

## 6 Sedimentumleitstollen und künstliche Hochwasser

*Die Geschiebedurchgängigkeit wird durch Stauseen unterbrochen. Im Unterlauf führt dies zu einem Geschiebedefizit, mit negativen Folgen für die Ökologie und Morphologie der Fließgewässer. Sedimentumleitstollen und künstliche Hochwasser sind Massnahmen, mit denen sich die Sedimentverfügbarkeit erhöhen und Geschiebedefizite mildern lassen. Das vorliegende Merkblatt beschreibt die beiden Massnahmen und erläutert sie anhand von Fallbeispielen. Zudem zeigt es auf, wie sie sich auf die Ökologie und Morphologie von Gewässern auswirken.*

**M. Facchini, E. Martín Sanz, S. Fink, D. Vetsch, Ch. Robinson, M. Döring, A. Siviglia, Ch. Scheidegger, R. Boes**

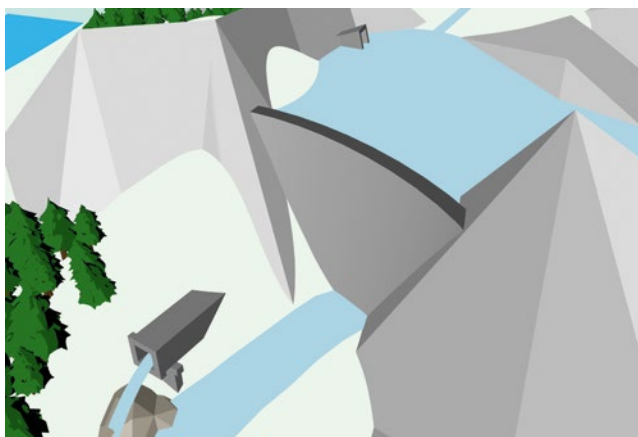
Stauseen unterbrechen die Durchgängigkeit eines Fließgewässers. Sie beeinflussen den Sedimenttransport und vermindern die Längsvernetzung von Pflanzen- und Tierbeständen sowie ihrer Lebensräume. Ein beeinträchtigter Sedimenttransport trägt zudem zu einem Geschiebedefizit im Unterlauf bei, mit negativen ökologischen Folgen. Der Stauraum wirkt wie ein Geschiebesammler und verlandet mit der Zeit, falls keine Gegenmassnahmen getroffen werden. Dies kann negative Auswirkungen auf

den Betrieb haben wie Ertragseinbussen einer Nutzanlage (z. B. Wasserkraft), verringerter Hochwasserrückhalt, Reduktion der Flexibilität oder ein erhöhter Verschleiss an maschinellen Anlagen wie Turbinen infolge höherer Schwebstoffkonzentrationen.

Mögliche Massnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit sind das Durchleiten von Wasser und Sediment mittels Sedimentumleitstollen oder künstlicher Hochwasser (Abb. 1). Beide Massnahmen werden im vorliegenden Merkblatt erläutert. Eine weitere recht häufig umgesetzte Massnahme sind Stauraumpülungen. Stauraumpülungen und künstliche Hochwasser werden manchmal verwechselt. Der Unterschied liegt bei den Zielen: Stauraumpülungen haben zum Ziel, eine Verlandung des Stauraums zu verhindern und die Funktionalität der Ablassorgane sicherzustellen. Mit künstlichen Hochwassern wird eine ökologische Aufwertung der Restwasserstrecke unterhalb der Sperre angestrebt. Bei beiden Massnahmen sind wirtschaftliche Aspekte seitens des Stauanlagenbetreibers zu berücksichtigen. Bei vergleichbarer Wasserabgabe bestehen Synergien zwischen den beiden Massnahmen. Allerdings ist bei den Stau-

### Abbildung 1

*Schematische Darstellung eines Umleitstollens (links). Auslassbauwerk des Sedimentumleitstollens bei der Stauanlage Solis an der Albulagraben (GR; rechts); die Aufnahme entstand beim zweiten Hochwasserbetrieb des Stollens am 23.5.2014.*



raumspülungen die Schwebstoffkonzentration ein kritischer Faktor (vgl. Merkblatt 3).

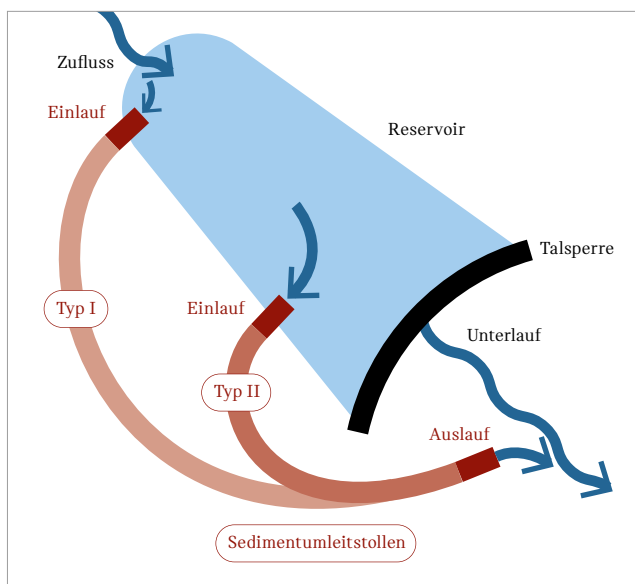
Da die Stauraumspülungen im Forschungsprojekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» nicht untersucht worden sind, wird diese Massnahme im folgenden Text nicht weiter ausgeführt. Das vorliegende Merkblatt behandelt zuerst technische sowie betriebliche Aspekte von Sedimentumleitstollen und künstlichen Hochwassern, danach erläutert es ökologische Aspekte und zeigt Fallbeispiele auf.

## Sedimentumleitstollen

Sedimentumleitstollen werden gebaut, um die Verlandung von Speichern zu verringern und die Durchgängigkeit der Fliessgewässer, insbesondere für den Sedimenttransport, aufrechtzuerhalten bzw. wiederherzustellen. In der Schweiz gibt es heute 10 betriebsfähige Sedimentumleitstollen an Stauanlagen mit relativ kurzen Staueisen (Tab. 1), weitere Anlagen sind in Planung.

### Abbildung 2

Schematische Darstellung der Funktion eines Sedimentumleitstollens. Dem Reservoir zugeführtes Wasser und Sediment werden durch den Stollen umgeleitet und unterhalb der Talsperre dem Fluss wieder zugeführt.



Quelle: VAW

Ein Sedimentumleitstollen besteht aus einem Einlaufbauwerk im Bereich des Reservoirs, dem Stollen selbst und einem Auslaufbauwerk unterhalb der Talsperre (Abb. 2). Zwei Typen von Sedimentumleitstollen werden unterschieden. Beim Typ I ist das Einlaufbauwerk am oberen Ende des Staubereichs angeordnet, bei der Stauwurzel. Bei der Planung sind die Länge des Stollens und die erforderliche Beschleunigungsstrecke beim Einlauf zu beachten. Im gesamten Stollen herrscht Freispiegelabfluss<sup>1</sup> (Auel und Boes 2011). Ein Beispiel für Typ I ist der Sedimentumleitstollen «Pfaffensprung» an der Reuss bei Wassen (UR). Beim Typ II liegt das Einlaufbauwerk meistens näher bei der Sperre, womit sich die Stollenlänge reduzieren lässt. Das Einlaufbauwerk befindet sich dabei unter Wasser, und aus hydraulischer Sicht herrscht dort Druckabfluss (Auel und Boes 2011). Liegt das Kontrollorgan (Betriebsschütz) zur Steuerung des Durchflusses am Stolleneinlauf, tritt dort der Übergang von Druck- zu Freispiegelabfluss auf. Ist das Kontrollorgan jedoch am unterstromigen Ende des Stollens angeordnet, kann im Stollen auch Druckabfluss auftreten. In jedem Fall sollte der Eintrag von Schwimmstoffen wie Geschwemmsel in den Sedimentumleitstollen verhindert werden, z. B. mittels Tauchwand, um Verkläuerungen im Stollen zu vermeiden. Ein Sedimentumleitstollen vom Typ II findet sich z. B. an der Albula bei Solis (GR; vgl. Kap. Fallbeispiele).

### Betrieb von Sedimentumleitstollen

Der Betrieb von Sedimentumleitstollen erfolgt vorwiegend während natürlich auftretenden Hochwasserereignissen. Dabei wird das Wasser als Transportmittel zur Beförderung des Sediments durch den Stollen genutzt. In der Schweiz sind die Sedimentumleitstollen üblicherweise an mehreren Tagen pro Jahr in Betrieb (Auel 2014; Kondolf et al. 2014). Das Kontrollorgan ermöglicht die Regulierung der umgeleiteten Wassermenge. Wasser, das weder umgeleitet noch im Reservoir gespeichert werden kann, wird über die Regelorgane der Stauanlage (z. B. Turbinen, Hochwasserentlastung oder Grundablass) abgeführt.

Bei einem Sedimentumleitstollen vom Typ I ist ein Betrieb bei normalem Aufstau möglich, wodurch der grösste Teil

<sup>1</sup> Der Begriff «Freispiegelabfluss» und weitere Begriffe sind im Glossar definiert. Online: [www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch) > Produkte und Publikationen.

### Offene Forschungsfragen

- Ausbreitung des neu zugeführten Sediments und Wirksamkeit des reaktivierten Sedimenttransports hinsichtlich ökologischer Aspekte.
- Optimaler Zeitpunkt, Häufigkeit und Dauer des Betriebs von Sedimentumleitstollen oder künstlichen Hochwassern sowie optimale Grösse der Abflussspitze hinsichtlich ökologischer Aspekte.

der Sedimentfracht bei Freispiegelabfluss durch den Stollen geleitet werden kann. Der Betrieb bei Typ II hingegen erfordert eine teilweise Absenkung des Reservoirs. Damit werden im Verlandungsbereich Strömungsverhältnisse geschaffen, welche die Sedimente mobilisieren (Auel 2014).

Der Betrieb von Sedimentumleitstollen während Hochwasserereignissen ist vergleichbar mit den Auswirkungen von künstlichen Hochwassern unterhalb von Stauanlagen. Er ermöglicht die gesteuerte Abgabe von Wasser. Durch einen angepassten Betrieb werden der Spitzenabfluss und die Dauer eines Ereignisses so gesteuert, dass im Unterlauf verbesserte ökologische Verhältnisse entstehen (Martín Sanz et al. 2015) und ökologische Schäden vermieden werden. Während künstliche Hochwasser ohne Geschiebeabgabe direkt unterhalb von Stauanlagen

nur Wasser weiterleiten, führt ein Umleitstollen auch das Sediment ins Unterwasser, das vom Gewässer oberhalb des Reservoirs transportiert wird. Ein Sedimentumleitstollen wird vorzugsweise während eines natürlichen Hochwassers betrieben, um im Unterwasser bzgl. Zeitpunkt und Sedimentverfügbarkeit ähnliche Verhältnisse wie vor dem Bau der Stauanlage zu schaffen.

Auel et al. (2016) untersuchten ober- und unterstrom die Entwicklung von vier Stauanlagen mit Sedimentumleitstollen, und zwar nach ökologischen und morphologischen Kenngrößen. Die Anlagen waren zum Zeitpunkt der Erfassung zwischen 0 und 92 Jahren in Betrieb. Mit zunehmender Betriebsdauer eines Umleitstollens stellen sich im Unterwasser ähnliche Verhältnisse ein wie im Zustand vor dem Bau der Stauanlagen bzw. wie im Oberstrom der Stauräume. Empfehlenswert ist, den Betrieb laufend und basierend auf den gemachten anlagenspezifischen Erfahrungen anzupassen. So lassen sich negative Auswirkungen vermeiden und gleichzeitig Sedimentumlagerungen mit ökologisch positivem Effekt fördern. Optimierungen sind mit weiteren Fallstudien zu untersuchen.

### Räumliche und zeitliche Auswirkungen

Die dem Sedimentumleitstollen zugeführte Sedimentfracht hängt massgeblich von der Lage des Einlaufbauwerks, der Gestalt des Reservoirs sowie des Verland-

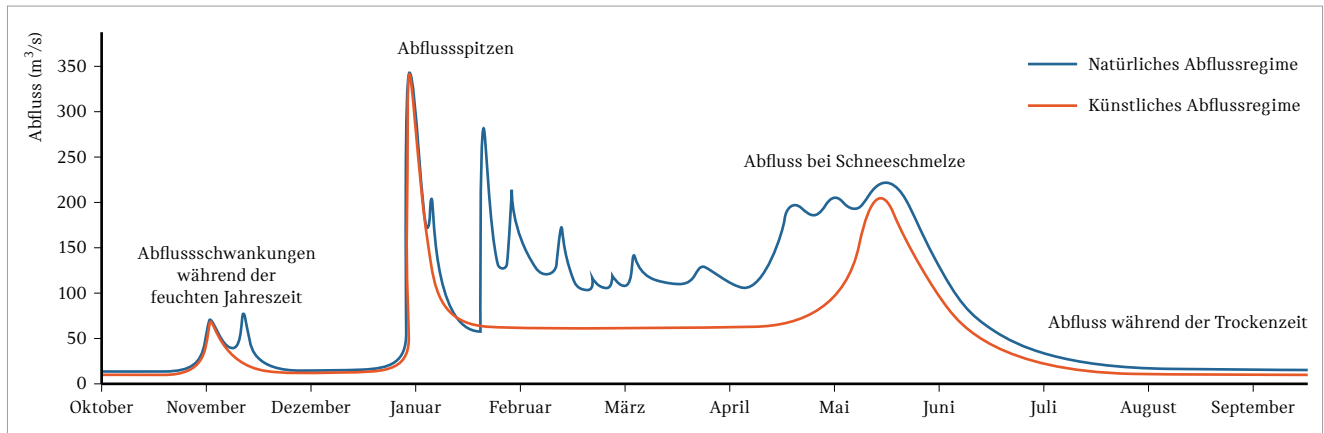
**Tabelle 1**

*Sedimentumleitstollen in der Schweiz; der Stollentyp ist in Abb. 2 ersichtlich. \*Je nach Reservoirspegel.*

| Name                        | Kraftwerksanlage   | Stollentyp | Gewässer        | Betreiber                                       |
|-----------------------------|--------------------|------------|-----------------|---|
| Egschi                      | Rabiusa-Realta     | II         | Rein da Sumvitg | Kraftwerke Zervreila AG                         |
| Ausgleichsbecken Hintersand | Linth-Limmern      | I          | Sandbach        | Kraftwerke Linth-Limmern AG<br>Axp Hydroenergie |
| Palagnedra                  | Verbano            | I/II*      | Melezza         | OFIMA   |
| Pfaffensprung               | Amsteg             | I          | Reuss           | SBB AG – Infrastruktur Energie                  |
| Rempen                      | Siebnen            | I          | Wägitaler Aa    | Axp/ewz – AG Kraftwerk Wägital                  |
| Runcahez                    | Tavanasa           | I          | Rein da Sumvitg | Axp – Hydro Surselva AG                         |
| Sera                        | Gondo              | I          | Grosses Wasser  | Alpiq<br>HYDRO Exploitation SA                  |
| Solis                       | Rothenbrunnen/Sils | II         | Albula          | ewz   |
| Val d’Ambra                 | Nuova Biaschina    | I          | Rierna          | Azienda Elettrica Ticinese                      |
| Ual da Mulin                | Bargaus            | I          | Ual Draus       | Flims Electric AG                               |

**Abbildung 3**

Beispiel eines Hydrographen, welcher einen typischen natürlichen und funktionalen Abflussverlauf aufweist. Die unterschiedlichen Abflussspitzen sind auf flussmorphologische, ökologische und biogeochemische Funktionalitäten abgestimmt, um die Lebensräume für verschiedene Arten zu erhalten.



Quelle: UC Davis Center for Watershed Sciences (angepasst)

ungskörpers und der Zusammensetzung des abgelagerten Materials ab. Eine Studie im Rahmen des Forschungsprojekts «Geschiebe- und Habitatsdynamik» hat gezeigt, dass es beim Betrieb im Unterlauf zu Sohlenveränderungen kommen kann; je nach Situation entweder zu Auflandung oder Erosion. Das Ausmass der morphologischen Veränderungen wird durch die Dauer des Betriebs, die Abflussspitze sowie die Abfluss- und Sedimentfracht bestimmt (Facchini 2017). Bei typisch alpinen Flussabschnitten erstrecken sich die Sohlenveränderungen über die ersten hundert Meter bis mehrere Kilometer flussabwärts. Die Studie stellte zudem fest, dass sich die Sohlenveränderungen kurz nach der erstmaligen Inbetriebnahme in Strömungsrichtung verlagern. Allerdings nehmen die Veränderungen mit der Zeit bzw. der Häufigkeit des Betriebs wieder ab aufgrund des Gleichgewichts, das sich einstellt. Über einen langen Zeitraum nähern sich die morphologischen Verhältnisse im Fließgewässer wieder dem ursprünglichen Zustand vor dem Bau der Stauanlage an. Dieser Vorgang kann je nach Situation mehrere Jahrzehnte umfassen.

### Künstliche Hochwasser

Künstliche Hochwasser werden weltweit eingesetzt, um die Lebensräume in Flussläufen unterhalb von grossen

Stauanlagen aufzuwerten. Als gross werden diejenigen Stauanlagen definiert, die einen beträchtlichen Teil des mittleren jährlichen Zuflusses speichern können. Aufgrund dieses Speichervolumens führen selbst kleine und mittlere Hochwasserzuflüsse nicht zum Anspringen der Hochwasserentlastung, und im Unterwasser herrscht daher keine nennenswerte Abflussdynamik. Durch die kontrollierte Abgabe von Wasser aus dem Stauraum in den Unterlauf wird ein künstliches Hochwasser erzeugt, um Abflussvariabilität und Sedimentumlagerungen zu fördern. Die ökologischen Ziele von künstlichen Hochwassern hängen von der jeweiligen Situation ab. Häufig sollen damit die Lebensräume aufgewertet und die Laichmöglichkeiten für kieslaichende Fischarten wie die Forelle verbessert werden.

Die Anwendung von künstlichen Hochwassern nimmt weltweit und auch in der Schweiz zu. Häufigkeit und Ausmass unterscheiden sich dabei je nach lokaler Situation und Zielsetzung. Die Auslösung von künstlichen Hochwassern benötigt eine angepasste Bewirtschaftung von Fließgewässern unterhalb der Stauanlagen. Dazu gilt es, die Auswirkungen auf den Unterlauf regelmässig und insbesondere vor und nach einem Hochwasser aufzuzeichnen und zu bewerten. So lassen sich künstliche Hochwasser hinsichtlich einer ökologischen Aufwertung

von Fließgewässern und der Hochwassersicherheit optimieren.

### Durchführung

Das Ausmass, die Häufigkeit und die Dauer von künstlichen Hochwassern sollten sich am natürlichen Abflussregime orientieren, um die Hydrologie und das Sedimentregime beeinträchtigter Flussläufe zu verbessern (Abb. 3). Durch einen angepassten Betrieb der Stauanlage werden der Spitzenabfluss und die Dauer eines Ereignisses so gesteuert, dass im Unterlauf optimale hydrologische und ökologische Verhältnisse entstehen (Martín Sanz et al. 2015), ein sogenannt funktionales Abflussregime. Hingegen sind Hochwasser oder Schwebstofffrachten, die über das natürliche Regime hinausgehen, möglichst zu vermeiden. In Gewässern mit Restwasser und Geschiebedefizit sollten künstliche Hochwasser mit einer Geschiebezugabe direkt unterhalb der Stauanlage kombiniert werden. Ansonsten können die künstlichen Hochwasser zu einer Eintiefung des Gerinnes sowie dem Abkoppeln und Trockenfallen von Auen führen.

### Ökologische Aspekte

Flüsse werden durch Abfluss, Sediment und Temperatur geprägt (vgl. Merkblatt 1). Für eine optimale Bewirtschaftung von durch Stauanlagen beeinflussten Flüssen gilt es, alle drei Aspekte zu berücksichtigen.

#### Sedimentumlagerungen

Mit einer kontrollierten Abgabe von Wasser und Sediment durch den Betrieb von Sedimentumleitstollen oder aufgrund der Erzeugung von künstlichen Hochwassern können die Sedimentverhältnisse im Unterlauf verbessert werden. Dafür sind die Massnahmen ökologisch möglichst optimal umzusetzen. Eine Umlagerung von Sediment und organischem Material fördert die Entstehung neuer Lebensräume und damit auch die Lebensraumvielfalt. Insbesondere Umlagerungen bei Kiesbänken sind wichtig für die Entstehung von Mikrohabitaten für aquatische, amphibische und terrestrische Arten sowie für das Vorkommen von Pionierarten (vgl. Merkblatt 1 und 5). Zudem wirken sich gelegentliche Überflutungen und Sedimentumlagerungen positiv auf die Entwicklung von

Hart- und Weichholzaunen aus, weil sie zu einer Ablagerung von Nährstoffen beitragen.

Grössere Abfluss- und Sedimentereignisse wirken sich generell stärker aus als kleine, wie in der Albula unterhalb des Sedimentumleitstollens Solis gezeigt worden ist (vgl. Kap. Fallbeispiele). Grosse Ereignisse mit Sedimentabgaben können die Flusssohle tief erodieren sowie umlagern und dabei die Dichte und Artenzahl der Makroinvertebraten sowie den Algenbewuchs vermindern. Eine ausgeprägte Erosion kann die Respiration im Sediment reduzieren, und diese ist eine wichtige Funktion für den Stoffumsatz (vgl. Merkblatt 1). Je nach Häufigkeit der kontrollierten Abgaben von Wasser und Sediment kann sich der Zustand vor den Ereignissen allerdings relativ schnell wieder einstellen. Beim Betrieb eines Sedimentumleitstollens wie auch bei künstlichen Hochwassern sollte deshalb berücksichtigt werden, dass grosse Abflussereignisse die Struktur und Funktion von Fließgewässern stark beeinflussen können. Davon betroffen sind auch die primäre und sekundäre Produktion sowie der Abbau von Biomasse. Aus diesem Grund sollten solche Ereignisse entsprechend dimensioniert werden, um die gewünschten ökologischen Veränderungen zu erzielen. Zudem bedarf es einer gewissen Wiederholung der Ereignisse zur Erhaltung dieser Veränderungen (Martín Sanz et al. 2017).

#### Längsvernetzung

Sedimentumleitstollen fördern nicht nur das Geschiebekontinuum, sondern auch den Transport von Samen und Pflanzenteilen (vgl. Merkblatt 3). Sie gewährleisten deren Verbreitung im Unterlauf sowie die Längsvernetzung von terrestrischen und aquatischen Lebensräumen (Auel et al. 2016). Da die Sedimentumleitstollen nur während eines Hochwassers in Betrieb sind, beschränkt sich eine Vernetzung auf diese Zeit. In der übrigen Zeit sinken die Samen im Stauraum ab und verlieren ihre Keimfähigkeit, weil sie zu lange unter Wasser bleiben (vgl. Merkblatt 4).

Die Samen gewisser Pflanzenarten (z. B. *Myricaria germanica*, *Salix* ssp) werden bloss während einer bestimmten Jahreszeit schwimmend verfrachtet. Künstliche Hochwasser sollten während der Sommermonate terminiert werden, also wenn die schwimmfähigen Samen auf dem Wasser transportiert werden, um die Ausbrei-

**Abbildung 4**

Der Spöl bei Restwasser- (links, Abfluss ca.  $1,5\text{ m}^3/\text{s}$ ) und bei Hochwasserabfluss (rechts, Abfluss  $43\text{ m}^3/\text{s}$ ).



Fotos: Urs Uehlinger, Eawag

tion dieser Arten zu fördern. Ausserdem kann die Terminierung und Intensität der Wasserabgabe für das Überleben von juvenilen Pflanzen entscheidend sein, da diese einfacher weggespült werden (vgl. Merkblatt 5).

Sowohl der Betrieb von Sedimentumleitstollen als auch künstliche Hochwasser fördern die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen, weil sie den Nährstofftransport gewährleisten (vgl. Merkblatt 3).

## Fallbeispiele

### Sedimentumleitstollen Solis

Der Sedimentumleitstollen an der Stauanlage Solis an der Albula (GR) in Mittelbünden wurde im Jahr 2012 fertiggestellt. Der Stollen mit einem 4,4 m breiten Torbogenprofil ist 973 m lang und weist ein mittleres Gefälle von 1,9% auf. Die maximale Abflusskapazität beträgt  $170\text{ m}^3/\text{s}$ , was in etwa einer fünfjährigen Hochwasserspitze entspricht. Der Sedimentumleitstollen vom Typ II mündet 300 m unterhalb der Staumauer in die Albula (Abb. 1) und war seit Inbetriebnahme bisher acht Mal während Hochwasser in Betrieb (Stand Herbst 2016).

Das bislang grösste Ereignis fand am 13. August 2014 statt. Dabei war der Stollen für ungefähr 14 Stunden mit einem mittleren Abfluss von  $153\text{ m}^3/\text{s}$  in Betrieb und leitete rund  $20\,000\text{ m}^3$  Sediment um (Müller-Hagmann 2017).

Die Sedimentumleitung führte im Bereich unterhalb des Auslassbauwerks zu Erosion und einer Verfeinerung der Flusssohle. Vor der Mündung in den Hinterrhein hatte sie Auflandungen und eine Vergröberung des Sohlssubstrats zur Folge (Facchini et al. 2015).

### Künstliche Hochwasser am Spöl

Der Spöl (Abb. 4) entspringt im Val Ursera, fliesst durch die zwei Stauseen Lago di Livigno sowie Lai da Ova Spin und mündet in Zernez in den Inn. Im Jahr 1973 wurde im Livignotal die Staumauer Punt dal Gall fertiggestellt. Seither fehlt eine natürliche, saisonabhängige Abflussvariabilität im Unterlauf, und der Abfluss wurde auf die Restwassermenge beschränkt ( $1,5\text{ m}^3/\text{s}$  nachts und  $2,5\text{ m}^3/\text{s}$  tagsüber).

Im Jahr 1999 wurde mit einem Programm begonnen, durch künstliche Hochwasser die Abflussvariabilität zu erhöhen. Seitdem werden die Hochwasser jedes Jahr neu angepasst, und zwar basierend auf den Erkenntnissen des Monitorings vom Vorjahr. Das Ziel ist, Erfahrungen mit künstlichen Hochwassern sowie Kenntnisse zu deren ökologischen Auswirkungen zu gewinnen. Die künstlichen Hochwasser sollen unter anderem Sedimentumlagerungen auslösen sowie seitliche Murgangkegel erodieren und damit die Habitatsdynamik fördern. Sofern genügend Wasser im Speicher vorhanden ist, werden im Rahmen des Programms jährlich 2 bis 3 Spitzenabflüsse erzeugt, was etwa der Häufigkeit von Hochwassern vor dem Bau

der Staumauer entspricht. Im Unterlauf der Stauanlage besteht aufgrund der Geschiebeeinträge der Seitenzubringer kein Geschiebedefizit, deshalb ist eine zusätzliche Geschiebezugabe nicht notwendig.

Auch andere wissenschaftliche Studien zeigen, dass die künstlichen Hochwasser die Lebensraumbedingungen und dadurch die Struktur der Lebensgemeinschaften verändern (Mürle et al. 2005). Zum Beispiel haben in Flüssen mit einer erhöhten Abflussvariabilität die Lebensgemeinschaften von Makroinvertebraten eine natürlichere Zusammensetzung als in Flüssen mit einer geringeren Abflussvariabilität. Ausserdem haben sich wieder Arten angesiedelt, die an ein variables Abflussregime angepasst sind, während die Häufigkeit von nicht strömungsresistenten Arten reduziert worden ist. Zudem verändert sich der Stoffumsatz (Respiration) in der Gewässersohle durch Hochwasser, da organisches Material aus dem Sediment ausgewaschen und die Gemeinschaft der stoffabbauenden Mikroorganismen verändert wird.

Das Programm am Spöl hat des Weiteren gezeigt, dass künstliche Hochwasser die Widerstandsfähigkeit von Lebensräumen im Unterlauf gegenüber katastrophalen Ereignissen erhöhen können, wie das der Störfall am Spöl mit hoher Schwebstofffracht anfangs 2013 gezeigt hat.

## Fazit

Eine kontrollierte und ökologisch optimierte Abgabe von Wasser und Sediment beim Betrieb von Sedimentumleitstellen und das Auslösen eines künstlichen Hochwassers können die Sedimentverhältnisse im Unterlauf verbessern. Die optimierte Abgabe trägt zur Umlagerung von Sediment und organischem Material bei und fördert die Entstehung neuer Habitate. Die hydrologischen Charakteristika der beiden Ansätze sollen sich hinsichtlich Zeitpunkt (Saisonalität), Spitze, Dauer, Häufigkeit etc. an den ursprünglichen Verhältnissen des Abflussregimes orientieren.

Jede Situation erfordert ein individuelles Bewirtschaftungskonzept. Dieses sollte durch ein Monitoring begleitet werden, um verschiedene Flüsse zu vergleichen und einen Lernprozess zu ermöglichen. Es ist relativ neu,

dass das Sedimentregime beim ökologischen Unterhalt von Flüssen berücksichtigt wird. Die Verantwortlichen für die Planung und Durchführung der Wasser- und Sedimentabgabe sollten deshalb einem angepassten Vorgehen (adaptives Management) folgen, welches kontinuierlich dokumentiert wird und damit eine fortlaufende Optimierung unterstützt.

## Literatur

Die ausführliche Literaturliste zu diesem Merkblatt befindet sich auf der Programmwebsite [www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch) > **Produkte und Publikationen**.

# Impressum

**Herausgeber:** Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

**Beteiligte Forschungsinstitutionen:** Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs; Laboratoires de Constructions Hydrauliques (LCH), EPFL; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich; Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)

**Projektleitung:** Anna Belser (Projektkoordination), BAFU; Christoph Scheidegger, WSL; Christine Weber, Eawag; David Vetsch, VAW-ETH Zürich; Mario J. Franca, LCH-EPFL

**Fachliche Begleitung:** BAFU: Hugo Aschwanden, Rémy Estoppey, Andreas Knutti, Stephan Lussi, Manuel Nitsche, Olivier Overney, Carlo Scapoza, Diego Tonolla, Hans Peter Willi. Kantone: Josef Hartmann (GR), Norbert Kräuchi (AG), Christian Marti (ZH), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Ritler (LU), Thomas Stucki (AG). Forschungsinstitutionen: Bernhard Wehrli (Eawag), Anton Schleiss (LCH-EPFL), Robert Boes (VAW-ETHZ), Christoph Hegg (WSL). Weitere: Raimund Hipp (KBNL), Roger Pfammatter (SWV), Luca Vetterli (Pro Natura)

**Redaktion:** Manuela Di Giulio, Natur Umwelt Wissen GmbH

**Lektorat:** Regina Gerber

**Zitierung:** Facchini, M., Martín Sanz, E., Fink, S., Vetsch, D., Robinson, Ch., Döring, M., Siviglia, A., Scheidegger, Ch., Boes, R., 2017: Sedimentumleitstollen und künstliche Hochwasser. In: Geschiebe- und Habitatsdynamik. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Merkblatt 6.

**Gestaltung und Illustrationen:** Anamorph, Marcel Schneeberger

**Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download:**

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern

[www.bundespublikationen.admin.ch](http://www.bundespublikationen.admin.ch)

Art.-Nr.: 810.300.136d [www.bafu.admin.ch/uw-1708-d](http://www.bafu.admin.ch/uw-1708-d)

© BAFU 2017