

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 93 (2001)
Heft: 5-6

Artikel: Natürlicher Geschieberückhalt und Geschiebedosierung
Autor: Jäggi, Martin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939893>

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: 25.02.2026

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

Natürlicher Geschieberückhalt und Geschiebedosierung

■ Martin Jäggi

Einleitung

Den Geschieberückhalt zu fördern entspricht meistens dem Anliegen, Unterlieger vor übermässiger Geschiebeablagerung und dementsprechendem Verlust an Abflusskapazität zu schützen und der Gefahr des Ausuferns der Flüsse während Hochwasser zu begegnen. In herkömmlicher Art wird der Überschuss an Geschiebe üblicherweise in Kieswerken oder in Geschiebesammeln zurückgehalten. Oft besteht dabei die Gefahr, dass zu viel Geschiebe aufgefangen wird. Im Unterwasser kann es deshalb zu einem Trendwechsel kommen, statt der befürchteten Auflandung erodiert der Fluss plötzlich sein Bett und die Uferverbauungen stürzen ein. In diesem Artikel soll nun der Frage nachgegangen werden, ob nicht einfach das Geschiebe in geeigneten Abschnitten der Fließgewässer auf natürliche Weise abgelagert werden kann und wie weit durch eine geeignete geometrische Anordnung in einer Strecke mit Geschieberückhalt die Weitergabe von Geschiebe ans Unterwasser genau so dosiert werden kann, wie es die nachfolgende Gewässerstrecke eben braucht.

Mit in diesen Artikel eingeflossen sind die Erkenntnisse aus zwei Tagungen, welche im Jahr 2000 stattgefunden haben.

Es sind dies einerseits ein Seminar über Geschiebebewirtschaftung in Bachunterläufen anlässlich der Tagung Interpraevent in Villach (26. bis 29. Juni 2000) sowie andererseits der 5. Gravel Bed River Workshop in Christchurch und Franz Josef (Neuseeland, 28. August bis 1. September 2000).

Geschiebehaushalt

Vorerst muss daran erinnert werden, dass der natürliche Geschiebehaushalt an Flüssen und Bächen praktisch nie einem Gleichgewicht entspricht. Die Gewässer erodieren Material in den oberen Einzugsgebieten und lagern es in Schwemmkegeln, Alluvionsebenen und Deltas ab. Durch geologische Veränderungen, etwa die Absenkung der Erosionsbasis in Felsschluchten oder tektonische Bewegungen, sind Trendwechsel möglich. In einem solchen Falle wird aus einer ursprünglichen Alluvionsstrecke eine Erosionsstrecke. Entlang eines Flusslaufs sind somit Folgen von Auflandungs- und Erosionsstrecken möglich. Die Korrekturen haben die Tendenzen teilweise verändert, teilweise aber auch nicht.

Ferner sei daran erinnert, dass eine örtliche Überlastung in der Regel Folgen unmittelbar flussabwärts zeitigt. Die Geschiebeführung durch Hochwasser gleicht der Wirkung eines Pflugs, der Material ständig aufnimmt und gleich wieder ablagert. Wenn also in einem steilen Einzugsgebiet aus irgendeinem Grund der Geschiebeanfall drastisch zunimmt, so zeigen sich die Folgen grundsätzlich im darunter liegenden Schwemmkegel und am oberen Ende der folgenden Alluvionsebene. Auflandungen in grösserer Distanz vom Geschiebeherd können in der Regel nicht als Folge von Veränderungen im Einzugsgebiet angesehen werden.

Früher war die Verlandung von Flussläufen stark gefürchtet, und der Erosion wurde kaum Beachtung geschenkt. Noch

gegen 1960 wurden in der Schweiz relativ bedenkenlos Konzessionen für die Entnahme von grossen Kiesmengen aus Flüssen bewilligt. Bild 1 zeigt eine solche Entnahmestelle an der Maggia. Das Becken ist so gross, dass auch der Geschiebeanfall eines einzelnen Hochwassers diese Baggermulde nicht aufzufüllen vermag. Der Geschieberückhalt ist somit total. Dies hat zur Folge, dass die nachfolgende Strecke zwischen Avegno und Ponte Brolla durch Grobkomponenten stark abgeplästert ist. Bei ausserordentlichen Hochwassern ist Sohlen- und Ufererosion möglich. Das Bild stammt aus dem Jahre 1982, die Situationsanalyse gilt für die damalige Zeit.

Kiesentnahmen und offene Sperren

In den letzten Jahrzehnten wurden viele so genannte offene Sperren gebaut, um möglichst nur einen Teil des Geschiebes zurückzuhalten und um Geschiebe ans Unterwasser zur Bekämpfung der Erosion abzugeben. Oft ist aber auch eher der Holzrückhalt der Hauptzweck solcher offener Sperren. Wie etwa das Beispiel des Geschiebesammlers vom Sachsel Dorfbach (Bild 2) gezeigt hat, führt ein ausserordentliches Hochwasser in solchen Anlagen zu Einstau und beim Durchgang des Spitzenabflusses zum gesamten Rückhalt des angelieferten Geschiebes. In Sachseln lag dies ja grundsätzlich im Interesse des darunter liegenden Dorfes. Nun war aber während des Durchgangs der Spitze und des Abklingens des Hochwassers der Ausfluss aus dem Geschiebesammler ge-



Bild 1. Kieswerk an der Maggia bei Avegno TI mit totalem Geschieberückhalt in Auffangbecken (Aufnahme aus dem Jahr 1982).

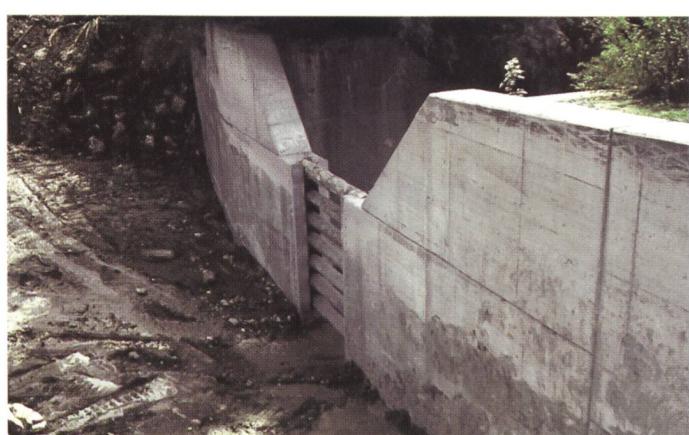


Bild 2. Beispiel einer offenen Sperranlage (Geschiebesammler am Sachsel Dorfbach, gerade nach dem Unwetter vom 15. August 1997).

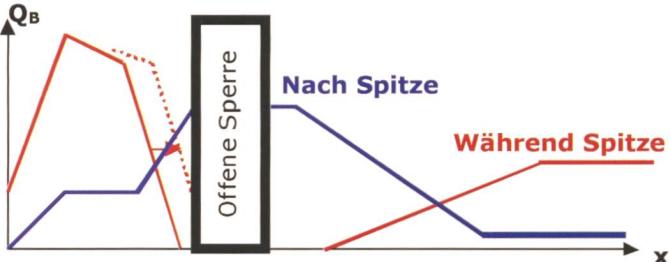


Bild 3. Transportdiagramm (Funktion des Geschiebetransports entlang einer Strecke) für eine offene Sperre.

schiebefrei. Die Strecke war durch eine alte gemauerte Bachschale gesichert, welche der Belastung nicht standhielt. Somit verandelte sich das Gerinne auf dem Schwemmkegel in ein natürliches Bachbett, das im natürlichen Zustand eine erhebliche Geschiebemenge zugeführt erhalten hätte. Ohne Zufuhr aus dem Sammler hat das Hochwasser aber aus dem Schwemmkegel eine grössere Geschiebemenge aufgenommen, welche dann im Dorf Sachseln zur Verwüstung erheblich beigetragen hat.

Durch die Verbauung als Raugerinne soll in Zukunft ein solcher Prozess verhindert werden. Schliesslich soll auch das durch kleine Hochwasser angeführte Geschiebe, welches unterhalb des Sammlers keinen Schaden anrichten kann, durch eine Grundablassöffnung aus dem Sammler transportiert werden, damit das Sammlervolumen ständig für Extremereignisse zur Verfügung steht. Da Holz in Sachseln die grössere Gefahr darstellt als Geschiebe, ist Holzrückhalt im Sammler grundsätzlich erwünscht. Durch den Einbau eines Holzrechens soll nun auch das Holz besser als 1997 zurückgehalten werden, was am Geschieberückhalt nichts verändert. Die Folge der Verklausung des Auslasses oder des Rechens ist ein Geschieberückhalt auch beim Abklingen des Hochwassers, wenn der Stau zusammenfällt und das Geschiebe gegen die Sperre transportiert wird.

Vielfach werden offene Sperren – meist Schlitzsperren – aber zu dem Zweck konzipiert, während des Durchgangs der Abflussspitzen Geschiebe zurückzuhalten und einen grossen Teil davon beim Abklingen

des Hochwassers wieder abzugeben. Ohne Holzverklausung ist ein solcher Prozess durch hydraulischen Einstau bei den grossen Abflussmengen und ein Absinken dieses Stauspiegels beim Abklingen des Hochwassers möglich. Wenn nun die Anlage so funktioniert wie geplant, heisst das aber trotzdem, dass während längerer Zeit der Geschieberückhalt im Sammler total ist und gegen Ende des Hochwassers der Geschiebeaustausch eine unnatürlich hohe Spitze erreicht, weil das Gefälle im Stauraum plötzlich sehr gross wird. Die Strecke nach dem Sammler erfährt somit während des Spitzenablusses ein Geschiebedefizit und später eine Geschiebeüberlastung (Bild 3). Es ist also keine genaue Geschiebedosierung möglich. In Frankreich wurde deshalb bereits mit der Anlage eines zweiten Beckens als Dosierbecken experimentiert.

Wird für Anlagen mit offenen Sperren argumentiert, dass Rückhalt und Weitergabe von Geschiebe ohne Variation der Sohlenlage in der folgenden Strecke funktionieren, lässt sich dies nur durch Rückhalt von eher feinem Geschiebe erklären. Die Unterwasserstrecke ist von Natur aus durch Grobkomponenten stark abgeplästert und erträgt das Geschiebedefizit. Bezuglich des beim Abklingen des Hochwassers ausgetragenen Geschiebes besteht in der Unterwasserstrecke auf der grossen Deckschicht eine Überkapazität. Eine positive Wirkung der Geschiebeabgabe, also eine Verhinderung von Erosion, kann erst in einer entfernten Flussstrecke wirksam werden, wo dieses feinere Geschiebe Sohlen bildend ist und im Falle eines totalen Rückhalts tatsächlich fehlen würde. Durch die

Länge der Zwischenstrecke können allenfalls die durch den Betrieb der Anlage erzeugten zeitlichen Schwankungen der Geschiebeführung ausgeglichen werden.

Auflandung im Waiho River (Neuseeland)

Am 5. Gravel Bed River Workshop in Neuseeland wurde den Teilnehmern eine interessante Fallstudie vorgestellt (Davies und McSaveney, 2000). An der Westküste der Südinsel befindet sich in der Nähe des höchsten Bergs Neuseelands, des Mount Cook, der spektakuläre Franz-Josef-Gletscher (Bild 4). Sein Firnfeld befindet sich auf über 3000 m ü.M., die Gletscherzunge auf ca. 200 m ü.M. Aus diesem Gletscher entspringt der Waiho-Fluss, der nach ca. 20 km ins Tasman-Meer mündet.

Da dieser Gletscher zu den touristischen Attraktionen Neuseelands zählt, gibt es entlang dieses Flusses eine gewisse touristische Infrastruktur. Ferner quert eine Hauptstrasse oberhalb der Siedlung Franz Josef den Fluss. In den letzten Jahrzehnten wurde festgestellt, dass das Flussbett ständig auflandet. Geschätzt wird, dass zwischen 1920 und 2000 die Sohle im Bereich der Strassenbrücke um über 20 m angehoben wurde. Um 1980 hat ein Hochwasser das Flugfeld verwüstet, welches seither verlegt werden musste. Dieses Ereignis wird ebenfalls auf die Auflandungstendenz zurückgeführt. Heute ist die Bedrohung weiterer Anlagen, etwa des Hotels (Bild 5), trotz Errichtung eines Hochwasserschutzbauwerks offensichtlich.

Über die Ursachen gehen die Meinungen auseinander. Dies zeigt einmal mehr, dass Flussbau und Flussmorphologie keine exakten Wissenschaften sind, sondern dass sehr viel Erfahrung und Intuition bei der Beurteilung einer Sachlage nötig sind. Nach Meinung des Autors ist aber die Auflandungstendenz grundsätzlich eine natürliche. Sie mag in den letzten Jahren durch eine Häufung von starken Niederschlägen verstärkt worden sein. Diese führt einerseits zur Mobilisierung von Geschiebe in Seitenbächen des Waiho, hat aber auch zu einem spektakulären Vorriss des Franz-Josef-Gletschers geführt (Bild 6). Der vorstossende Gletscher bringt auch mehr Geschiebe in den Fluss, während ein sich zurückziehender Gletscher das Geschiebe teilweise in Zonen ablässt, wo es vom Fluss nicht erreicht werden kann. In den letzten 25 Jahren mag also zum langfristigen natürlichen Auflandungstrend noch eine temporär verstärkte Zufuhr erfolgt sein (Bild 7).

Die Kiesbewirtschaftung, welche in Mitteleuropa Standardlösung wäre, kommt am Waiho aus verschiedenen Gründen nicht



Bild 4. Franz-Josef-Gletscher und Waiho-Fluss in Westland, Neuseeland, Übersicht.



Bild 5. Gefährdete touristische Infrastruktur in Franz Josef, Beispiel Hotel: a) Hotelpark; b) Hochwasserschutzdamm mit auflandendem Waiho-Fluss links und Hotelpark rechts.

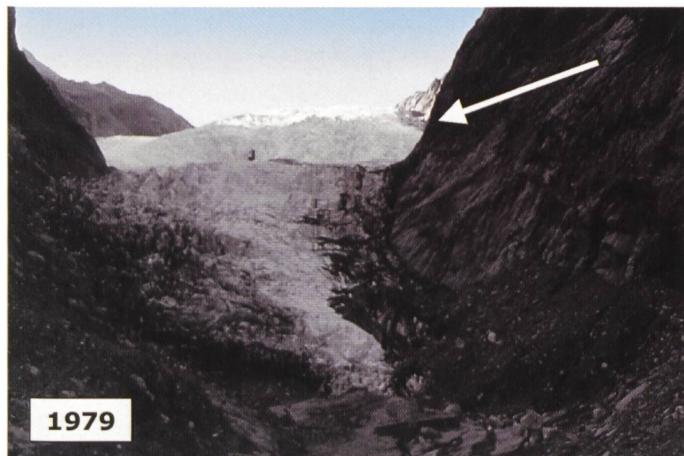
in Frage. Einerseits besteht Unsicherheit über die anfallenden Materialmengen, die Wirtschaftlichkeit einer solchen Entnahme ist sehr fraglich, da die grossen Zentren Neuseelands weit weg liegen, und schliesslich liegt das ganze Gebiet in einem Nationalpark, so dass industrielle Kiesentnahmen politisch nicht opportun scheinen. Als Optionen wurden zwei Möglichkeiten vorgeschlagen, nämlich das Erhöhen der bestehenden Dämme um ca. 5 m, wodurch die Auflandung der nächsten ca. 25 Jahre kompensiert werden

könnte, oder der Abbruch des linksseitigen Hochwasserschutzdamms und somit die Freigabe eines grösseren Gebiets zur Auflandung. Diese Massnahme würde den Auflandungstrend verlangsamen.

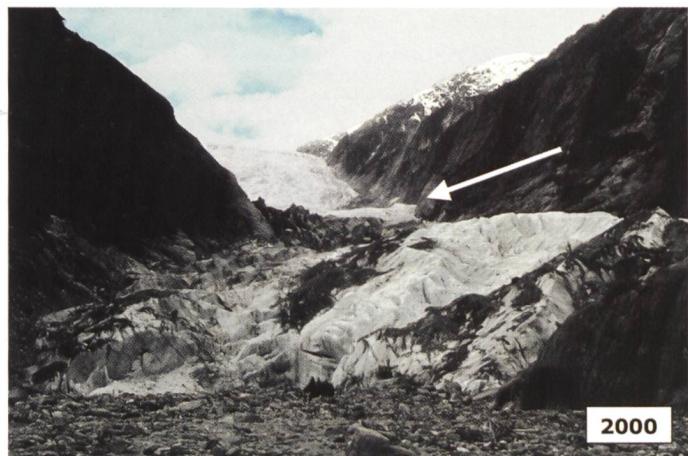
Natürlicher Geschieberückhalt – Folgerungen

Unter besonderen Umständen kann es ein Lösungsansatz sein, einen natürlichen oder allenfalls durch menschliche Intervention verstärkten Auflandungstrend einfach zu akze-

tieren und die Umgebung laufend an diese Auflandung anzupassen. Wird etwa in Franz Josef die Option gewählt, die Hochwasserschutzdämme zu erhöhen, so müssen sämtliche Infrastrukturanlagen in etwa 25 Jahren amortisiert sein. Dannzumal wird man nicht darum herumkommen, die ganze Siedlung in ein höher gelegenes Gebiet zu verschieben und die Hochwasserschutzmassnahmen erneut anzupassen. Bei der in Neuseeland üblichen Leichtbauweise für Gebäude ist dies natürlich eher vorstellbar als in Mitteleuropa.



1979



2000

Bild 6. Vorstoss des Franz-Josef-Gletschers in den letzten 20 Jahren. Der Pfeil markiert jeweils die gleiche Felsnase.



1979



2000

Bild 7. Vorfeld des Franz-Josef-Gletschers. Die Pfeile markieren die gleiche Felsnase und machen die Auflandung sichtbar. Die Felsrippe im Bild links wurde durch den vorstossenden Gletscher überdeckt.



Bild 8.
Rhäzünser
Rheinauen
(Foto: Franco Schlegel, Wangs).

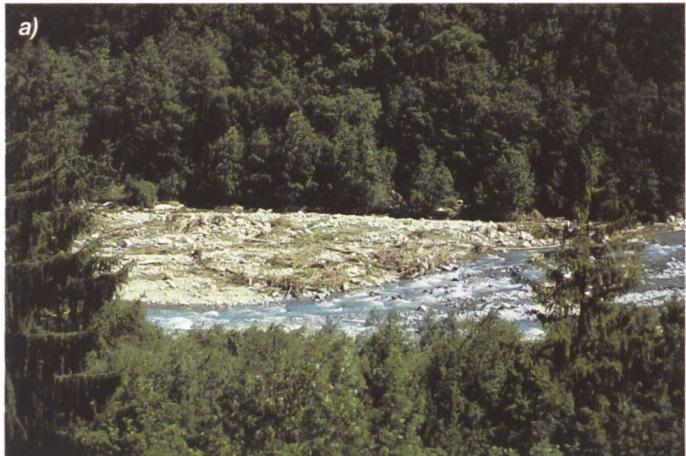
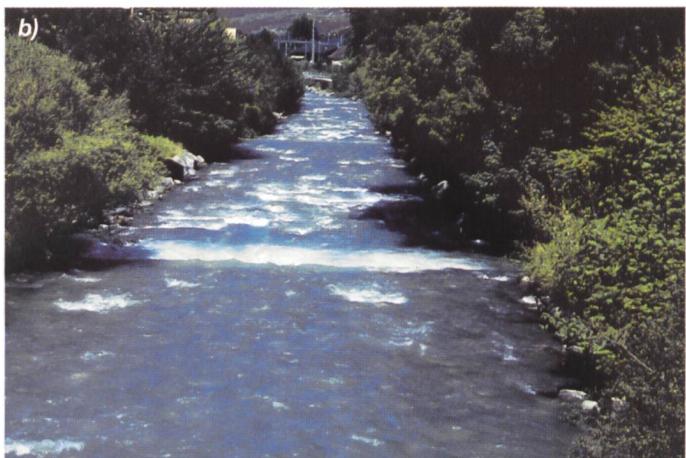


Bild 9. Geschiebedosierung an der Engstligen in Frutigen: a) natürlicher Lauf oberhalb des Dorfs und des Kieswerks;



b) korrigierter Abschnitt mit Schwellen im Dorf;



c) Dosierstrecke am Ende eines der Geschiebe-auffangräume des Kieswerks.

Trotzdem gibt es Fälle, wo diese Option auch in der Schweiz überlegt werden muss. Es betrifft vor allem Auengebiete von nationaler Bedeutung, welche grössere Flussstrecken umfassen. Eine Auflandung in den Rhäzünser Rheinauen (Bild 8) zum Beispiel dürfte vermutlich für die nächsten Jahrzehnte unproblematisch sein, da hier früher Kies entnommen wurde und es sich um eine Wiederauflandung handeln würde. Bis die korrigierte Oberwasserstrecke des Hinterrheins auf der Höhe von Rothenbrunnen betroffen würde, kann sehr viel Material abgelagert werden. In anderen Fällen ist eine solche Option vermutlich nur dann möglich, wenn die Nutzung in den angrenzenden Gebieten überdacht wird und eben langfristig eine Anpassung möglich ist. Streng genommen fordert die Auenverordnung ein solches Vorgehen, wenn das Prinzip der Verhältnismässigkeit gewahrt werden kann.

In gewissen Fällen wurde solch natürlicher Geschieberückhalt auch in der Schweiz durch bestimmte Massnahmen ungewollt eingeleitet. Ein Beispiel dazu liefert der Schraubach bei Schiers. Durch den Bau von drei ca. 12 m hohen Bogensperren wurde der gefürchtete Schuderserrutsch stabilisiert. Die frühere ständige Erosion des Hangfusses wurde so unterbrochen. Nun wurde aber die Erosionsbasis auf das Niveau des Überfalls der obersten Sperre angehoben. Es entstand ein See, der rasch durch Feinmaterial verlandete. Der Auflandungsprozess war aber nun längst nicht abgeschlossen. Auf der neu entstandenen Bachsohle wurde eine Forstrasse angelegt. Es zeigte sich rasch, dass diese praktisch nach jedem Hochwasser eingeschottert wurde. In einem Kurzgutachten, mit welchem der Autor beauftragt wurde, konnte gezeigt werden, dass dieser Auflandungsprozess sicher noch ca. 50 Jahre weitergeht und so die Forstrasse noch lange von diesem Problem betroffen sein wird. In diesem Fall ist natürlich die Option einer langen und stetigen Auflandung nicht unbedingt gewollt, hat sich aber durch andere Massnahmen ergeben und kennzeichnet so die Bewirtschaftung der Strecke oberhalb der Sperren für längere Zeit.

Ein solcher natürlicher Auflandungstrend bestand sowohl nach der ersten wie der zweiten Rhonekorrektion (Bianco et al., 1999). Eine ähnliche langsame natürliche Auflandung wurde durch den Autor auch für die Ärgera aufgezeigt (Jäggi, 1999). Schliesslich zeigt eine Abschätzung für den Alpenrhein (Jäggi, 1992), dass die Speichergrösse auch in diesem korrigierten Fluss im Verhältnis zum Geschiebebeitrag enorm ist und so der Geschiebeaustrag durch Eintrag und Abfallung fast nicht verändert wird. So lässt

sich leicht zeigen, dass zwischen Ellhorn und Illspitz (km 33 – 61) die Transportkapazität nur um lediglich 10% ansteigt, auch wenn während 50 Jahren in dieser Strecke die Ablagerung von ca. 76 000 m³/Jahr zugelassen wird. Eine solche Ablagerung resultiert nur in einer mittleren jährlichen Sohlenhebung von ca. 2 cm, entspricht aber mehr als der Hälfte des Geschiebeintrags.

Strecken mit natürlichem Geschieberückhalt können wie folgt charakterisiert werden:

- der Eintrag ist wesentlich grösser als der Austrag;
- die Flussstrecke weist eine grosse Speicherfläche auf, sodass die Ablagerungsrationen pro Zeiteinheit sehr klein werden (einige Millimeter oder Zentimeter pro Jahr);
- der Austrag ist wegen der Speichergrösse zeitlich kaum variabel;
- der natürliche Geschieberückhalt stellt nur dann eine Option dar, wenn die Landnutzung in der Umgebung zeitlich gesehen an die Auflandungsrate angepasst werden kann.

Geschiebedosierung an der Engstligen

Der Grundsatz der Geschiebedosierung kann am Beispiel der Engstligen bei Frutigen illustriert werden (Bild 9). Oberhalb des Dorfes befindet sich die Engstligen im natürlichen Zustand und führt viel Geschiebe. Im Dorf selber ist die Engstligen kanalisiert und weist ein schmales Bett auf. Zur Erosionssicherung befinden sich in regelmässigen Abständen Schwellen. Seit Jahrzehnten besteht am Dorfeingang am Übergang zwischen beiden Strecken ein Kieswerk. Das Kieswerk weist zwei Kammern auf, die durch einen Mitteldamm getrennt sind. Die Breite einer einzelnen Kammer ist fast gleich wie jene des Gerinnes im korrigierten Abschnitt. Oberhalb der beiden Kammern werden durch einen tempo-

rären Damm sozusagen wie mit einer Weiche der Abfluss und das Geschiebe der einen Kammer zugeleitet, während die andere nach oben geschlossen ist und maschinell entleert werden kann. Nach erfolgter Leerung wird der temporäre Damm verschoben, sodass die Kammern umgekehrt funktionieren.

Während des Füllungsprozesses bestimmt die Strecke am Ende der Kammer, wie viel Geschiebe in die Dorfstrecke weitertransportiert wird. Die Geometrie dieser Strecke richtet sich nach den Vorgaben für die Leerung. Es war nun üblich, in der leeren Kammer die Sohle so auszuplanieren, dass ein verhältnismässig kleines Gefälle entstand. Die örtliche Transportleistung am Ende der nun aufzufüllenden Kammer war somit nach Verschieben des temporären Damms klein. Die Füllung der Kammer veränderte diese Transportleistung vorerst nicht. Erst wenn die Kammer gefüllt war, wurde auch das Gefälle steiler. Dann war aber der Zeitpunkt gekommen, den Damm wieder zu verschieben und nun das Wasser durch die andere leere Kammer durchzuleiten. Somit litt die Korrektionsstrecke im Dorf ständig unter einem Geschiebedefizit. Über grosse Kolke bei den Absturzbauwerken und Unterspülung der Ufer waren die Folge.

In einem Gutachten des Autors (Jäggi, 1996) konnte nun das optimale Gefälle in der leeren Kammer bestimmt werden. Die Absturzhöhe der Schwellen soll möglichst klein sein, was ein möglichst hohes Zwischengefälle zwischen den Schwellen erfordert. Im Durchlass unter der BLS-Linie darf aber die Sohlenlage nicht übermässig ansteigen, damit die Hochwasserabflusskapazität genügend bleibt. Da die Dosierstrecke am Ende der jeweils leeren Kammer etwa die gleiche Breite aufweist wie die Korrektionsstrecke, konnte damit das Gefälle in den geleerten Geschiebekammern des Kieswerks dem optimalen Zwischengefälle zwischen

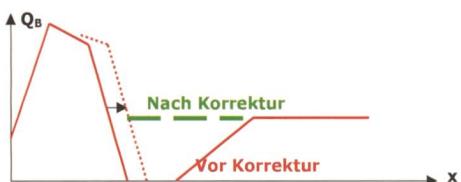


Bild 10. Diskontinuität des Geschiebe-transports bei zu flachem Gefälle in der Dosierstrecke (vor Korrektur) und Ausgleich des Transports bei Ablagerung des überschüssigen Geschiebes nach der Korrektur des Gefälles.

den Abstürzen gleichgesetzt werden. Dies bedeutet nun eine erhöhte Geschiebezufuhr (Bild 10). Da sich die Engstligen oberhalb des Kieswerks als Folge des früheren Betriebs stark in die Umgebung eingetieft hat, besteht aber die Möglichkeit, dort eine grössere Flussterrasse abzubauen. Damit würde oberhalb des Kieswerks für Extremereignisse eine grössere Speicherfläche zur Geschiebeablagerung zur Verfügung stehen. Auch würde dieser Teil des Auengebiets aufgewertet, der durch die Eintiefung gelitten hat.

Die Änderung der Praxis im Kieswerk ist nicht nur für die Engstligen in Frutigen bedeutend, sondern auch für die Kander zwischen dem Zusammenfluss und dem Delta im Thunersee. Das Geschiebedefizit in der Korrektionsstrecke von Frutigen wurde nämlich nur bei grösseren Ereignissen kompensiert, wenn die Deckschicht in der Korrektionsstrecke mobilisiert wurde. Bei kleineren Ereignissen war dies wegen des Widerstands der Deckschicht nicht der Fall, womit auch in der Kander ein generelles Geschiebedefizit gefördert wurde.

Auch dort sind deswegen Probleme wegen zu grosser Absturzhöhen bei Sperren sowie auch ökologische Probleme durch die Vergrößerung der Sohle entstanden.



Bild 11. Hubbrücke über die Saltina in Brig-Glis in gehobenem Zustand (Aufnahme am 17. Oktober 2000, zwei Tage nach dem Hochwasser).

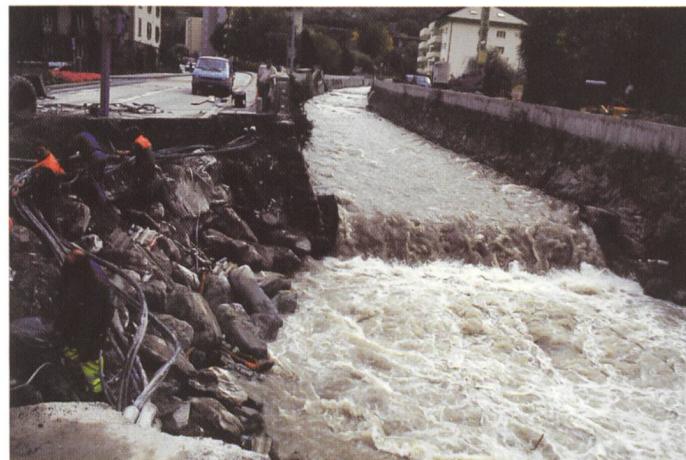


Bild 12. Durch das Hochwasser vom 14./15. Oktober 2000 zerstörte Ufermauer an der Saltina, im Kolkbereich eines Absturzbauwerks.

Bei der Geschiebedosierung geht es also darum, dass ein Auffangraum geschaffen wird, an dessen Ende eine Dosierstrecke angeordnet wird, deren Geometrie durch den Auffüllprozess nicht verändert wird. Diese Dosierstrecke weist für eine bestimmte Wassermenge immer die gleiche Geschiebe-transportkapazität auf. Die Weitergabe an das Unterwasser erfolgt somit im Gegensatz zu den offenen Sperren kontinuierlich.

Erfahrungen beim Hochwasser

2000 an der Saltina in Brig-Glis

Das Hochwasser vom 14./15. Oktober 2000 im Wallis war unter anderem auch die Bewährungsprobe einer Geschiebedosierstrecke an der Saltina ob Brig. Im Anschluss an das Hochwasser vom 24. September 1993 hat die Stadt Brig-Glis auf Grund verschiedener Untersuchungen (siehe z.B. Bezzola et al., 1994) Massnahmen realisiert, um eine ähnliche Verwüstung in Zukunft zu verhindern. Das bekannteste Beispiel davon ist die Hubbrücke über die Saltina (Meyer et al., 1997). Welche Massnahmen weiter erforderlich sind, wurde durch eine Arbeitsgemeinschaft (Arge HWS Brig, 2000) von Ingenieurbüros unter Federführung des Büros A. Burkard, Brig, untersucht. Diese Untersuchungen wurden vom Autor als Experte begleitet. Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch diese Geschiebedosierstrecke optimiert. Der Rückhalteraum besteht aus zwei Kammern, welche durch eine kleine Schwelle abgetrennt sind. Oberhalb der oberen Kammer ist eine Steilstrecke von 6% Gefälle entstanden, da der Rückhalteraum nur durch Absenkung der Sohle und eine Entnahme von ca. 100000 m³ Material erreicht werden konnte. Das Konzept sah vor, diese Rampe mit zugeführten Blöcken zu stabilisieren. Im Oktober 2000 war die Massnahme allerdings noch nicht realisiert. Die Dosierung in die Unterwasserstrecke ist durch die Geometrie der unteren

Geländekammer nach der Zwischensperre bestimmt. Eine ständige Dosierung der Unterwasserstrecke mit Geschiebe ist deshalb erforderlich, weil sowohl Auflandung wie Erosion eine Gefahr darstellen. Die Auflandung im Bereich der Saltinabrücke ist aus den Ereignissen von 1993 bekannt. Es wurde auch klar erkannt, dass Ufermauern und Absturzbauwerke nur mangelhaft gegen Erosion gesichert sind. Eine Verflachung der Zwischenstrecke zwischen den Absturzbauwerken konnte somit nicht akzeptiert werden. Während nun das Problem der Auflandung im Oktober 2000 durch die Hubbrücke (Bild 11) problemlos gemeistert werden konnte, gab es trotz der Dosierung einzelne Schäden in den Kolkzonen der Absturzbauwerke (Bild 12). Da nun das Hochwasser aber einer Folge von zwei hundertjährlichen Hochwassern (gemäss bisheriger Statistik) entsprach, dürfen die entsprechenden Schäden nicht überbewertet werden. Es zeigt aber, dass in der Zwischenstrecke das Gefälle nicht reduziert werden darf.

Der Geschiebeauffangraum «Grindji» oberhalb Brig-Glis hat nun während dieses extremen Ereignisses optimal funktioniert. Das Längenprofil der Saltina wurde erwartungsgemäss ausgerundet (Bilder 13 bis 15). Die Schwelle zwischen den beiden Geländekammern wurde mit ca. 80 cm Material überdeckt. Die grösste Ablagerungsmächtigkeit betrug etwa 4 m am oberen Ende der oberen Geländekammer. Dadurch wirkte sich die Auflandung auch in den Bereich der Rampe aus. Die Rampe selber hat sich nun erstaunlich gut verhalten. Dank eines hohen natürlichen Anteils an Grobkomponenten blieb die Erosion in der Rampe beschränkt. Dies zeigt, dass bei den Wiederherstellungsmassnahmen auf eine eigentliche Blockrampe verzichtet werden kann, doch muss auf eine Anreicherung der Sohle mit Grobkomponenten geachtet werden. Insbesondere dürfen aus

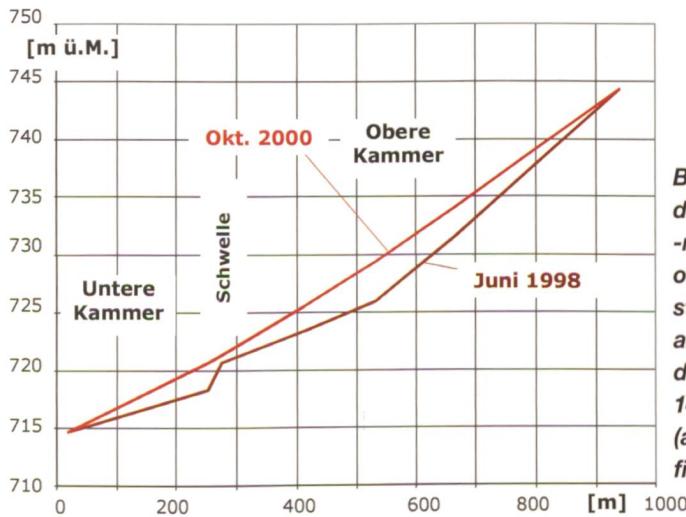
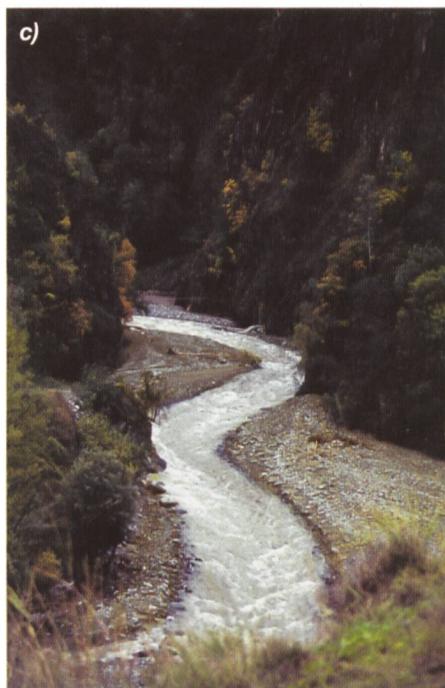
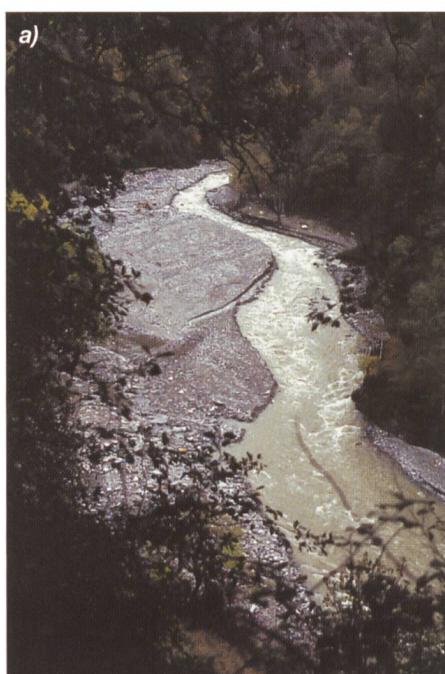


Bild 13. Geschiebedosierstrecke und -rückhalteraum ob Brig-Glis. Dargestellt ist die Geschiebeablagerung während des Hochwassers vom 14./15. Oktober 2000 (auf Grund fotografischer Aufnahmen).

Bild 14. Geschiebedosierungskammern im «Grindji» an der Saltina ob Brig-Glis, am 17. Oktober 2000, nach der Auffüllung durch das Hochwasser vom 14./15. Oktober 2000: a) obere Kammer; b) eingekieste Schwelle zwischen beiden Kammern; c) untere Kammer.



Bild 15. Obere Geschieberückhaltekammer im «Grindji»:
a) Zustand vor dem Hochwasser; b) während des Hochwassers vom 14./15. Oktober 2000; c) Auffüllung nach dem Hochwasser.
(Fotos: André Burkard, Brig)

dieser Strecke keine grossen Blöcke entfernt werden.

Folgerungen betreffend Geschiebedosierung

Der grosse Vorteil der Geschiebedosierung liegt beim konstanten Geschiebeaustrag und

so einer optimalen Bewirtschaftung der nachfolgenden Strecke wie in Frutigen oder Brig-Glis. Übermässige Auflandungen oder Erosionen können verhindert werden. Ferner entfällt ein teures Auslaufbauwerk. Es bleibt das Problem der Erosionssicherung am oberen Ende, da genügend Auffangraum in der Regel nur durch Abtiefung des Gerinnes erreicht werden kann. Das führt zu einer Versteilung im Oberwasser. Ist der natürliche Grobanteil des anstehenden Materials hoch, kann wie im Fall Brig-Glis die Strecke ungesichert bleiben. Generell gesehen braucht es zur Anordnung eines Rückhalteraums mit Dosierstrecke geeignete geometrische Voraussetzungen. Nicht überall kann ein genügendes Rückhaltevolumen auf diese Art erreicht werden, und somit ist dieses Prinzip nicht generell anwendbar. Dort wo die Voraussetzungen günstig sind, stellen Dosierstrecken aber eine wirksame Alternative zu konventionellen Geschiebesammlern dar.

Literatur

Arge SBWZ (Büro für Beratende Geologie O. Schmid, Ingenieurbüro für Wasser, Schnee und Lawinen, A. Burkard, Ingenieurbüro Glenz & Walther AG, Ingenieur- und Vermessungsbüro, Zürbriggen Karl AG, alle Brig-Glis, Ingenieurbüro Schälchli & Abegg, Zürich), Hochwasserschutzkonzept Brig-Glis, April 2000 (unveröffentlicht).

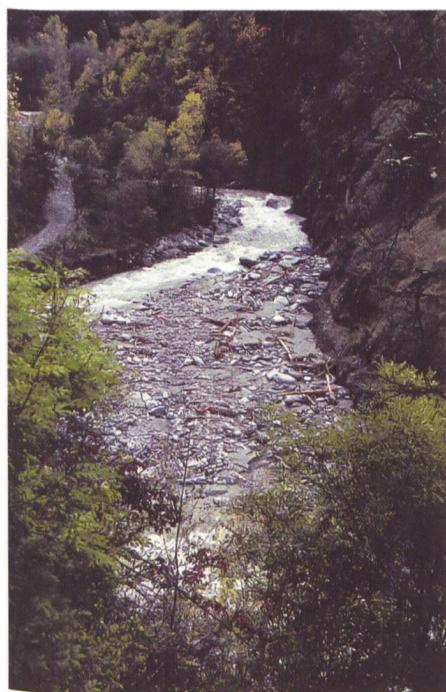


Bild 16. Grobblockige Rampe oberhalb des Geschieberückhalteraums «Grindji».

Bezzola G. R., Abegg J., Jäggi M.: Saltinabrücke Brig-Glis, SIA Nr. 11, 10. März 1994.

Bianco Ph., Genolet F., Rebord Y. G. (1999): La deuxième correction du Rhône a-t-elle résolu le problème du charriage? «wasser, energie, luft», 91. Jg., Heft 3/4, 56–60.

Davies T. R., McSaveney M. J.: Anthropogenic fan-head aggradation, Waiko River, Westland, New Zealand, 5. Gravel Bed River Workshop, Christchurch, 28. August bis 1. September 2000.

Jäggi M.: Sedimenthaushalt und Stabilität von Flussbauten, Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH Zürich, Nr. 119, 1992.

Jäggi M.: Gutachten Engstligen/Frutigen. Juni 1996 (unveröffentlicht).

Meyer O., Pfammatter C., Eyer E., Werlen M. (1997): Saltina-Hubbrücke in Brig-Glis, Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 50, 11. Dezember, 4–8.

Anschrift des Verfassers

PD Dr. Martin Jäggi, Beratender Ingenieur für Flussbau und Flussmorphologie, Zürichstr. 108, CH-8123 Ebmatingen.