

# 1 > Förderung der Dynamik bei Revitalisierungen

Christoph Scheidegger, Silke Werth, Walter Gostner, Anton Schleiss, Armin Peter

*Naturnahe Fliessgewässer sind dynamische Systeme: Gewässersohle und Ufer werden regelmässig durch Hochwasser umgestaltet, wodurch neue Lebensräume entstehen. In den letzten Jahrzehnten wurde diese Dynamik vielerorts eingeschränkt, weil zahlreiche Fliessgewässer verbaut wurden. Ein wichtiges Ziel von Revitalisierungen ist, sie wiederherzustellen. Das vorliegende Merkblatt präsentiert Grundlagen für die Förderung der Dynamik.*

## Natürliche Dynamik von Fliessgewässern

Die Abschnitte eines Fliessgewässers bestehen aus aquatischen, amphibischen und terrestrischen Lebensräumen, die durch bestimmte Prozesse geprägt werden. Diese Prozesse lassen sich durch ihre Häufigkeit und Intensität beschreiben. Dazu gehören: saisonale Schwankungen des Abflusses, des Geschiebetransports und der Wassertemperatur sowie natürliche Abflussschwankungen mit Periodizitäten zwischen Stunden, Tagen, Jahren und Dekaden. Eine natürliche Dynamik ist deshalb die Voraussetzung für die Erhaltung und Förderung von naturnahen Fliessgewässern und deren Vernetzung in Raum und Zeit.

Eine ausgeprägte Abfluss- und Geschiebedynamik fördert eine hohe Habitatvielfalt (MB 2, Biodiversität in Fliessgewässern) und weitere Elemente der Biodiversität sowie die Ökosystemleistungen von Fliessgewässern (Staub *et al.* 2011). Zudem weisen naturnahe, morphologisch vielfältige Fliessgewässer eine hohe Pufferwirkung gegenüber extremen Hochwassern auf, und sie wirken sich positiv auf die Grundwasserinfiltration und die Erholungsfunktion einer Landschaft aus. Bei verminderter Abfluss- und Geschiebedynamik ist die Lebensraumvielfalt eingeschränkt.



*Dynamischer Flussverlauf an der Sense (BE/FR).*

Foto: Stephanie Speiser

### Neubildung von Lebensräumen

Die saisonale Abflussdynamik und der Geschiebetransport schaffen Mikrohabitate in der Gewässersohle, die für viele Tiere aquatischer Lebensgemeinschaften wichtig sind, sowohl für die Reproduktion als auch für die späteren Entwicklungsstadien und die adulten Tiere. Die terrestrischen Lebensräume hingegen – von den Kiesbankfluren und Flussröhrichten bis zu den Auenwäldern – sind durch eine Abfolge unterschiedlicher Störungshäufigkeiten und -intensitäten geprägt (Abb. 1). Damit die Lebensräume von ihren charakteristischen Lebensgemeinschaften besiedelt werden können, müssen die Habitate verfügbar sowie zeitlich und räumlich vernetzt sein.

Die Lebensräume von Fließgewässern lassen sich nicht statisch erhalten, sondern werden durch die Abflussdynamik und den Geschiebetransport fortwährend neu geschaffen, insbesondere durch Hochwasser. Bei grösseren Hochwassern wird die Gerinnemorphologie räumlich und zeitlich verändert. Bei grossräumigen und bettbildenden Abflüssen werden Lebensräume zerstört, und es wird Raum für neue geschaffen. Bei kleineren Hochwassern bleiben Teilbereiche der Gewässersohle und der Grossteil der Ufer oft unverändert. Bei grösseren Hochwassern hingegen kommt es zu einer kompletten Umlagerung der Gewässersohle und einer Neubildung von Lebensräumen sowohl in der Gewässersohle als auch an den Ufern. Sehr grosse Hochwasser (Wiederkehrzeit > 30 Jahre) können zu einer kompletten Verlegung eines Fließgewässers (einschliesslich der Ufer) führen.

Aus ökologischer Sicht ist die Dynamik eines Fließgewässers ausreichend, wenn sie die ganze Vielfalt an standorttypischen Habitaten und Lebensgemeinschaften schafft. In den meisten Fließgewässern der Schweiz ist die Dynamik durch flussbauliche Massnahmen, Entnahme von Geschiebe und die Regulierung des Abflusses stark reduziert worden (Flussrevitalisierungen: eine Übersicht). Dies hat zu einem starken Rückgang und der Gefährdung vieler Arten geführt, die an spezifische Lebensräume von Fließgewässern gebunden sind (Tab. 1).

### Hochwasser helfen Fischen

Kieslaichende Fische wie die Bachforelle sind für ihre Fortpflanzung auf Hochwasser angewiesen. Diese reinigen das Kiesbett von feinen Sedimenten und sorgen damit für die zur Laichablage notwendigen Substrateigenschaften. Allerdings müssen die Hochwasser jahreszeitlich versetzt zur Eiablage stattfinden, weil die im Kies abgelegten Eier während ihrer Entwicklung auf Abflüsse ohne Geschiebeumlagerung angewiesen sind. Im ersten Lebensjahr leben junge Bachforellen in sogenannten Riffles (d. h. in schnell fließenden, untiefen Arealen). Grössere und adulte Bachforellen bevorzugen hingegen tiefe Areale, welche durch Hochwasser gebildet werden.

Das Vorkommen von Fischen ist generell an kleinräumige und wechselnde Mikrohabitate gebunden. In Fließgewässern werden diese im Verlaufe eines Jahres mehrmals zerstört (2- bis 10-mal) und wieder neu geschaffen. Dies zeigt, wie wichtig Dynamik in Fließgewässern ist. Sie lässt Lebens-

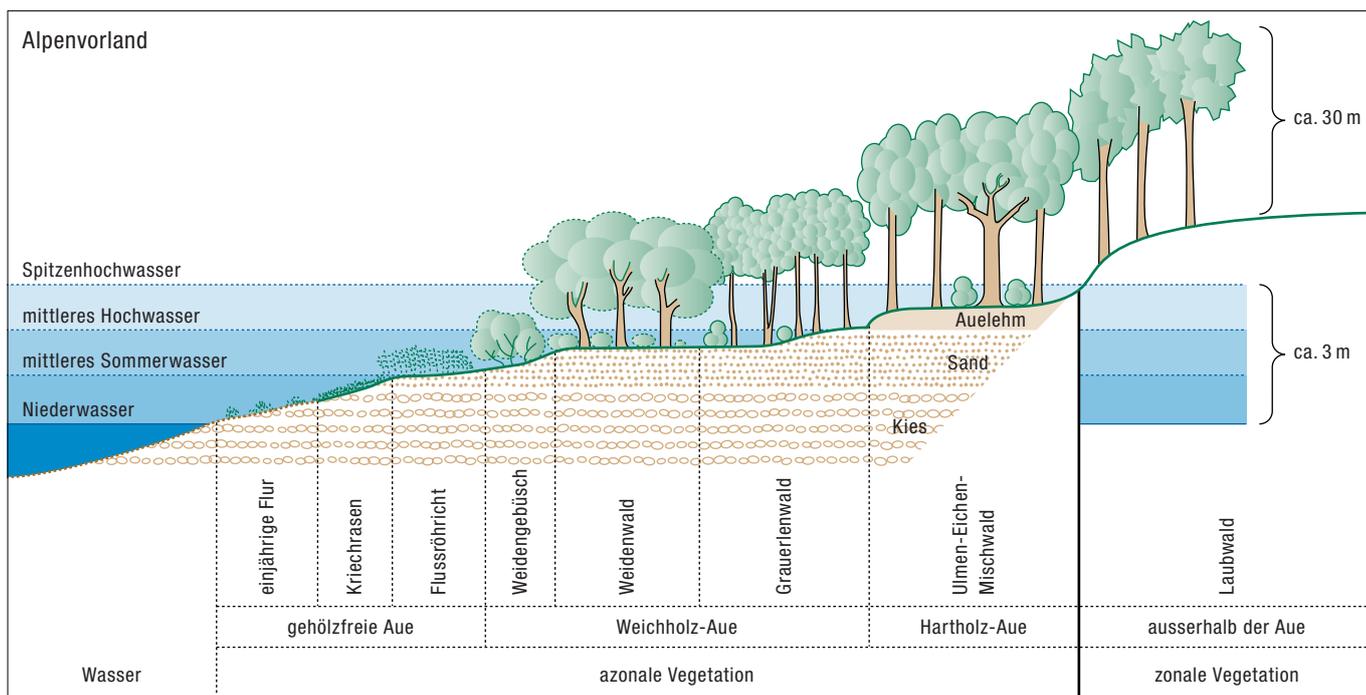


Abb. 1 Schematischer Querschnitt durch die Auenvegetation am Mittellauf eines Fließgewässers des Alpenvorlands. Illustration nach Ellenberg und Leuschner 2010

räume wie strukturierte Uferzonen und saisonal überflutete Areale für Fische und andere aquatische Tiere entstehen. Die Struktur und die Dichte von Lebensgemeinschaften sind eine Reaktion auf diese Dynamik und führen zur Ausbildung von Nahrungsnetzen.

### Sedimentumlagerungen fördern Biodiversität

Für die Pflanzen- und Tiergesellschaften der Auenstandorte (Abb. 2) ist die Wiederkehrzeit von Sedimentumlagerungen entscheidend. Dabei werden zwar vorhandene Lebensräume zerstört, aber auch neue Kies- und Sandbänke aufgeschüttet (MB 2, Biodiversität in Fließgewässern). Ein solches dynamisches Gleichgewicht führt zur Erhaltung von Lebensräumen und damit von Arten, die für Fließgewässer charakteristisch sind (Tab. 1). Damit die neu entstandenen Lebensräume von auentypischer Vegetation besiedelt werden können, muss die Sedimentumlagerung in einer bestimmten Jahreszeit erfolgen. Für Pflanzen, die sich über das Wasser ausbreiten, müssen die kiesbankumlagernden Hochwasser im Sommer stattfinden. Zu diesem Zeitpunkt sind die Samen reif und können sich erfolgreich ausbreiten. Bei sogenannten ökologischen Flutungen von Restwasserstrecken muss der Zeitpunkt der Flutung an den Lebenszyklus der Pflanzen und die Lebenszyklen der aquatischen Organismen angepasst werden.

Bei der Projektierung von Revitalisierungen sollten die Lebenszyklen der Arten berücksichtigt werden. Nur so können Massnahmen wie das ökologische Fluten von Gewässerabschnitten oder Kraftwerkspülungen optimal terminiert werden. Die Keimfähigkeit vieler auentypischer Strauch- und Baumarten beschränkt sich auf wenige Tage, und für einige Arten ist eine erfolgreiche Etablierung von Keimlingen nur auf durchfeuchteten Sedimenten kurz nach ihrer Ablagerung möglich. Terrestrische Lebensgemeinschaften können sich oft auf relativ kleinen Habitatinseln etablieren, sofern diese räumlich vernetzt sind (Box 1). Die Flächenangaben in Tabelle 2 sind als Minimalflächen zu verstehen, welche ein kurzfristiges Überleben der Lebensgemeinschaften erlauben. Eine Strahlwirkung (MB 4, Vernetzung von Fließgewässern) kann von kleinen Flächen nicht erwartet werden.

Viele terrestrische Arten, besonders die auf Kiesbänken lebenden Spezialisten wie die Tamariske, sind auf ein regelmässiges Wiederkehren (Tab. 2) von Störungen wie Hochwasser angewiesen (Abb. 3). Bleiben solche Störungen aus, verbuschen die Kiesbänke und entwickeln sich langfristig zu Auenwäldern. Die spezialisierten Arten der Kiesbänke verschwinden (Abb. 2). Wenn die Störungen zu häufig auftreten, werden mehr Vorkommen seltener, spezialisierter Arten zerstört als neu aufkommen, was langfristig zum lokalen Aussterben führt (MB 2, Biodiversität in Fließgewässern). In höher gelegenen und seltener überfluteten Auenbereichen sind langfristig ablaufende, vom Menschen möglichst ungestörte Suk-

### > Tabelle 1

Durch mangelnde Gewässerdynamik beeinflusste Habitattypen und Anzahl gefährdeter Arten (nach Delarze und Gonseth 2008).

Habitattyp	Gefährdete Arten
Äschenregion	15
Auen-Weidengebüsch	2
Bachröhricht	8
Brachsen- und Barbenregion	17
Flusskies-Pionierflur	10
Grauerlen-Auenwald	2
Hartholz-Auenwald	8
Obere Forellenregion	3
Stillwasser-Röhricht	22
Weichholz-Auenwald	2
<b>Total</b>	<b>87</b>

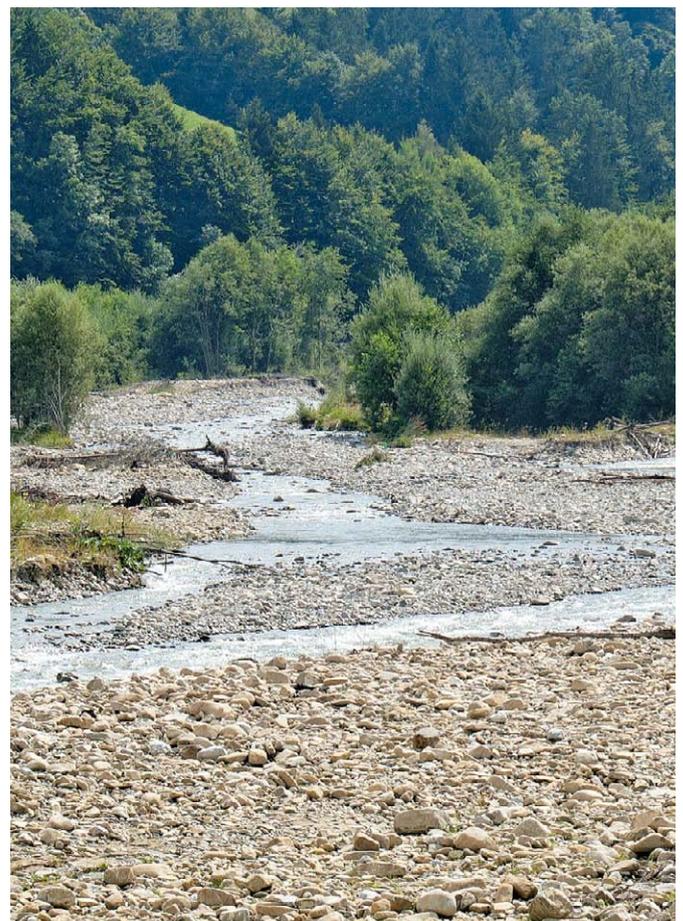


Abb. 2 Der Oberlauf der Sense bei Plaffeien (FR) ist ein Beispiel für ein Fließgewässer mit natürlicher Dynamik. Bei grossem Hochwasser wird die Vegetation der Kiesbänke zerstört, und es bilden sich neue Kiesbänke, die von spezialisierten Pionierarten besiedelt werden. Foto: Christoph Scheidegger

zessionen wichtig damit sich alte, reife Gehölzstrukturen entwickeln können.

### Ziele von Revitalisierungen

Revitalisierungen haben zum Ziel, den Gewässern eine natürliche Dynamik und einen optimalen Strukturreichtum zurückzugeben. Bei beschränktem Raumangebot muss ein Kompromiss zwischen den verschiedenen Bedürfnissen gefunden werden. Flussbauliche Massnahmen müssen so gestaltet werden, dass eine möglichst grosse strukturelle Vielfalt an aquatischen und terrestrischen Lebensräumen entsteht. Diese wiederum wirken sich positiv auf die Artenvielfalt der Gewässer aus. Selbst ein unvermeidbarer Blockwurf sollte über dem Mittelhochwasserbereich mit Lockermaterial überschüttet werden, damit sich durch natürliche Sukzession eine Ufervegetation etablieren kann. Die Uferlinie eines Blockwurfes in einem nahezu geraden Gewässerabschnitt sollte geschlängelt ausgebildet werden, da dadurch die Strömungsvielfalt erhöht wird. Strukturreichtum ist immer das Resultat eines dynamischen Fliessgewässers, welches regelmässig Geschiebe im Gerinne umlagert und lokale Gerinne-Erosion verursacht.

### Hochwasserschutz und Dynamik

Hochwasserschutzprojekte müssen naturnah ausgeführt werden (Art. 4 Wasserbaugesetz, SR 721.100, und Art. 37 Gewässerschutzgesetz, SR 814.20). Diese sollten die Dynamik nur so weit als nötig einschränken und die Strukturvielfalt so gut wie möglich fördern: Entsprechend dem Zitat «Das Wasser ist ein freundliches Element für den, der damit bekannt ist und es zu behandeln weiss» (von Goethe 1809) muss sich Hochwasserschutz an der genauen Kenntnis der während eines Hochwassers ablaufenden Prozesse orientieren. Nur so können Hochwasserschutzmassnahmen am richtigen Ort eingesetzt und die Eingriffe in das Gewässer minimiert werden. Bis zum Anfang der 1990er-Jahre waren die Massnahmen in erster Linie auf den Widerstand gegenüber den Strömungskräften sowie auf den Geschiebetransport ausgerichtet. Heute haben sie auch zum Ziel, Qualität und Vernetzung der Fliessgewässer zu erhöhen (Flussrevitalisierungen: eine Übersicht).

Unter konstruktivem Hochwasserschutz werden bauliche Massnahmen verstanden, welche die Fliessgewässer gegen gefährliche Gerinne-Erosionen schützen und gleichzeitig die Abflusskapazität bei Hochwasser gewährleisten. Die ausreichende Abflusskapazität umfasst dabei nicht nur das Wasser, sondern auch das Geschiebe und das Schwemmholtz. Konstruktiver Hochwasserschutz schränkt die bei Hochwasser ablaufenden Prozesse wie Erosion, Ablagerung und Ausuferung ein und reduziert somit zwangsläufig die Gewässerdynamik. Naturnah realisierte Hochwasserschutzprojekte sollten eine natürliche Dynamik so weit wie möglich zulassen. Diese benötigen jedoch viel Raum, welcher in stark besiedelten Gebie-

### > Box 1: Sedimentumlagerungen und Wiederkehrzeiten

Zur langfristigen Erhaltung flussbegleitender Lebensräume sind spezifische Wiederkehrzeiten von Kiesbankumlagerungen notwendig. Minimale Schwellenwerte dürfen nicht unterschritten, maximale Werte nicht überschritten werden, damit die Zielarten der Lebensgemeinschaften ihren Lebenszyklus vollständig durchlaufen können. Damit bei Revitalisierungen neue Lebensräume entstehen, müssen sie mit bereits existierenden Lebensräumen des gleichen Typs vernetzt werden (Werth *et al.* 2011; MB 4, Vernetzung von Fliessgewässern). Der in Tabelle 2 angegebene minimale Flächenbedarf bezieht sich deshalb auf die Grösse eines Bestandes. Die gesamte benötigte Fläche für das langfristige Überleben der regionalen Lebensgemeinschaft inklusive ihrer aquatischen und aentypischen Arten ist um mindestens den Faktor 10 höher anzusetzen.

### > Tabelle 2

Die terrestrischen Lebensräume der Fliessgewässer (nach Delarze und Gonseth 2008), ihr minimaler Flächenbedarf zur kurzfristigen Erhaltung der charakteristischen Artenvielfalt sowie die minimale und die maximale Wiederkehrzeit von Kiesbankumlagerungen.

Lebensraum	Minimaler Flächenbedarf	Minimale Wiederkehrzeit	Maximale Wiederkehrzeit
Flusskies-Pionierflur	0,5 ha	3 Jahre	8 Jahre
Auen-Weidengebüsch	0,5 ha	8 Jahre	15 Jahre
Röhrichte	0,5 ha	8 Jahre	15 Jahre
Weichholz-Auenwald	1 ha	15 Jahre	40 Jahre
Grauerlen-Auenwald	1 ha	15 Jahre	40 Jahre
Quellfluren	100 m <sup>2</sup>	50 Jahre	>150 Jahre
Hartholz-Auenwald	10 ha	40 Jahre	>150 Jahre

ten nur noch beschränkt verfügbar ist. In vielen Fällen kann deshalb nur eine eingeschränkte Dynamik erreicht werden. Diese sollte aber in den verfügbaren Grenzen ausgenutzt werden. Auch eine kleinräumige Dynamik kann ökologisch wertvoll sein, weil der Strukturreichtum und somit die verfügbaren Lebensräume erhöht werden. Damit in besiedelten Gebieten die Dynamik bei Hochwasser nicht unkontrollierbar abläuft, sind bauliche Hochwasserschutzmassnahmen jedoch oft unabdingbar.

### Empfehlungen für die Praxis

Die Forschung ist zurzeit noch weit davon entfernt, ein quantitatives Modell vorstellen zu können, in welchem Abflussparameter, Gerinnemorphologie und Biodiversität in direkte Beziehung zueinander gestellt werden. Einzig für Teilsysteme sind solche Aussagen möglich (WSL *et al.* 2008). Das Ziel

jeder Revitalisierung sollte sein, die naturnahe Dynamik eines Fließgewässers zu fördern, weil die Gerinnemorphologie und die aquatische und terrestrische Biodiversität durch die Gewässerdynamik gesteuert werden. Auch bei Hochwasserschutzprojekten gilt es, Dynamik zuzulassen. Für Empfehlungen, welche speziell den Hochwasserschutz betreffen, sei auf die Wegleitung des Bundesamts für Wasser und Geologie (BWG 2001) und deren Aktualisierung sowie auf die Erweiterung des BAFU verwiesen (Wegleitung Hochwasserschutz und Revitalisierungen an Fließgewässern, ab 2012).

Revitalisierungen bezwecken die Wiederherstellung der natürlichen Funktionen eines verbauten, korrigierten, überdeckten oder eingedolten oberirdischen Gewässers mit baulichen Massnahmen (GSchG, Art. 4 Bst. m; Flussrevitalisierungen: eine Übersicht). Dabei kommt der Wiederherstellung der Dynamik eine wichtige Rolle zu. Folgende Punkte sollten berücksichtigt werden:

- > Der Wiederherstellung des hydrologischen Regimes kommt eine entscheidende Rolle zu: Ohne bettbildende Abflüsse sind Revitalisierungen nicht erfolgreich, auch wenn eine vielfältige Gerinnemorphologie oder gute Voraussetzungen beim Geschiebe vorhanden sind.
- > Damit die Dynamik wiederhergestellt werden kann, ist ein ausgeglichener Geschiebehaushalt notwendig, d. h., ein Fließgewässer muss eine hohe Geschiebedurchgängigkeit aufweisen. Fehlt der Geschiebeeintrag von oben, tieft sich der Hauptarm durch die hydrologische Dynamik

innerhalb weniger Hochwasserereignisse ein. Umgekehrt ist auch ein übermässiger Geschiebeeintrag problematisch, denn er kann zu Auflandungen führen.

- > Den Fließgewässern muss Raum gegeben werden, damit Umlagerungen des Kiesbetts und Geschiebetransport möglich sind und so die aquatischen und auentypischen Lebensgemeinschaften gefördert werden können. Das Raumangebot für charakteristische Lebensgemeinschaften und Arten der Fließgewässer ist zu vergrössern. Die Flächenangaben in Tabelle 2 sind als Minimalangaben zu verstehen.
- > Kleinflächige Habitate, die bereits vor einer Revitalisierung vorhanden waren, haben einen hohen Wert für aquatische und auentypische Lebensgemeinschaften und für Populationen seltener Arten. Hingegen werden die bei Revitalisierungen neu geschaffenen und isolierten Habitate oft nicht oder nur langfristig (innerhalb vieler Jahre) besiedelt.
- > Ein hoher Grad an Vernetzung zwischen auentypischen Lebensgemeinschaften kann den Erfolg von Revitalisierungen auch bei relativ kleinen Habitaten erhöhen. Es ist darauf zu achten, dass der Lebensraumverbund an Fließgewässern gefördert wird.

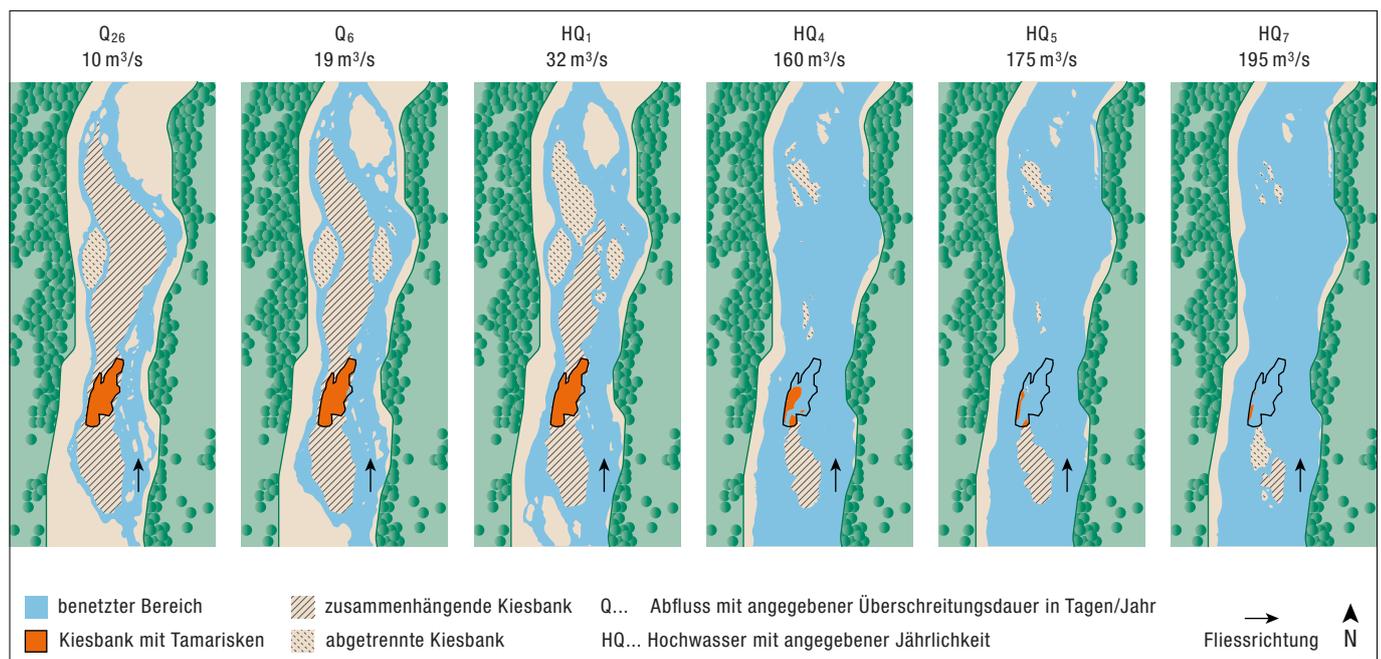


Abb. 3 Überschwemmungsgrad der Kiesbänke am Oberlauf der Sense bei Plaffeien (FR). Die Abflusswerte werden (von links nach rechts) an 26, 6 und 1 Tag pro Jahr erreicht beziehungsweise mit einer Wiederkehrzeit von 4, 5 und 7 Jahren.

Illustration nach Walter Gostner

## Literatur

BWG, 2001: Hochwasserschutz an Fliessgewässern. BWG, Bern.

Delarze, R., Gonseth, Y., 2008: Lebensräume der Schweiz. Hep Verlag, Bern.

Ellenberg, H., Leuschner, C., 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Eugen Ulmer, Stuttgart.

Marti, C., 2006: Morphologie von verzweigten Gerinnen. Dissertation ETH Zürich, Zürich.

Méndez, PR., 2008: Seitenerosion in kiesführenden Flüssen. Dissertation ETH Zürich, Zürich.

Staub, C., Ott, W., Heusi, F., Klingler, G., Jenny, A., Häcki, M., Hauser, A., 2011: Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. BAFU, Bern.

von Goethe JW., 1809: Die wunderlichen Nachbarskinder, online: [www.digbib.org/Johann\\_Wolfgang\\_von\\_Goethe\\_1749/Die\\_wunderlichen\\_Nachbarskinder](http://www.digbib.org/Johann_Wolfgang_von_Goethe_1749/Die_wunderlichen_Nachbarskinder)

Werth, S., Weibel, D., Alp, M., Junker, J., Karpati, T., Peter, A., Scheidegger, C., 2011: Lebensraumverbund Fliessgewässer: Die Bedeutung der Vernetzung. Wasser Energie Luft: 3/2011, 224–234.

WSL, Eawag, ETHZ, EPFL, 2008. Indikatorsteckbriefe. Online: [www.rivermanagement.ch/download.php](http://www.rivermanagement.ch/download.php)

## Impressum

### Konzept

In diesem Projekt arbeiteten Wasserbauerinnen und -bauer, Ökologinnen und Ökologen sowie Vertreterinnen und Vertreter von Behörden von Bund und Kantonen gemeinsam an Lösungen für die Behebung der vorhandenen Defizite in und an Fliessgewässern. Im Rahmen des Projekts erforschten sie dynamische, vernetzte Lebensräume und entwickelten innovative Konzepte in der Umsetzung flussbaulicher Massnahmen. Ausführliche Informationen finden sich unter [www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch)

### Projekt

Das Projekt wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziell unterstützt und von vier Projektleitern an folgenden Institutionen durchgeführt:

Armin Peter, Eawag, Fischökologie und Evolution, Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum, [www.eawag.ch](http://www.eawag.ch)

Christoph Scheidegger, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Biodiversität und Naturschutzbiologie, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)  
Anton Schleiss, EPF-Lausanne, Laboratoire de Constructions Hydrauliques LCH-EPFL, Station 18, 1015 Lausanne, [www.lch.epfl.ch](http://www.lch.epfl.ch)

Roland Fäh, ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW-ETHZ, Gloriastrasse 37/39, 8092 Zürich, [www.vaw.ethz.ch](http://www.vaw.ethz.ch)

### Koordination

Sonia Angelone, Manuela Di Giulio

### Fachliche Begleitung

BAFU: Paul Dändliker, Manuel Epprecht, Werner Göggel, Susanne Haertel-Borer, Daniel Hefti, Jean-Pierre Jordan, Stephan Lussi, Olivier Overney, Markus Thommen  
Kantone: Lorenz Jaun (UR), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Peduzzi (TI), Markus Zumsteg (AG)

Projekt: Sonia Angelone, Tobias Buser, Manuela Di Giulio, Roland Fäh, Armin Peter, Christopher Robinson, Christoph Scheidegger, Anton Schleiss

### Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

### Redaktion

Manuela Di Giulio, Sonia Angelone

### Sprachliche Bearbeitung

Jacqueline Dougoud

### Zitierung

Scheidegger, C., Werth, S., Gostner, W., Schleiss, A., Peter, A., 2012: Förderung der Dynamik bei Revitalisierungen. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. BAFU, Bern. Merkblatt 1.

### Gestaltung und Illustrationen

anamorph.ch: Marcel Schneeberger (AD), Patrik Ferrarelli

### PDF-Download

[www.bafu.admin.ch/uw-1211-d](http://www.bafu.admin.ch/uw-1211-d)

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2012



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU