherheiten bei der Bestimmung von Fundatinstiefen 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.

## Literatur

- Bachmann, A., 2012. Ausmass und Auftreten von Seitenerosionen bei Hochwasserereignissen. Geographisches Institut der Universität Bern, Bern.
- FAN KOHS, 2015. Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fliessgewässern. [www.fan-info.ch](http://www.fan-info.ch) bzw. [www.swv.ch](http://www.swv.ch).
- Hunzinger, L., 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., Petrascheck, A., 1997. Empfehlungen zur Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Wasserkirtschaft 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 dankt allen, die mit ihren Diskussionsbeiträgen an der Empfehlung mitgewirkt haben und dankt dem Bundesamt für Umwelt für die Finanzierung des Projektes.

## Autoren

Mitglieder der Arbeitsgruppe Ufererosion der Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN) und der Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege (KOHS): Lukas Hunzinger, Annette Bachmann, Ralph Brändle, Paul Dändliker, David Jud und Mario Koksch.