

# Internationaler Erfahrungsaustausch zu Geschiebemanagement

Carlos R. Wyss, Manuel Nitsche

## Zusammenfassung

Letztes Jahr fand in Interlaken die bisher wohl grösste Konferenz zu Geschiebemanagement statt, das «International Symposium on Bedload Management». Die Veranstaltung unterstrich die Bedeutung des Themas und stellte unterschiedliche Sanierungsansätze und praktische Erfahrungen zur Diskussion.

Das Interesse am Thema Geschiebe ist gross – in der Forschung so gut wie in der Praxis. Dass allerdings eine Veranstaltung zu Geschiebemanagement richtiggehend Aufbruchsstimmung vermitteln könnte, damit hatten selbst die Organisatoren und Organisatorinnen des «International Symposium on Bedload Management» in Interlaken nicht gerechnet. Die Teilnehmenden aus zwölf Ländern waren auffallend jung, zu den 116 vor Ort nahmen zusätzlich 58 Personen online am dreitägigen Anlass teil.

Hintergrund der von der Wasser-Agenda 21 (WA21) und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) organisierten Veranstaltung

war die Pionierrolle, die der Schweiz bei der Sanierung des Geschiebehaushalts im internationalen Vergleich zukommt: «Die Schweiz hat das gesetzliche Ziel und die finanziellen Mittel, um ihre Flüsse von den Auswirkungen der Sedimentdefizite zu befreien, die durch Hunderte von Wasserkraftwerken, Rückhaltebecken und anderen Anlagen verursacht werden», heisst es im Konferenzbericht. Der Fokus ging allerdings weit über die Schweiz hinaus. An der Tagung wurden sowohl Fallstudien und Forschungsergebnisse aus mehreren Kontinenten präsentiert, wie auch neueste Werkzeuge, Techniken und Strategien zur Verbesserung des Geschiebetransports

und seiner ökologischen Funktionen vorgestellt. Ziel der Fachtagung war nicht zuletzt, die praktische Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen in der Schweiz zu unterstützen.

Auf drei Exkursionen erhielten die Fachleute aus Wissenschaft und Praxis die Gelegenheit, aus erster Hand mehr über die Anstrengungen der Schweiz zur Sanierung des Geschiebehaushalts zu erfahren. Die Exkursionen führten zur Stau-mauer von Rossens an der Saane im Kanton Freiburg (Thema: Ökomorphologische Auswirkungen künstlicher Hochwasser), ins Gadmer- und Haslital (Thema: Geschiebemanagement und -sanierung) und zum Wasserkraftwerk Spiez an der Simme (Thema: Sedimentmanagement, Flussaufweitungen, Restwasser und Fischgängigkeit), beide im Kanton Bern.

Wie sich in 14 Fachvorträgen und 12 für den Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis konzipierten Workshops zeigte, ist das Thema Geschiebe aus mehreren Gründen hochaktuell – nicht zuletzt im Zusammenhang mit dem Biodiversitätsverlust und den Folgen des Klimawandels. Einerseits sind die Defizite im Geschiebehaushalt eine der Ursachen der Biodiversitätskrise in Gewässern, und andererseits spielt Geschiebe eine wichtige Rolle beim Hochwasserschutz. Ein modernes Geschiebemanagement zielt auf beides: den Schutz vor Hochwasser, aber auch auf die Aufrechterhaltung von ökologischen Strukturen im Gewässer. Da es aufgrund des Klimawandels vermehrt zu Abflussex-tremen kommen wird, gewinnt das Geschiebemanagement auch vor diesem Hintergrund an Bedeutung.

Eine Zusammenfassung der Diskussionen der einzelnen Workshops wurde veröffentlicht und kann auf der Webseite der Plattform Renaturierung von Wasser-Agenda 21 abgerufen werden (Link am Ende des Artikels).

Im Folgenden einige Beispiele der am Symposium vertretenen Positionen und diskutierten Fragen.



Das hybride Format der Veranstaltung ermöglichte es Professor Ellen Wohl von der Colorado State University, ihren Vortrag mitten in der Nacht zu Hause zu halten und trotzdem lebhaft mit Interlaken zu diskutieren. Foto: Carlos R. Wyss.

## Warum braucht es eine Sanierung des Geschiebehaushalts?

Wie Prof. Mathias Kondolf von der University of California Berkeley, USA, ausführte, zeichnen sich natürliche Flüsse durch einen kontinuierlichen Sedimenttransport aus. Allerdings habe die Sedimentfracht in den vergangenen Jahrzehnten weltweit in den meisten grossen Flüssen abgenommen. Grund dafür sind einerseits Staudämme, die das Geschiebe zurückhalten, andererseits wird den Flüssen Sand und Kies als Baumaterial entnommen.

Die Defizite aufgrund solcher Entnahmen sind in manchen Regionen dramatisch. In Südtirol zum Beispiel wurden den Flüssen zwischen 1960 und 1990 riesige Geschiebemengen entnommen, wie Prof. Francesco Comiti von der Freien Universität Bozen in Italien ausführte. Zum Teil deutlich mehr, als durch die Flüsse nachgeliefert werden kann. Auch hinter Wildbachsperrn und Geschiebesammlern wurden grosse Mengen zurückgehalten. Fazit: Typische Flussformen, wie sie noch bis etwa 1950 existierten, sind verschwunden. Die meisten negativen Veränderungen der Morphologie, so die Bilanz von Francesco Comiti, sind die Folge von Kiesentnahmen und Erosionsschutzverbauungen.

Wie wichtig ein durchgehender Geschiebetransport ist, zeigte Dr. Kate Mathers von der Loughborough University in Grossbritannien. Hochwasser, die den Kies an der Gewässersohle bewegen, sorgten für räumlich und zeitlich vielfältige Gewässerstrukturen, die für zahlreiche Bewohner der Gewässersohle notwendig sind: Insekten und ihre Larven, Flohkrebse, Milben, Schnecken und Muscheln, Egel und Würmer. Geschiebe dient vor allem auch vielen Fischarten – etwa Lachsen, Äschen und Forellen – als Laichhabitat. Und, so unterstrich Dr. Cristina Racheley von der ETH Zürich, das Geschiebe bildet Refugien. Das sind Rückzugsorte, die es den Wassertieren ermöglichen, Hochwasser oder Trockenheit zu überstehen und ihren vollen Lebensraum nach diesen Störungen später wieder zu besiedeln. Ruedi Bösiger vom WWF Schweiz wies auf weitere Funktionen eines natürlichen Geschiebehaushalts hin: Er dient der Wasserqualität und der Grundwasserneubildung. Darüber hinaus seien Kiesinseln attraktive Erholungsgebiete für uns Menschen.

### Wie am besten sanieren?

Wie die Beiträge der Referentinnen und Referenten zeigten, bedeutet Geschiebe-



Exkursion zur Simme und Kander (Kanton Bern). Dieser Kanderabschnitt profitiert von einer erhöhten Geschiebezufuhr vom Wehr Simme Port, bei dem Geschiebe durch regelmässige Staupegelabsenkungen durchgeleitet wird. Foto: Angela Thür.

sanierung in erster Linie: adaptiv bewirtschaften. Denn das Geschiebemanagement muss den sich ändernden Randbedingungen im Gewässer immer wieder angepasst werden: Je nach Hochwasseraktivität, Geschiebeeinträgen und abhängig vom Gewässerabschnitt sind flexible Entnahmen oder Geschieberückgaben für den Erhalt von ökologischen Funktionen und Schutzfunktionen notwendig. Dabei gilt es, sich vor Augen zu halten, dass der Geschiebehaushalt auch im natürlichen Zustand in Raum und Zeit dynamisch ist, stabile Gleichgewichtssituationen sind selten.

Von entscheidender Bedeutung, so Francesco Comiti, sei ein präzises Geschiebemanagement auf Ebene des ganzen Flusseinzugsgebiets. Jahrzehntelange Defizite vollständig zu beseitigen, sei allerdings meist unrealistisch.

### Monitoring ist unerlässlich

Eine absolut zentrale Rolle spielt bei einem adaptiven Management das biotische und abiotische Monitoring. Seine Bedeutung kann nicht genug betont werden. Mathias Kondolf zeigte anhand von Beispielen aus den USA, weshalb sich Geschiebesanierungen gut für einen adaptiven Managementansatz eignen und wie

die Ergebnisse des Monitorings in die Bewirtschaftung einfließen sollten. Er unterstrich, eine gut geplante Geschiebesanierung müsse kontinuierlich umgesetzt werden, doch sollten die Umsetzung regelmässig mit Hilfe der Monitoringresultate bewertet und die Bewirtschaftungsmassnahmen entsprechend angepasst werden.

Sanierungsmassnahmen müssen einem klar definierten Ziel folgen. Doch um das Defizit im Gewässer und entsprechend sinnvolle Ziele zu definieren, müssen zuerst der Ist-Zustand sowie ein Referenzzustand festgehalten werden, bei dem der Geschiebehaushalt noch uneinträchtigt ist. Dazu müssen vielfältige Daten zur Morphologie, zum Abfluss und zum Geschiebehaushalt des Gewässers gemessen und rekonstruiert werden.

Besonders wichtig sei, so Ruedi Bösiger vom WWF Schweiz, einen naturnahen Zielzustand für ein Gewässer festzulegen, der noch unabhängig von Interessenabwägungen sei. Der naturnahe Zustand stelle die Basis für einen gesellschaftlichen Prozess dar, in dem die unterschiedlichen Interessen berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden müssten. Bei der konkreten Planung gelte es unter anderem, den Hochwasserschutz und künftige Revitalisierungen miteinzubeziehen.

## Optimierung von Massnahmen mittels numerischer Simulation

Ein hilfreiches Werkzeug bei der Planung und Optimierung von Sanierungsmassnahmen sind numerische Simulationen. Wie der Erfahrungsaustausch am Symposium zeigte, werden sie nicht nur in der Forschung, sondern vermehrt auch in der Praxis eingesetzt. Mit Modellen lassen sich beispielsweise Strömungsfelder simulieren, gekoppelt mit Geschiebetransportmodulen können sie zusätzlich Transport, Erosion und Ablagerung quantifizieren. Generell sind numerische Modelle ein leistungsfähiges Instrument zur Optimierung von Massnahmen, da sich mit ihrer Hilfe deren morphologischen Auswirkungen abschätzen lassen. Zudem können numerische Habitatsimulationen auch dabei helfen, die Qualität von Lebensräumen, beispielsweise für Fische, zu charakterisieren.

## Mögliche Sanierungsmassnahmen

Zum Potenzial von einzelnen Massnahmen äusserte sich unter anderem *Mathias Kondolf*. Seiner Meinung nach sind Sedimentumleitungen (bypass) der nachhaltigste Sanierungsansatz. Die Methode besteht darin, die Sedimentfracht um einen Damm herum oder durch ihn hindurchzuleiten. Allerdings ist dieses Vorgehen technisch leider häufig nicht machbar oder zu teuer.

Eine weitere Massnahme ist das Durchleiten von Sedimenten mit Hilfe von Staupegelabsenkungen oder Spülungen. Doch auch dieses Vorgehen ist technisch nicht immer möglich. Zudem sorgen dabei mobilisierte Feinsedimente für die Trübung des Wassers, was häufig ein Problem für Fische und das Makrozoobenthos darstellt.

Die wohl am weitesten verbreitete Massnahme sind Kiesschüttungen. Sie zeigen im Vergleich zu anderen Eingriffen zwar schnell Wirkung, doch, so unterstrichen mehrere Referentinnen und Referenten, wie lange diese anhält, hängt davon ab, wie regelmässig die Schüttungen wiederholt werden. Zu Diskussionen führte auch die Herkunft des Materials für Schüttungen, wie auch die CO<sub>2</sub>-Bilanz dieser wiederkehrenden Massnahmen. Ein Workshop-Teilnehmer machte darauf aufmerksam, dass das Material bei der Mehrheit der Schweizer Schüttungsprojekte aus Kiesgruben stamme und eigentlich ein gesuchter Baustoff sei. Gleichzeitig wird an anderen Stellen im Einzugsgebiet Kies entnommen und deponiert. Das sei ein logistisches und nicht zuletzt ein kommunikatives Problem, welches zukünftig angegangen werden müsse.

Einen Überblick über weltweite Kiesschüttungen bot *Prof. Tetsuya Sumi* von der Kyoto University in Japan. Er zeigte anhand eines Beispiels aus Japan die Wirkung von sehr grossen Geschiebeschüttungen. Jährliche Schüttungen von 1 Mio. m<sup>3</sup> unter-

halb des Nagayasuguchi-Damms bewirkten eine Zunahme der morphologischen Strukturen von 15 Prozent. Mit Blick auf die weltweiten Anstrengungen bemerkte er: «In einigen der Einzugsgebiete sind Kiesschüttungen erfolgreich, in anderen nicht, da sich die Art der Kieszugabe, die Abflusssituation, die Sedimentmengen und die Korngrössenverteilung bei jedem Projekt unterscheiden.» Obwohl bereits Hunderte von Projekten durchgeführt worden seien, kenne man noch nicht alle Faktoren, die eine erfolgreiche Kiesschüttung ausmachten.

Bedenkenswert deshalb die Bemerkung von *Prof. Silke Wieprecht* von der Universität Stuttgart, die mit Blick auf ihre Untersuchungen im Unterlauf des Inns fragte, ob es unbedingt immer Kiesschüttungen brauche, oder ob sich Sanierungen ergänzend auch durch gezielte Erosion von Uferabschnitten mit Hilfe von Strukturelementen erreichen liessen. *Dr. Maximilian Kunz*, ebenfalls von der Universität Stuttgart, ergänzte, dass die Sedimentdynamik durch Renaturierungsmassnahmen gefördert werden könnte. Ein erhöhtes natürliches oder künstliches Sedimentangebot helfe aber, die Bedingungen für aquatische Lebensräume zu optimieren.

## Konzepte und Lösungen für die Zukunft

Entscheidend für die Weiterentwicklung der Geschiebesanierung, so zeigte sich in



Eine mögliche Massnahme zur Sanierung des Geschiebehaushalts: Kiesentnahme oberhalb des Stauwehrs und Verlad auf LKW für die anschliessende Schüttung im Unterwasser. Kraftwerk Bremgarten-Zufikon an der Reuss. Foto: Carlos R. Wyss.

Interlaken, ist, dass die Sedimentkontinuität künftig in grösseren Massstäben berücksichtigt wird, mindestens auf der Ebene von Einzugsgebieten. Dabei spielen unter anderem technische Lösungen eine Rolle. *Prof. Stuart Lane* von der Universität Lausanne sprach sich in diesem Zusammenhang nicht zuletzt für ein verbessertes Monitoring aus. Die Entwicklung von sehr hochwertigen kontinuierlichen Geschiebetransport-Messsystemen, wie beispielsweise dem Swiss Plate Geophone System, seien wichtig für die Entwicklung und Korrektur der Vorhersagen von Geschiebe-Abfluss-Beziehungen. «Mit solchen Hilfsmitteln wird es möglich, gemessene und prognostizierte Änderungen des Abflusses zu nutzen, um den gemessenen und vorhergesagten Geschiebetransport abzuschätzen.»

*Ruedi Bösiger* vom WWF Schweiz plädierte dafür, bei künftigen Sanierungen vermehrt die Synergien von ökologischen und Hochwasserschutzinteressen zu berücksichtigen: «Ich bin überzeugt, dass es bei den meisten Hochwasserschutzprojekten Win-Win-Lösungen gibt.» Zurzeit finde im Wasserbau ein Paradigmenwechsel von der grauen Infrastruktur, bei der Geschiebe als Problem gesehen wird, zur grünen Infrastruktur statt, bei der ein adaptives Geschiebemanagement als Teil der Lösung gesehen werde. Diese Entwicklung sei nicht aufzuhalten.

So oder so wird sich auch künftig die Frage stellen, welche Geschiebemengen für eine naturnahe Morphologie überhaupt nötig sind. *Dr. Ueli Schälchli* von der Fluss-

bau AG präsentierte eine Studie, die den Zusammenhang zwischen Geschiebefracht, Breite und Morphologie anhand von 34 Schweizer Gewässerabschnitten quantitativ darstellt. Dabei habe sich gezeigt, dass bei mäandrierenden Gewässern mindestens 65 Prozent des natürlichen Geschiebes nötig seien, um die naturnahe Morphologie zu erhalten. Verzweigte Flüsse reagierten empfindlicher auf Änderungen in der Geschiebelieferung, weshalb dort noch mehr Geschiebe nötig sei.

Dort, wo aufgrund gesellschaftlicher Einschränkungen kein natürlicher Sedi-menthaushalt wiederhergestellt werden könne, sei es oft ein vernünftiges Ziel, einen ausgeglichenen Geschiebehaushalt anzustreben. Dies meinte *Prof. Ellen Wohl* von der Colorado State University, USA, mit Blick auf künftige Zielsetzungen von Sanierungsmassnahmen.

### Renaturierungen müssen flexibler werden

Für die Sanierung des Geschiebehaushalts sind – zumindest in der Schweiz – die Inhaber von Wasserkraftwerken und anderen Anlagen im Gewässer verantwortlich. Sie sehen sich in Zukunft mit «sehr komplexen und vielgestaltigen Herausforderungen» konfrontiert, wie *Dr. Steffen Schweizer* von der Kraftwerke Oberhasli AG in seinem Referat betonte. Die Folgen des Klimawandels sowie neue Energiebedürfnisse, aber auch landschaftliche, soziale und gesetzliche Anforderungen führten dazu,

dass die Kraftwerke gezwungen seien, ihre Anlagenbewirtschaftung ständig anzupassen.

Doch wie genau wird sich der Klimawandel künftig auf den Geschiebetransport auswirken? Mit dieser Frage befasste sich unter anderem *Stuart Lane*. Titel seines Vortrags: «Geschiebetransport: Machen wir die Renaturierung angesichts des alpinen Klimawandels richtig?» Sein Fazit: Der Geschiebetransport wird künftig stärker von Extremereignissen abhängen und damit von Jahr zu Jahr sehr stark schwanken. Während sich die Änderungen für Niederschläge und Abfluss gut vorher-sagen liessen, seien die Folgen des Klimawandels für den Geschiebetransport noch alles andere als klar, denn ob das von schmelzenden Gletschern freigesetzte Material tatsächlich ins Gewässer gelange, hänge von vielen Faktoren ab. «In Anbetracht dieser Erkenntnisse», erklärte *Lane*, «ist es wahrscheinlich, dass die Renaturierung von Flüssen in den Alpen kontextspezifischer, zeitabhängiger und anpassungsfähiger werden muss. Das ist angesichts der langen Lebensdauer der Infrastrukturen, in die heute investiert wird, eine Herausforderung.»

### Danksagung

Der Erfolg der Veranstaltung ist *Stefan Vollenweider* (Geschäftsführer Wasser-Agenda 21) und den Mitgliedern des Advisory Boards zu verdanken. Sie nahmen an mehreren Organisationssitzungen teil und trugen entscheidend zur Planung und Durchführung der Veranstaltung bei. Zudem beteiligten sie sich an der Begutachtung der Artikel des Tagungsbandes: *Dr. Christian Marti* (Kanton Zürich), *Dr. Giovanni De Cesare* (EPFL), *Prof. Dr. Stuart Lane* (UNIL), *Dr. Steffen Schweizer* (KWO) und *Dr. Volker Weitbrecht* (ETHZ).

#### Konferenzpublikationen:

Tagungsband (Proceedings):

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000513098>

Zusammenfassung der Workshops:

<https://plattform-renaturierung.ch/international-symposium-on-bedload-management>



In den Workshops wurden zentrale Herausforderungen (rot) und Lösungsansätze (weiss) für die Zukunft der Geschiebesanierung diskutiert.

Grafik: Atelier Scheidegger/BAFU.