

# Geschiebemanagement in der Schweiz

Mario Kokschi, Abteilung Gefahrenprävention,  
Bundesamt für Umwelt BAFU, Schweiz  
8. November 2018, Bozen



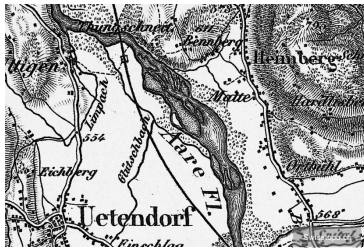
## Gliederung

1. Entwicklung der Schweizer Gewässer
2. Beeinträchtigungen der Fließgewässer
3. Revision Gewässerschutzgesetz (GSchG)
4. Die Geschiebesanierung
5. Beispiel aus der Praxis
6. Geschiebe bei Hochwasserschutzprojekten  
und Revitalisierungen
7. Schlussbemerkung / Ausblick

## 1. Entwicklung der Schweizer Gewässer



**Vor dem 18. Jahrhundert**  
Das Schweizer Landschaftsbild  
war geprägt von natürlichen  
Flusslandschaften



Geschiebemanagement in der Schweiz



3

## Grosse historische Veränderungen



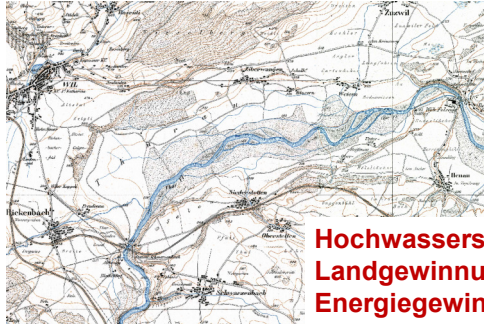
**Begradigung, Befestigung, Verbauungen und Bau von Dämmen**

Geschiebemanagement in der Schweiz

4



## Grosse historische Veränderungen



**Hochwasserschutz  
Landgewinnung  
Energiegewinnung/Wasserkraft**

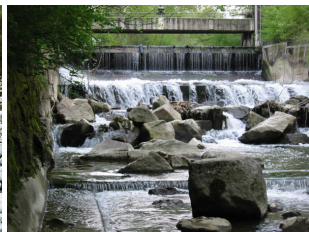
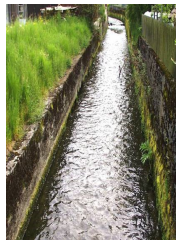


Geschiebemanagement in der Schweiz

5



## 2. Beeinträchtigungen der Fliessgewässer

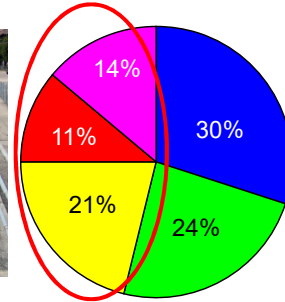


Geschiebemanagement in der Schweiz

6



## Situation Schweiz – Raumbedarf und Ökomorphologie der Fließgewässer



### Situation Schweiz

- Raum: 42% der Fließgewässer haben zu wenig Raum
- Morphologie: 46% in schlechtem Zustand (unter 600 m ü.M.)  
total 15'000 km (ganze Schweiz)



## Situation Schweiz – Wasserkraftnutzung, Geschiebehaushalt, Durchgängigkeit



### Situation Schweiz

- Wasserkraftnutzung → Schwall-Sunk
- Geschiebehaushalt beeinträchtigt  
(mehr als 2000 km mit wesentlichem Geschiebedefizit)
- Durchgängigkeit → 100'000 Hindernisse > 50 cm



## Resultierende Probleme–Handlungsbedarf

Es wird mehr Geschiebe als notwendig entnommen oder zurückgehalten – mit Folgen:

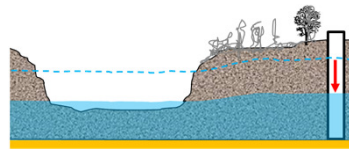
Morphologie/Habitate



Hochwasserschutz  
Grundwasserschutz



Grundwasserabsenkung



## 3. Revision Gewässerschutzgesetz GSchG

Änderungen vom 1. Januar / 1. Juni 2011

**Fokus: Gewässerraum – Revitalisierung –  
Geschiebehaushalt**





## Grundzüge der Änderungen des GSchG 2011 – Handlungsfelder

### Gewässerraum

Sicherung und Extensive Nutzung

Ausscheidung überall bis 2018

### Revitalisierung

Planung, Priorisierung und Umsetzung

ca. 4'000 km von ca. 15'000 innert 80 Jahren (9'600 km mit hohem u. mittlerem Nutzen für das Gewässer)

### Sanierung Wasserkraft

- Schwall - Sunk
- Fischgängigkeit

- 100 Wasserkraftwerke
- 1'000 Wanderhindernisse von Wasserkraftanlagen

- **Geschiebehaushalt** - 500 Wasserkraftwerke und andere Anlagen (z.B. Geschiebesammler)



## Was ist im GSchG neu zum Geschiebehaushalt?

- Keine **wesentliche Beeinträchtigung** (auch bei neuen Anlagen, Art. 43a GSchG)
- **Pflicht und eine Frist** zur Sanierung (bestehende Anlagen; Art. 83a GSchG)
- **Strategische Kantonale Planungen** (Art. 83b GSchG)
- Geschiebefracht ausreichend für **dynamische morphologische Strukturen** (Art. 42a GSchV)
- **Durchgängige** Wasserkraftanlagen (Art. 42c GSchV)



«**Anlagen**» sind: Wasserkraftwerke, Kiesentnahmen, Geschiebesammler, Verbauungen (z.B. bei Hochwasserschutzmassnahmen, Revitalisierungen)

## 4. Die Geschiebesanierung



Geschiebemanagement in der Schweiz

13

## Die Strategischen Planungen der Kantone

- Planungen in 4 Bereichen: Fischgängigkeit, Schwall-Sunk, Geschiebe und Revitalisierungen
- 26 Kantonale Planungen + 2 Interkantonale Planungen (Aare, Doubs)
- > 100 Berichte



Geschiebemanagement in der Schweiz

14



# Sanierungsbedarf - erste schweizweite Übersicht

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Raum, Energie und Kommunikation UD/DE  
Bundesamt für Umwelt BAFU  
Abteilung Wasser

Entwurf 13.10.2016

Renaturierung der Schweizer Gewässer:  
Die Sanierungspläne der Kantone ab 2015



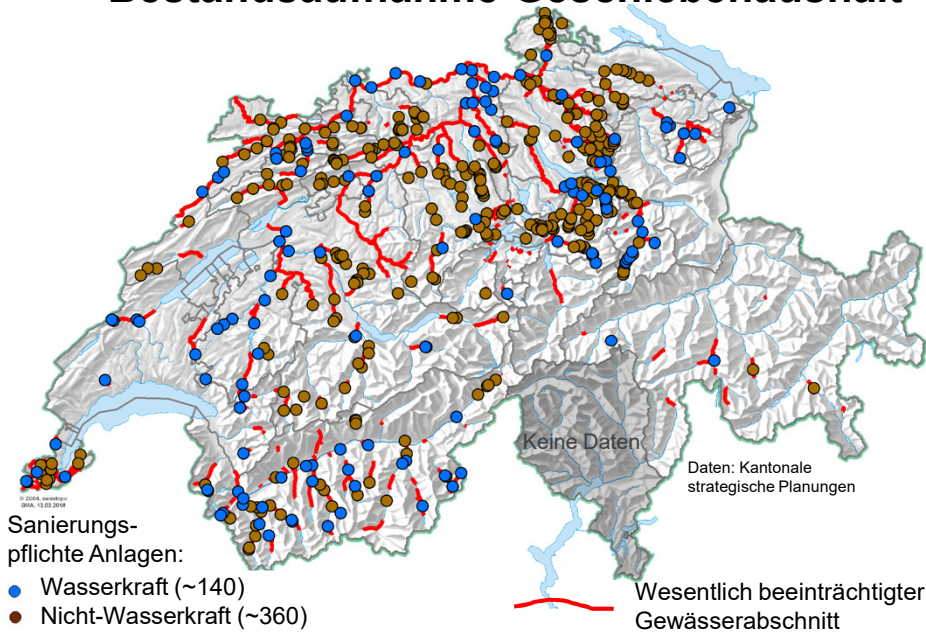
[www.bafu.admin.ch/renaturierung](http://www.bafu.admin.ch/renaturierung)

Geschiebemanagement in der Schweiz

15



# Bestandsaufnahme Geschiebehaushalt







## Ablauf und Rollen bei der Geschiebesanierung

2014

Kantonale strategische Planungen (42b)

2030

Spätester Beginn Umsetzung von Massnahmen



Kantonale Studie Art+Umfang von Massnahmen (42c)

Projektierung, Umsetzung durch Inhaber (43a, 83a)

Wirkungskontrolle durch Inhaber (42c)



## Vollzugshilfe Geschiebehaushalt

### Was ist die Vollzugshilfe?

- Planungswerkzeug
- Vorgabe Arbeitsschritte der Massnahmenplanung
- Vorgabe zum Monitoring
- Methodik für «erforderliche Geschiebefracht»

### Die Vollzugshilfe ist nicht:

- Best Practice
- Methodik für Verhältnis-mässigkeit



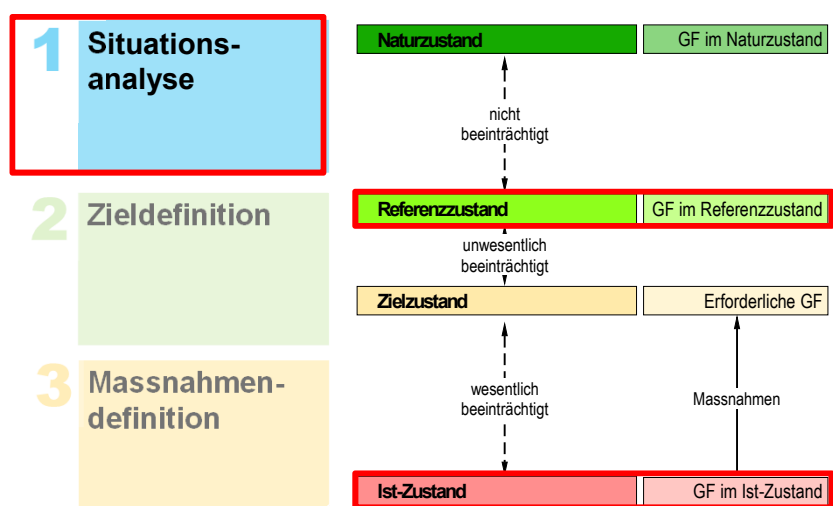


## Studie über Art und Umfang der Massnahmen

- 1 Situationsanalyse**
  - Ist-Zustand untersuchen
  - Referenz-Zustand untersuchen
- 2 Zieldefinition**
  - Ziel 1-3 naturnahe morphologische Strukturen
  - Ziel 4 Grundwasser (kein Absinken GW-Spiegel)
  - Ziel 5 **Hochwasserschutz** (keine Sohlerosion)
  - ▶ Erforderliche Fracht
  - ▶ keine wesentliche Beeinträchtigung
- 3 Massnahmendefinition**
  - Massnahmen erarbeiten mit Interessensabwägung
  - ▶ Art und Umfang Massnahme richtet sich auch nach **Hochwasserschutz**, d.h. keine unerwünschte Auflandung, Abflusskapazität erhalten



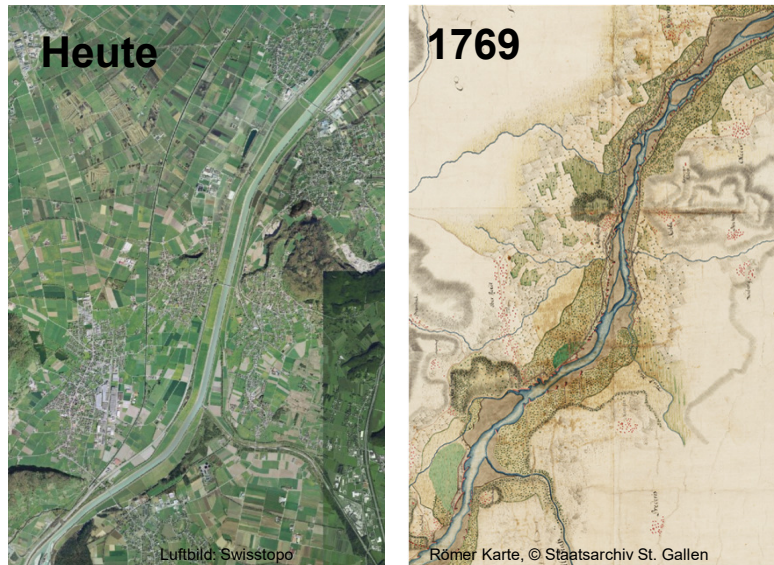
## Schritt 1: Situationsanalyse



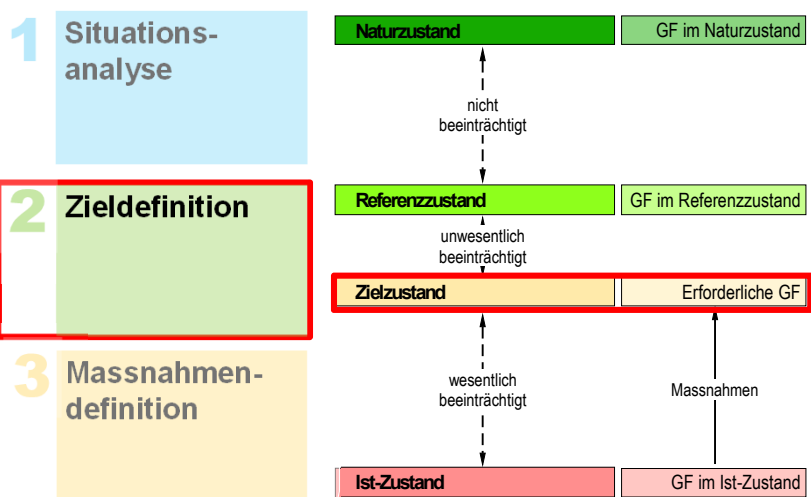


## Schritt 1: Situationsanalyse

Beispiel Alpenrhein zwischen Ill und Bodensee

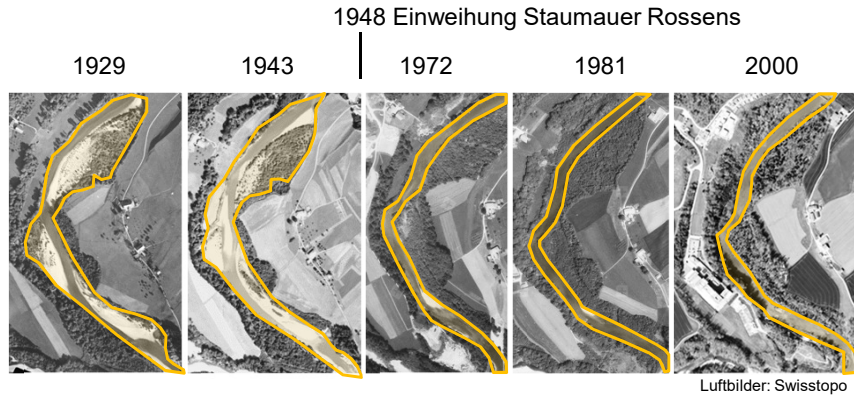


## Schritt 2: Zieldefinition





## Schritt 2: Zieldefinition



Grundannahme der Methodik «erforderliche Fracht»

Naturnahe  
Strukturen

Geschiebefracht

Einwachsen,  
Strukturverlust

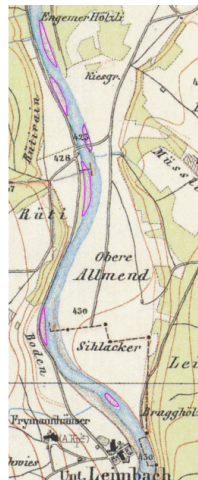
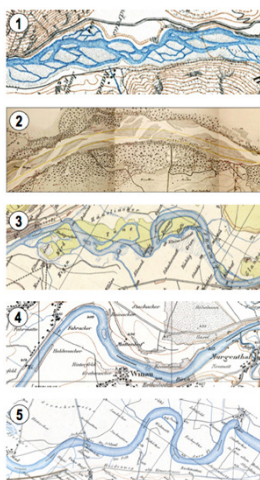


## Schritt 2: Zieldefinition

Ziel: Keine wesentliche Beeinträchtigung  
> naturnahe Morphologie und Dynamik

1) Gerinneform

2) Ablagerungen 3) Substrat



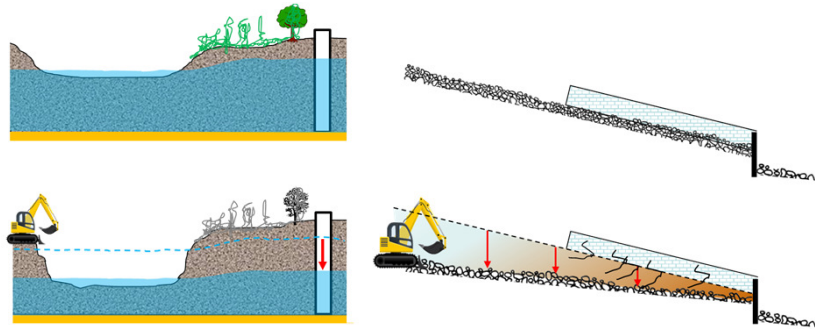


## Schritt 2: Zieldefinition

Anforderungen an erforderliche Fracht

### 4) Grundwasserschutz

### 5) Hochwasserschutz

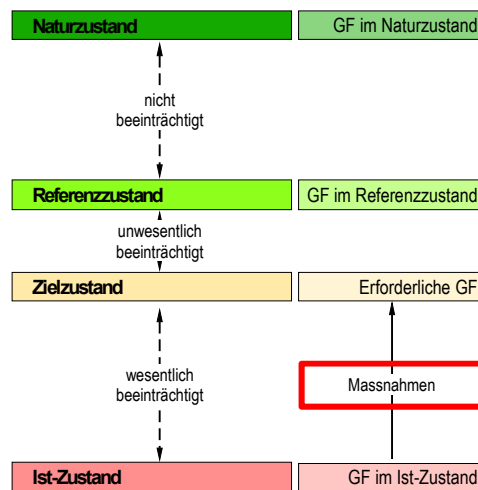


## Schritt 3: Massnahmendefinition

1 Situationsanalyse

2 Zieldefinition

3 Massnahmendefinition





## Schritt 3: Massnahmendefinition

- Massnahmenvarianten erarbeiten und bewerten
  - ▶ Bestvariante
- Interessen des Hochwasserschutzes berücksichtigen, d.h. keine unerwünschte Auflandung, Abflusskapazität erhalten
- Massnahmen müssen grundsätzlich das Ziel «keine wesentliche Beeinträchtigung» erreichen, falls notwendig **begleitende Massnahmen Hochwasserschutz**
- In Ausnahmefällen: begrenzte Sanierung oder keine Sanierung

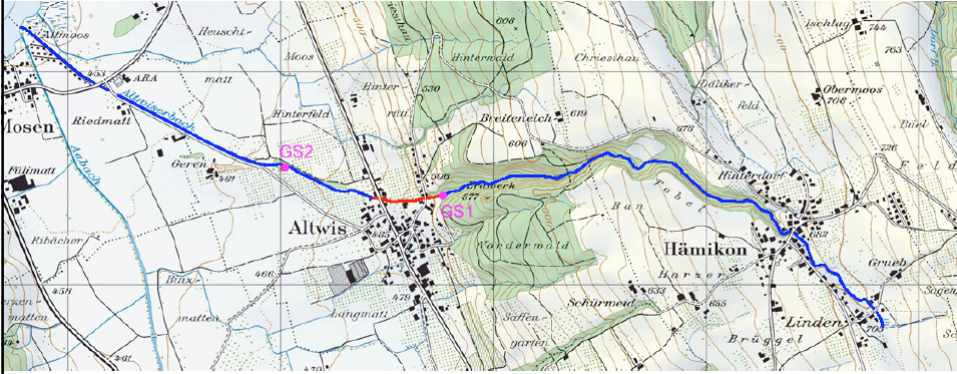


## 5. Beispiel aus der Praxis





## Beispiel Altwiserbach



Geschiebemanagement in der Schweiz

29



## Hochwasser am Altwiserbach



Geschiebemanagement in der Schweiz



## Bau Geschiebesammler



Geschiebemanagement in der Schweiz

31



## Ausbau im Dorf



Geschiebemanagement in der Schweiz

32





## Geschiebesammler in Betrieb



Geschiebemanagement in der Schweiz

33



## Geschiebesammler in Betrieb



Geschiebemanagement in der Schweiz



## Erosionen im Unterlauf



Geschiebemanagement in der Schweiz



## Instandstellung Altwiserbach



Geschiebemanagement in der Schweiz



# Pflege und Unterhalt



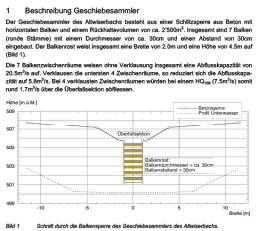
Unterwasserbau	Einbauten	Uferbauwerke	Stützwerke	Stützwerke / Wehre	Röhrenbauwerke	Zustand
<p><b>Unterwasserbau</b></p> <p>Unterwasserbauwerke sind im Bereich des Gewässers zu unterhalten. Dies umfasst unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stützwerke</li> <li>Einbauten</li> <li>Uferbauwerke</li> <li>Stützwerke</li> <li>Stützwerke / Wehre</li> <li>Röhrenbauwerke</li> <li>Zustand</li> </ul>	<p><b>Einbauten</b></p> <p>Einbauten sind im Bereich des Gewässers zu unterhalten. Dies umfasst unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stützwerke</li> <li>Einbauten</li> <li>Uferbauwerke</li> <li>Stützwerke</li> <li>Stützwerke / Wehre</li> <li>Röhrenbauwerke</li> <li>Zustand</li> </ul>	<p><b>Uferbauwerke</b></p> <p>Uferbauwerke sind im Bereich des Gewässers zu unterhalten. Dies umfasst unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stützwerke</li> <li>Einbauten</li> <li>Uferbauwerke</li> <li>Stützwerke</li> <li>Stützwerke / Wehre</li> <li>Röhrenbauwerke</li> <li>Zustand</li> </ul>	<p><b>Stützwerke</b></p> <p>Stützwerke sind im Bereich des Gewässers zu unterhalten. Dies umfasst unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stützwerke</li> <li>Einbauten</li> <li>Uferbauwerke</li> <li>Stützwerke</li> <li>Stützwerke / Wehre</li> <li>Röhrenbauwerke</li> <li>Zustand</li> </ul>	<p><b>Stützwerke / Wehre</b></p> <p>Stützwerke / Wehre sind im Bereich des Gewässers zu unterhalten. Dies umfasst unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stützwerke</li> <li>Einbauten</li> <li>Uferbauwerke</li> <li>Stützwerke</li> <li>Stützwerke / Wehre</li> <li>Röhrenbauwerke</li> <li>Zustand</li> </ul>	<p><b>Röhrenbauwerke</b></p> <p>Röhrenbauwerke sind im Bereich des Gewässers zu unterhalten. Dies umfasst unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stützwerke</li> <li>Einbauten</li> <li>Uferbauwerke</li> <li>Stützwerke</li> <li>Stützwerke / Wehre</li> <li>Röhrenbauwerke</li> <li>Zustand</li> </ul>	<p><b>Zustand</b></p> <p>Zustand ist im Bereich des Gewässers zu unterhalten. Dies umfasst unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stützwerke</li> <li>Einbauten</li> <li>Uferbauwerke</li> <li>Stützwerke</li> <li>Stützwerke / Wehre</li> <li>Röhrenbauwerke</li> <li>Zustand</li> </ul>



# Pflege und Unterhalt

Zürich, 20. Juni 2016

## Sanierung Altwaterbach Merkblätter Geschiebesammler Funktionserweise und Optimierungsmöglichkeiten



201 1 Schnitt durch die Balkensperre des Geschiebesammlers des Altwaterbachs.

### 2 Geschieberückhalt

Der Geschiebesammler hat die Funktion, bei grossen bis mittleren Hochwasserereignissen in Höhe einer Geschiebe- und Sedimentlasten aus Sicht der Schwemmholz- im Unterwasser des Sammlers in es strom, wenn auch bei mittleren Ereignissen am Tal des

Geschiebe durch den Sammler weiter bachwärts transportiert wird (Verlagerung von Sedimenten).

Gewässern dem Bereich zur Sanierung des Altwaterbachs (Flussbau AG, 14.10.2016) können bei einem HQ<sub>20</sub> bis zu 200t<sup>3</sup> Geschiebe weiter bachwärts transportiert werden, ohne dass sich im Siedlungsgebiet unzulässige Aufbauten einstellen. Weitertransportierte Geschiebe lagern sich unterhalb des Siedlungsgebietes von Aben in der Oberwasserzone ab, wo es vor der Bach- und Mündungszone in den Heuläusen entlagert werden kann.

Grosses Geschiebesammler nach dem Hochwasser vom 10.10.2012 (Flussbau AG, 14.10.2016) ist bei einem HQ<sub>20</sub> von einer Geschiebelast von 2000 - 3000t<sup>3</sup> auszugehen. Die Größe des Sammlers ist somit ausreichend, um bei einem HQ<sub>20</sub> bis zu 200t<sup>3</sup> Geschiebe zurückzuführen, dass sich im Siedlungsgebiet keine unzulässigen Aufbauten einstellen.

Die häufigen Hochwasserereignisse (4 HQ<sub>2</sub>) ist das Geschiebe grossenteils nach abwärts weitertransportiert und nicht im Geschiebesammler zurückgehalten werden. Damit werden Sedimentationsbedingungen verbessert und die Gefahr der Verlandung des Sammlers verringert. Zudem ist das weitertransportierte Geschiebe für die Zuleitungsstrecke bis zur Mündung im Gewässersystem wieder nutzbar (Siedlungsgebiet 10.10.2012).

Der aktuell grosse Felsedimenten (Konglomerat < 2cm) an im Sammler abgelagerten Material stellt daher ein Risiko dar, dass der Sammler im heutigen Zustand schnell verlandet. Im Sammler bildet sich aber ein Sediment, in welchem bereits bei häufigen Hochwasserereignissen alle Geschiebe zurückgehalten wird und sich Felsedimente absetzen können (vgl. Darstellung in Bild 2). Dieses Geschiebe kann bei der Freigabe des Sammlers im Jahre 2008 mehrfach zu einem Abfluss über die Oberleitung, was ebenfalls auf eine schnelle Verlandung des Sammlers hinweist.

### 3 Schwemmholzurückhalt

Die Balkensperre des Geschiebesammlers führt bei häufigen Hochwasserereignissen und in geringen Ausmassen zu einem Rückhalt von Schwemmholz. Gemäss VAW Mitteilung 188 (2006) zeigen Erfahrungen, dass Balkensperren bei mittleren Hochwasserereignissen schnell verbauden und Schwemmholz über die Oberleitung ins Unterwasser weiter transportiert wird (vgl. Darstellung in Bild 2).

### 4 Optimierungsmöglichkeiten Balkensperre

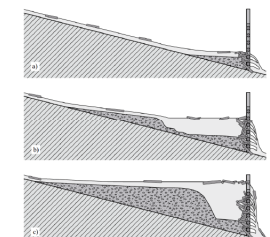
Um den Weitertransport von Geschiebe zu verbessern und die Verlandungsmöglichkeit des Sammlers zu verringern wird vorgeschlagen, die Balkensperre auf 50 - 60cm zu vergrössern (siehe Skizze oben links). Mit Balkensperren von 50cm ergibt dies ein 5-faches. Die obere Balken wird vorzugsweise bündig mit der Oberleitung abgeplant.

Die Zuleitungsstrecke des Sammlers hinter dem weissen Wasserfall hinter der Aufstufung ist die bezüglich Verlandung kritischste Abschnitt (Balken + 2,3m x 1m x 1m).

Abwärts zu bilden ist auch die Verlandung von Eisenröhren denkbar. Diese sind dauerhaft und können ebenfalls schneller ausgefüllt werden, was bei grossen Balkensperren zu einem grossen Aufstufungsrisiko (Eisenröhren Hochwasser) einbringen.

Die Rückhalt von Schwemmholz wird mit einer Vergrösserung der Balkensperre nur geringfügig verbessert. Die Vergrösserung der Balkensperre führt zwar zu einer verlagerten Bildung des Sammlers. Bei selbst Hochwasser muss jedoch weiterhin damit gerechnet werden, dass grosser Mengen Schwemmholz über die Oberleitung ins Unterwasser transportiert werden, was insbesondere beim Durchfluss Hochwasser zu Verlandungen und Ausuferungen führen kann.

Die Gefahr von Verlandungen bachwärts kann nur mittels zusätzlicher baulicher Massnahmen deutlich verringert werden. Oberhalb sind ein zusätzlicher Schwemmholzsammler aus Verlandung über oder unterhalb der bestehenden Sperre, oder das Ausbauen von vertikalen Fachwehren auf die bestehende Balkensperre.



202 2 Varianten von Balkensperren bei häufigen HQ bei mittleren HQ Hochwasserereignissen im Fall (a) der Balkensperre verlagert liegt, mittleren Schwemmholz über die Oberleitung bachwärts weiter transportiert wird (Quelle Bild: VAW Mitteilung 188, 2006).



## «Sanierung Geschiebehaushalt»



Geschiebemanagement in der Schweiz



## «Sanierung Geschiebehaushalt»



Geschiebemanagement in der Schweiz

40



## «Sanierung Geschiebehaushalt»



## Geschiebehaushalt bei Hochwasser

### Problematik:

Geschiebesammler hält alles Geschiebe zurück

→ Defizit im Unterlauf kann unerwünschte Erosionen auslösen

### Mögliche Lösung:

Geschiebedepot möglichst unmittelbar unterhalb vom Geschiebesammler anlegen

→ Abstimmung auf das Transportvermögen im Unterlauf (z.B. abnehmendes Längsgefälle, etc.)

## 6. Geschiebe bei Hochwasserschutzprojekten und Revitalisierungen



## Vielfalt Wasserbauprojekte





## Gemeinsamkeiten

- Hochwasserschutzprojekt:  
**Eingriff ins Gewässer**, um den Hochwasserschutz zu verbessern, zu erhalten oder wiederherzustellen.  
→ **Treiber: Sicherheitsdefizite**
  - Revitalisierungsprojekt:  
**Eingriff ins Gewässer**, um dessen natürlichen Funktionen zu verbessern oder wiederherzustellen.  
→ **Treiber: ökologische Defizite**
- ... 2 mögliche Treiber → eine Handlung = Eingriff ins Gewässer  
gleiche ökologische Anforderungen (Art. 4 WBG, Art. 37 GSchG)



## Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte

- Art. 4 Abs. 2 WBG / Art. 37 Abs. 2 GschG (1991)  
Bei **Eingriffen in das Gewässer** muss dessen **natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt** werden. Gewässer und Gewässerraum müssen so gestaltet werden, dass:
  - a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;
  - b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben;
  - c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.



## Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte

- Art. 43a GschG (2011)

<sup>1</sup>Der **Geschiebehaushalt im Gewässer** darf durch Anlagen **nicht so verändert werden, dass** die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz **wesentlich beeinträchtigt werden**. Die Inhaber der Anlagen treffen dazu geeignete Massnahmen.

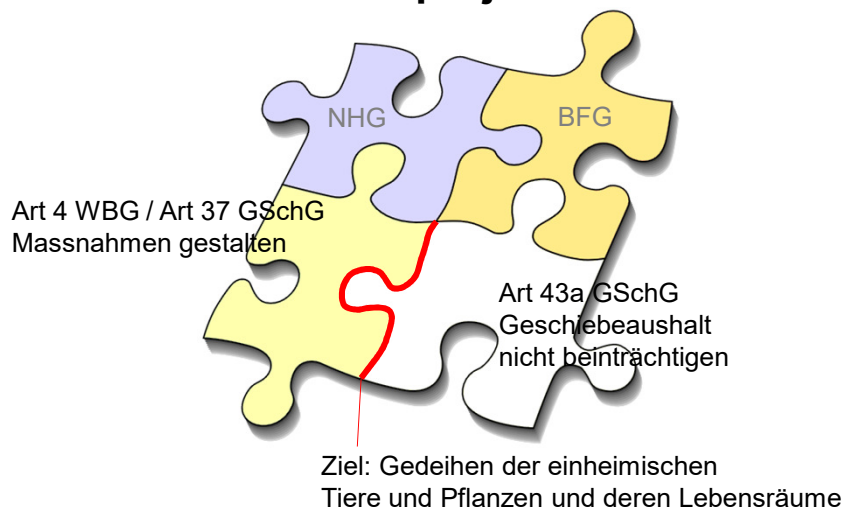
<sup>2</sup>Die Massnahmen richten sich nach:

- a. dem Grad der Beeinträchtigungen des Gewässers;
- b. dem ökologischen Potenzial des Gewässers;
- c. der Verhältnismässigkeit des Aufwandes;
- d. den Interessen des Hochwasserschutzes;
- e. den energiepolitischen Zielen zur Förderung erneuerbarer Energien.

<sup>3</sup> Im **Einzugsgebiet des betroffenen Gewässers** sind die Massnahmen nach Anhörung der Inhaber der betroffenen Anlagen **aufeinander abzustimmen**.



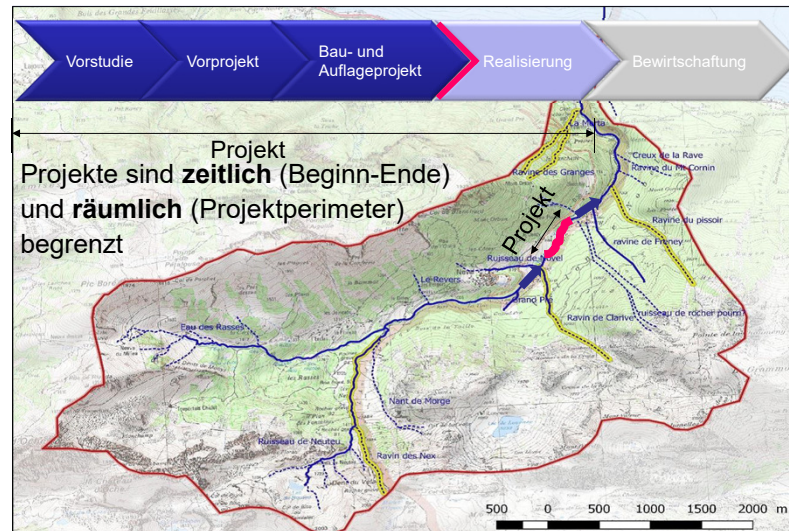
## Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte





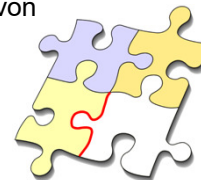


## Eigenheiten von Wasserbauprojekten



## Herausforderungen

- **Unsicherheiten** über die zukünftige Entwicklung im Einzugsgebiet (z.B. Sanierung Geschiebesammler, wasserkraftbedingte Geschieberückhalt)
- **Modellunsicherheiten** (z.B. langfristige Entwicklung der Sohlenlage)
- **Äussere Rahmenbedingungen** (Siedlungen, Infrastrukturen, Kulturland) → Wieviel Veränderung wird dem Fließgewässersystem zugestanden?
- **Genehmigungsverfahren** → Berücksichtigung von Entwicklungen (z.B. bei Kiesentnahmen) nach Projektabschluss





## Schlussbemerkung / Ausblick

- Sanierung Geschiebe läuft gut an (v.a. Wasserkraft), steht aber erst am Anfang
- Notwendigkeit von Bewirtschaftungsplänen
- Ein Wasserbauprojekt wird vom Geschiebeaushalt im Einzugsgebiet beeinflusst und beeinflusst den Geschiebeaushalt im Unterlauf
- Der Geschiebetransport ist physikalisch sehr komplex. Die Modelle sind mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet
- Nicht alle zukünftigen Entwicklungen im Einzugsgebiet sind planbar

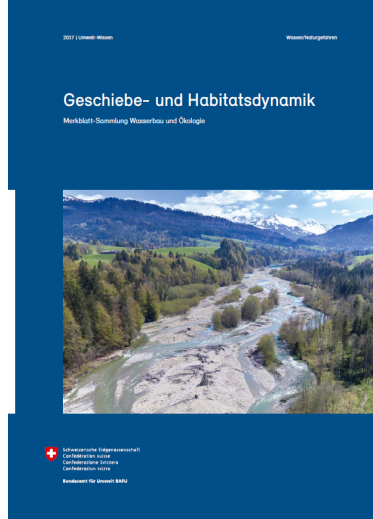


## ...konkret für das Geschiebemanagement in der Schweiz heisst das...

1. Genügend Raum für das Gewässer, der so gestaltet wird, damit es seine Funktionen erfüllen kann
2. Koordination der Sicherheitsfunktion, der natürlichen Funktionen und der Nutzungsfunktionen
3. Betrachtung vom ganzen Einzugsgebiet



## Arbeitshilfe für die Praxis



### Merkblattsammlung

- Sedimentdynamik im Gewässernetz
- Sedimentdynamik und ihre Auswirkungen messen
- Bedeutung und Einflussfaktoren der Feinsedimentdynamik
- Durchgängige Geschiebesammler in Wildbächen
- Dynamik und Biodiversität in Auen
- Sedimentumleitstollen und künstliche Hochwasser
- Kiesschüttungen und Ufererosion

[www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch) / Publikationen

