Strategien zur Geschiebewirtschaftung im Zusammenhang mit dem Klimawandel

Autor(en): **Scheuner, Thomas / Wegmann, Barbara / Schwab, Severin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **108 (2016)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939511

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Strategien zur Geschiebebewirtschaftung im Zusammenhang mit dem Klimawandel

Thomas Scheuner, Barbara Wegmann, Severin Schwab, Adrian Schertenleib

Zusammenfassung

In der Schweiz sind die Jahresdurchschnittstemperaturen in den letzten 150 Jahren deutlich angestiegen. Je nach Klimaszenario ist bis 2060 mit einem weiteren Temperaturanstieg von bis zu 4 °C zu rechnen. Gleichzeitig wird eine tendenzielle Zunahme von Starkniederschlägen erwartet. Diese Veränderungen haben für die Schweiz unter anderem aufgrund der grossflächigen glazialen und periglazialen Gebiete spezifische Konsequenzen. So resultiert beispielsweise aus Gletscherrückzug, Auftauprozessen in Permafrostgebieten sowie vermehrten Unwetterereignissen eine erhöhte Mobilisierung von Geschiebemassen, welche zu vielfältigen Auswirkungen in den Talböden führt.

Im Rahmen des hier vorgestellten Projekts werden praxistaugliche Lösungskonzepte zur Geschiebebewirtschaftung im Rahmen eines sich ändernden Klimas präsentiert.

In drei Fallstudiengebieten wurde in einem ersten Schritt das zu erwartende Geschiebeaufkommen unter Einfluss der Klimaerwärmung quantifiziert. In einem zweiten Schritt wurden die relevanten Akteure identifiziert und in den Lösungsfindungsprozess miteinbezogen. Darauf aufbauend, wurden integrale Lösungskonzepte in den Kategorien «Organisation», «Vermeiden», «Verwerten» und «Entsorgen» erarbeitet.

Verschiedene Bestandteile einer möglichen neuen Strategie zur Geschiebebewirtschaftung liegen in den Bereichen prospektive Gefahrenanalyse, Raumplanung, Massnahmen- und Interventionskonzepte sowie Kommunikation. Diese sollen Bund, Kantonen und Gemeinden auf der Ebene der strategischen Planung sowie bei der operativen Umsetzung von entsprechenden Massnahmen unterstützen.

1. Einleitung

In der Schweiz sind die Jahresdurchschnittstemperaturen in den letzten 150 Jahren um rund 1.8 °C angestiegen; je nach Emissionsszenario ist bis 2060 mit einem weiteren Anstieg um bis zu 4 °C zu rechnen [1]. Gleichzeitig wird eine tendenzielle Zunahme von Starkniederschlägen erwartet [2]. Die Schweiz ist aufgrund der ausgeprägten Topographie sowie der grossflächigen glazialen und periglazialen Gebiete besonders sensibel gegenüber solchen Veränderungen. Gletscherrückzug, Auftauprozesse in Permafrostgebieten sowie vermehrte Unwetterereignisse können zu Felsstürzen und Aktivierung von Rutschungen bzw. generell zu einer erhöhten Mobilisierung von Geschiebemassen führen, woraus in den Talböden vielfältige Auswirkungen resultieren.

Die vorliegende Studie hatte das Ziel, praxistaugliche Lösungskonzepte zur Geschiebebewirtschaftung im Rahmen eines sich ändernden Klimas bis ins Jahr 2060 aufzuzeigen, die gesamtschweizerisch und lithologieübergreifend anwendbar sind. Die Lösungskonzepte wurden in drei Fallstudiengebieten erarbeitet.

Die vorliegende Studie ist Bestandteil des Pilotprogrammes «Anpassung an den Klimawandel» unter der Leitung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Es soll die Kantone, Regionen und Gemeinden beim Umgang mit den neuen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel unterstützen.

2. Methodik

2.1 Ablauf der Arbeiten

In einem ersten Schritt wurde, basierend auf bestehenden Unterlagen (Gefahrenkarten, Ereigniskataster, Verbauungsprojekte, regionale Klimastudien usw.), eine prospektive Geschiebeabschätzung für die drei Fallstudiengebiete unter Berücksichtigung des Klimawandels durchgeführt. Die Resultate dienten als Grundlage für die Planung von Massnahmen zur Geschiebebewirtschaftung der Zukunft.

In einem zweiten Schritt wurde für die Fallstudiengebiete eine Kontext- und Akteursanalyse durchgeführt. Ziel war die Identifizierung der relevanten Akteure und deren Miteinbezug ins Projekt.

In einem dritten Schritt wurden die Lösungskonzepte erarbeitet und in Massnahmenblättern dokumentiert.

In einem vierten Schritt wurden Elemente einer möglichen neuen Strategie zur Geschiebebewirtschaftung konkretisiert.

Nachfolgend werden die methodischen Grundlagen der ersten drei Schritte näher erläutert.

2.2 Prospektive Geschiebeabschätzung

Im Rahmen der prospektiven Geschiebeabschätzung wird auf Stufe Gefahrenhinweiskarte dargelegt, wie sich der Geschiebehaushalt in den Fallstudiengebieten bis 2060 entwickeln kann.

Die Geschiebeverfügbarkeit steht am Ende einer komplexen Prozesskette. So wird beispielsweise berücksichtigt, dass in den Gletscherrückzugsgebieten oder in Gebieten mit auftauendem Permafrost neue Schuttdepots für Erosionsprozesse zugänglich werden und Murgang- und Geschiebeprozesse zusätzlich speisen. Auch wird betrachtet, ob grosse Massenbewegungen (Fels-/Bergsturz, spontane Rutschungen) in den Gletscherrückzugsgebieten infolge Hangentlastung oder Reaktivierungen von Rutschungen möglich sind und neue, heute noch nicht bekannte, geschieberelevante Prozessketten auslösen können.

Das Vorgehen ist in *Bild 1* skizziert und stützt sich auf die Methodik der GHK periGlazial-Studie ab [3], welche anhand von Klimaszenarien die Entwicklung von Einzugsgebieten im Berner Oberland bis ins Jahr 2060 abschätzt. Durch eine systematische Analyse der Einzugsgebiete

wurde das Zusammenspiel der Veränderung der Gletscherausdehnung und des Permafrosts mit den Sturz- und Rutschprozessen, der Murgangauslösung, den Gletschergefahren (Stürze und Seen) sowie möglichen Folgeprozessen (z. B. Flutwelle) untersucht und modelliert. Die resultierenden Gefahrenhinweiskarten zeigen auf, welche Räume zukünftig durch die verschiedenen Gefahrenprozesse tangiert werden können.

Für die vorliegende Studie wurden in einem ersten Schritt die Klimaszenarien für die regionalen Untersuchungsgebiete aufbereitet sowie die zu erwartenden Gletscher- und Permafrostflächen sowie die Topographie in den eisfrei werdenden Gebieten hergeleitet. Auf dieser Basis wurde das Geschiebepotenzial im Jahr 2060 abgeschätzt, wobei die Geschiebelieferungen aus primären Gefahrenprozessen (grosse Rutsch- und Sturzprozesse, Murgänge, Geschiebetransport) berücksichtigt werden. Sekundäre Folgeprozesse (z. B. Flutwellen infolge eines Eissturzes in stehende Gewässer) wurden in der vorliegenden Studie nicht untersucht. Schliesslich wurde für die Gefahrenprozesse Murgang und Geschiebetrieb der maximal zu erwartende Geschiebetransport in den Talböden berechnet.

2.3 Kontext- und Akteursanalyse

Im Rahmen der Studie wurden je Fallstudiengebiet eine Kontext- und Akteursanalyse durchgeführt. Eine Kontextanalyse dient dazu, die kritischen Rahmenbedingungen, in welchen die Akteure agieren, zu beschreiben und diese zu identifizieren. Das Ziel der Akteursanalyse ist es, alle frühzeitig in einer angemessenen Form in das Projekt einzubeziehen. Dadurch sollen potenzielle Konflikte verhindert werden.

Zur Durchführung der Kontextanalyse wurden anhand der vorhandenen schriftlichen Grundlagen die ersten Informationen zum historischen, rechtlichen und politischen/sozialen Kontext zusammengetragen. Der historische Kontext beleuchtet insbesondere jene Ereignisse in den Fallstudiengebieten, welche die Akteure dazu bewegten, Lösungsmassnahmen zur Geschiebebewirtschaftung zu erarbeiten. Der rechtliche Kontext beschreibt die spezifischen gesetzlichen Grundlagen, welche im jeweiligen Fallstudiengebiet bei der Lösungsfindung berücksichtigt werden müssen. Der politische/soziale Kontext zeigt die Verantwortlichkeiten bezüglich der Geschiebebewirtschaftung sowie die Kommunikation und den bisherigen Miteinbezug der Akteure auf.

Gleichzeitig konnten durch diese Arbeit die ersten Akteure, die Mitglieder der Begleitgruppe, identifiziert werden. Die Begleitgruppe, bestehend aus Vertretern der Verwaltung der drei Fallstudiengebiete, unterstützte die gesamte Projektarbeit und diente der Projektleitung als Ansprechpartner.

Im Rahmen der Akteursanalyse wurden schliesslich alle relevanten Personen identifiziert und und deren Einbezug ins Projekt – in Form von Interviews, Workshops oder Information mittels Zeitungsartikeln – zusammen mit der Begleitgruppe definiert.

2.4 Lösungskonzepte

Aufbau und Inhalt der Lösungskonzepte für die Geschiebebewirtschaftung unter Berücksichtigung des Klimawandels wurden in drei Stufen entwickelt.

Zunächst wurde eine erste Auswahl an Ansätzen zur Geschiebebewirtschaftung im Projektteam erarbeitet und beurteilt, wobei auf das Wissen der Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen (Deponieplanung, Wasserbau, Geotechnik usw.) der beauftragten Unternehmen zurückgegriffen werden konnte. Zudem wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, wobei der Fokus insbesondere auf aktuelle Forschungs- sowie Praxisprojekte gelegt wurde. Zu ausgewählten Lösungskonzepten fand zudem ein Wissenstransfer durch Expertinnen- und Expertengespräche mit Forschungsinstituten und weiteren Planungsbüros statt.

In einem zweiten Schritt wurden diese ersten Massnahmenvarianten anlässlich eines Workshops mit der Begleitgruppe sowie ausgewählten Akteuren aus den Fallstudiengebieten weiterentwickelt und beurteilt. In einem letzten Schritt wurden mit Expertinnen und Experten pro Fallstudienregion relevante Fragen zu ausgewählten Lösungskonzepten vertieft diskutiert und in die Beurteilung aufgenommen (Expertinnen- und Expertengespräche).

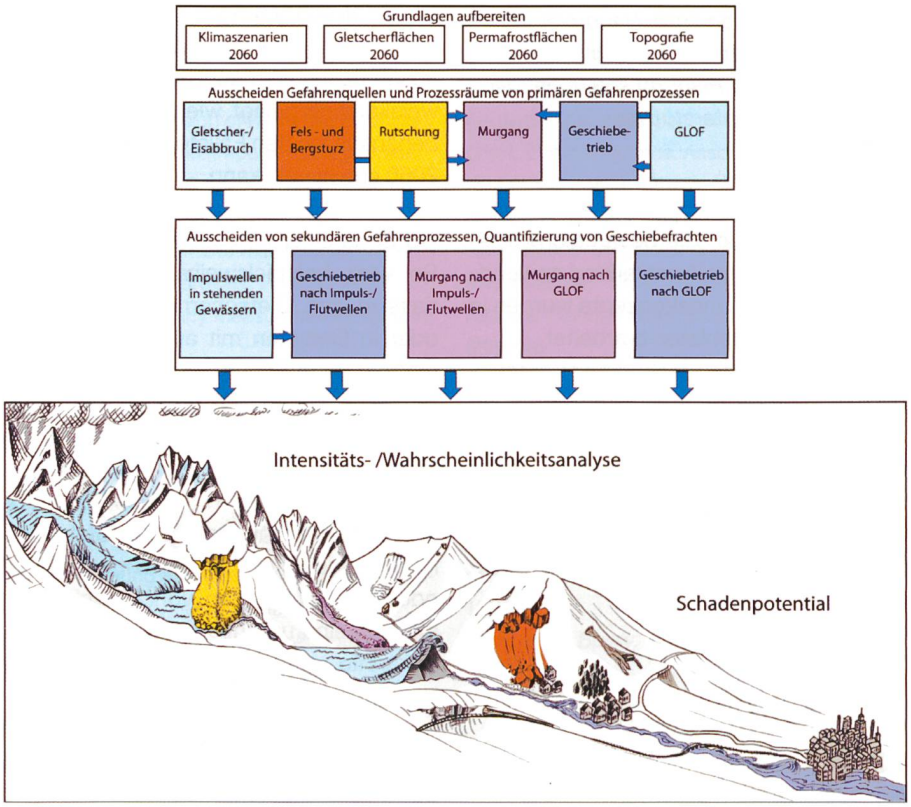


Bild 1. Verschiedene primäre und sekundäre Naturgefahrenprozesse welche durch den Klimawandel im alpinen Raum verstärkt werden können. Die Figur zeigt die generelle Verknüpfung der einzelnen Prozesse (GLOF = Glacier Lake Outburst Flood/ Gletscherseeausbruch) [3].

3. Fallstudiengebiete

Die Arbeiten konzentrierten sich auf die drei Fallstudiengebiete Schwarze Lütschine/Oberer Grindelwaldgletscher im Kanton Bern, das Val Parghera im Kanton Graubünden sowie den Alpbach im Kanton Uri.

3.1 Schwarze Lütschine/Oberer Grindelwaldgletscher

Im Jahr 2011 erfolgte im Einzugsgebiet der Schwarzen Lütschine ein Systemwechsel in der Geschiebelieferung, d. h. vom Geschiebetrieb durch Hochwasser

Bild 2. Geschiebeentnahmen an der Schwarzen Lütschine im Bereich Mättenbergbrücke in Grindelwald nach den Flutwellen im Jahr 2011 (Foto: Nils Hählen).

Bild 3. Deponie Plarenga bei Domat/Ems GR zur Entsorgung des Geschiebes aus der Val Parghera (Bild: Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden).

(ausgelöst durch Niederschlag und/oder Schneeschmelze) zur Flutwellenaktivität durch Wasserausbrüche im Oberen Grindelwaldgletscher. Innerhalb eines Jahres wurden dadurch über 100 000 m^3 Geschiebe in den Talboden verfrachtet (siehe *Bild 2*), was rund der dreifachen Menge eines 300-jährlichen Hochwasserereignisses gemäss Gefahrenkarte entspricht.

Die aktuelle Geschiebebewirtschaftungsstrategie verfolgt einen Interventionsansatz mit einem Alarm- und Frühwarnsystem für den Oberen Grindelwaldgletscher sowie der Möglichkeit einer temporären Kiesentnahme und einer Deponie. Die Entsorgung des Geschiebes und nach Möglichkeit dessen Verwertung stehen im Zentrum. Zudem wurden verschiedene Massnahmen umgesetzt, um den Hochwasserschutz zu verbessern.

3.2 Val Parghera, Domat/Ems

Im Einzugsgebiet der Val Parghera besteht eine aktive Rutschung, an deren übersteilter Front bei starken Niederschlagsereignissen und Schneeschmelze Geschiebepakete mobilisiert werden und abgleiten. Das Geschiebe wird in Form von feinkörnigen Murgängen ins Tal transportiert. Dank rechtzeitiger Warnung und Intervention konnten die Schäden bisher begrenzt werden. In der Folge wurden Schutzbauten (Geschieberückhalt, Schutzdämme) sowie eine Deponie zur Entsorgung des Geschiebes geplant (siehe *Bild 3*).

3.3 Alpbach, Erstfeld

Bereits heute besteht im Einzugsgebiet des Alpbaches ein erhebliches Geschiebepotenzial, welches unter anderem von verschiedenen murfähigen Runsen herrührt. Aufgrund der vorhandenen Flachstellen im Gerinne wird ein Grossteil des Geschiebes im oberen Einzugsgebiet (Alpwirtschaften) abgelagert, was aufgrund der Abgelegenheit eine Herausforderung für die Geschiebebewirtschaftung darstellt (siehe *Bild 4*). Auf dem Kegel im Talboden besteht aufgrund der limitierten Geschiebetransportkapazität bereits heute ein Schutzdefizit.

Zur Vermeidung von Schäden im Siedlungsgebiet stehen zurzeit Geschiebesammler zur Diskussion, wobei je nach Projektvariante ein Konfliktpotenzial mit allfälligen Kraftwerkprojekten besteht.

Bild 4. Geschiebeablagerungen durch den Alpbach im Gebiet Bodenberg nach dem Unwetter im Jahr 2010 (Foto: Baudirektion Kanton Uri).

4. Resultate

4.1 Erkenntnisse zu Geschiebefrachten

Die prospektiven Geschiebeabschätzungen zeigten auf, dass sich das potenziell mobilisierbare Geschiebe in allen drei untersuchten Gebieten in Zukunft mit grosser Wahrscheinlichkeit erhöhen und sich somit die Geschiebeproblematik tendenziell verschärfen wird.

In Grindelwald ist davon auszugehen, dass sich die Gletscher im Einzugsgebiet der Schwarzen Lütschine stark zurückziehen und grosse Schuttdepots freigelegt werden. Die durch den Gletscherrückzug auftretenden Hangentlastungen sowie das Auftauen des Permafrostes können zu vermehrter Felssturzaktivität führen. Das Geschiebepotenzial wird also in Zukunft markant zunehmen und kann durch Hochwasserereignisse und insbesondere durch die weiterhin zu erwartenden Flutwellen ins Tal transportiert werden. Die Geschiebemobilisierung kann bis zu rund 1 Mio. m^3 betragen.

Im Einzugsgebiet der Val Parghera ist davon auszugehen, dass ein Grossteil der aktiven Rutschung von rund 400 000 m^3 in den nächsten Jahren als Murgang in den Talboden verfrachtet wird. Die Analysen zeigen, dass die Disposition für die Aktivierung zusätzlicher Rutschkörper von rund 650 000 m^3 im Einzugsgebiet der Val Parghera besteht.

Das Geschiebepotenzial im Einzugsgebiet des Alpbaches kann sich bis ins Jahr 2060 infolge Gletscherrückzug sowie durch die zunehmenden Starkniederschläge verbunden mit einer Zunahme von Murgangereignissen auf rund 160 000 m^3 verdoppeln. Das zusätzliche Geschiebe lagert sich einerseits auf den Flachstrecken oberhalb des Siedlungsgebietes bzw. in landwirtschaftlich genutzten Gebieten ab, führt andererseits aber auch im Siedlungsgebiet zu einer Akzentuierung der Geschiebeproblematik.

Die bisherigen, im Wesentlichen retrospektiven Methoden zur Festlegung der Geschiebefrachten in Fliessgewässern reichen deshalb aus Sicht der Auto-

rinnen und Autoren nicht mehr aus, um die Gefahren- und Wirkungsbereiche der Geschiebeverlagerungsprozesse auch unter dem Aspekt eines sich verändernden Klimas abschätzen zu können.

4.2 Erkenntnisse zum Kontext und zu den Akteuren

Die Kontextanalyse in den drei verschiedenen Fallstudiengebieten macht deutlich, wie stark die lokalen naturräumlichen, aber auch die historischen, rechtlichen und politischen/sozialen Rahmenbedingungen die Möglichkeiten zur Planung und Implementierung von konkreten Lösungsansätzen zur Geschiebebewirtschaftung beeinflussen. Dennoch können bei den betrachteten Fallstudiengebieten gewisse Parallelen identifiziert werden: Es zeigt sich, dass insbesondere im Zusammenhang mit geplanten Deponien ein Konfliktpotenzial mit Landbesitzern und -bewirtschaftern besteht, wobei dieses im Zusammenhang mit nicht lokal verankerten Akteuren grösser scheint als mit Ortsansässigen. Ein möglicher Grund dafür könnte ein grösseres Problemverständnis der ansässigen Bevölkerung sein, beispielsweise durch das Erfahren früherer Unwetterereignisse oder durch die aktive Sensibilisierung hinsichtlich der Geschiebeproblematik durch die Gemeinde.

Weiter ergibt die Kontextanalyse, dass die bestehenden Massnahmen jeweils reaktiv, im Anschluss an ein Unwetterereignis, umgesetzt wurden. Zudem wird für die Dimensionierung der Schutzmassnahmen stets die aktuelle Geschiebesituation beigezogen, ohne Berücksichtigung möglicher zukünftiger Entwicklungen unter dem Aspekt des Klimawandels. Für eine langfristig nachhaltige Lösung empfiehlt sich jedoch ein prospektiver Ansatz mit flexiblen Massnahmenkombinationen, um den Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem Klimawandel so gut wie möglich begegnen zu können.

Die Kontextanalyse dient zudem der Identifizierung der beteiligten Personen. Durch die Analyse bisheriger Naturereignisse, die Identifizierung der vorherrschenden regionalwirtschaftlichen Sektoren (z. B. Tourismus, Industrie, Landwirtschaft), das Aufzeigen rechtlicher Rahmenbedingungen sowie durch das Skizzieren der kantonalen und kommunalen Organisation ergibt sich ein Gesamtbild der involvierten Akteure. Die Zusammensetzung zeigt sich in allen drei Fallstudiengebieten ähnlich und beinhaltet Vertreter von Bund und kantonalen Ämtern, den betroffenen Gemeinden sowie Eigentümerinnen und Eigentümer von betroffenem Land, Gebäuden oder Infrastruktur. Weiter zeigt sich, dass es zwei unterschiedliche Kategorien von Akteuren gibt: die von den Ereignissen direkt oder indirekt negativ Betroffenen und die für das Monitoring, die Massnahmenplanung und die Intervention Verantwortlichen.

Die Analyse ergibt, dass die Landwirtschaft über alle drei Fallstudiengebiete besonders häufig von Ereignissen betroffen ist, und zwar direkt, beispielsweise durch Übersarung von Landwirtschaftsland, wie auch indirekt durch die Umsetzung von Massnahmen, beispielsweise Geschiebedeponien. Eine weitere Gemeinsamkeit zeigt sich in der zentralen Rolle der Gemeindepräsidentinnen und -präsidenten bei der Kommunikation. Die transparente und fachlich kompetente Information sowie der persönliche Kontakt mit der betroffenen Bevölkerung erweisen sich als wichtige Voraussetzung zum Schaffen von Vertrauen zwischen allen Beteiligten.

Die Bedeutung von Schlüsselakteuren zeigt sich insbesondere im Fallstudiengebiet Val Parghera. Durch die aktiven Bemühungen eines betroffenen Landwirtes konnte das gegenseitige Vertrauen zwischen den Landwirten und der für die Massnahmenumsetzung verantwortlichen Behörden gestärkt werden. Ebenso wichtig ist, dass der Bodenschutzbeauftragte das Vertrauen der Landbesitzer und Bewirtschafter besitzt. Die frühzeitige Identifikation und der aktive Einbezug solcher Schlüsselakteure zur Prävention von Konflikten sind grundsätzlich hilfreich.

4.3 Erkenntnisse zu Lösungsansätzen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden 14 Lösungsansätze erarbeitet und in Massnahmenblättern dokumentiert (siehe *Bild 5*). Darin enthalten sind unter anderem die Wirkung und die Anwendungsbereiche der jeweiligen Massnahme, deren Vor- und Nachteile sowie die Flexibilität hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ansätze sind grundsätzlich in die Kategorien «Vermeiden», «Verwerten», «Entsorgen» und «Organisation» eingeteilt. Die in den Massnahmenblättern beschriebenen Lösungsansätze dienen den Behörden als Hilfestellung zur Erarbeitung einer Strategie zur Geschiebebewirtschaftung unter Berücksichtigung der erwarteten Klimaänderung. Zudem können die Massnahmenblätter von den Behörden wie auch von spezialisierten Planungsbüros als Hilfsmittel für die Projektkommunikation mit Gemeindevertretern und der Bevölkerung verwendet werden.

Folgende Erkenntnisse bestehen in Bezug auf die Lösungsansätze:

- Die Lösungsansätze (Vor- und Nachteile) können je nach Einzugsgebiet bzw. Kontext und Akteuren unterschiedlich beurteilt werden. Dasselbe gilt auch für die Akzeptanz in der Bevölkerung.
- Ein Grossteil der möglichen Massnahmen zur Geschiebebewirtschaftung weist präventiven Charakter auf. Kenntnisse über Einzugsgebiete, welche hinsichtlich Geschiebelieferung sensitiv auf den Klimawandel reagieren, sind daher entscheidend, um die vorhandenen Ressourcen effizient für organisatorische, raumplanerische oder bauliche Massnahmen einzusetzen.
- Um den bestehenden Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu begegnen, empfiehlt es sich, flexible wie auch robuste Lösungsansätze zu wählen, die man mit geringen Zusatzinvestitionen an ein sich veränderndes Klima anpassen kann.
- Die Lösungsansätze sind oft nur in Kombination und nicht als Einzellösung einsetzbar. So ist beispielsweise bei einem Geschiebesammler eine Massnahmenkombination zwingend (z. B. Deponierung, Verwertung oder Gewässerzugabe des Geschiebes). Grundsätzlich sind aber bei Grossereignissen bzw. bei Einzugsgebieten, in welchen die Geschiebelieferung infolge Klimawandel erheblich zunimmt, Massnahmenkombinationen notwendig, da mit Einzelmassnahmen die grossen Geschiebemengen häufig nicht bewältigt werden können.

Die beschriebenen Massnahmen zur Geschiebebewirtschaftung werden bewusst allgemein gehalten, um deren Übertragbarkeit auf andere Gebiete zu ermöglichen. Dies vor dem Hintergrund, dass das Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel» das Übertragen der Erfahrungen in andere Gebiete der Schweiz zum Ziel hat.

5. Auf dem Weg zu einer Strategie zur Geschiebebewirtschaftung

Für eine Strategie zur Geschiebebewirtschaftung unter Berücksichtigung der erwarteten Klimaänderung sind nachfolgende Massnahmen und Handlungsfelder zentral. Sie können Bund, Kantonen

Bild 5. Übersicht der Massnahmenblätter zu den Kategorien «Vermeiden», «Verwerten», «Entsorgen» und «Organisation».

und Gemeinden auf der Ebene der strategischen Planung, aber auch bei der operativen Umsetzung von entsprechenden Massnahmen hilfreich sein.

- Prospektive Gefahrenanalyse: Eine Abschätzung der Naturgefahrenprozessräume sowie deren Prozessintensitäten (u. a. Geschiebefrachten) unter Berücksichtigung des Klimawandels stellt für die Behörden eine ergänzende Planungsgrundlage zu den bereits bestehenden Gefahrenkarten dar. Sie kann bei der Planung von grossen Investitionen, der Projektierung und Priorisierung von Schutzmassnahmen wie auch beim Monitoring bzw. der Früherkennung von kritischen Gefahrenquellen dienen.
- Raumplanungskonzept: Die prospektive Gefahren- bzw. Geschiebebeurteilung soll raumplanerisch berücksichtigt werden, beispielsweise in kantonalen oder regionalen Richt- und Nutzungsplanungen. So sollen beispielsweise die Deponiereserven unter Berücksichtigung der zukünftig zu erwartenden Geschiebemengen langfristig sichergestellt werden, die Gefahrenflächen im Sinne eines Hinweisprozesses in die Planung von grossen Bau- und Infrastrukturprojekten einfliessen sowie der Raumbedarf der Fliessgewässer zur schadlosen Geschiebeablagerung bzw. -umlagerung gewährleistet werden.
- Massnahmen- und Interventionskonzept: Für Einzugsgebiete, in welchen die klimabedingten Risiken gemäss prospektiver Gefahrenanalyse mit hoher Wahrscheinlichkeit zunehmen, sollen vorsorglich Massnahmenkonzepte erarbeitet werden, um im Ereignisfall vorbereitet zu sein. Dazu gehören die Überwachung von Gefahrenquellen, die vorkehrende Erarbeitung von Massnahmenkombinationen inklusive Interventionsplan, die Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die Identifikation und der Einbezug der Schlüsselakteure.
- Kommunikation: Ein Kommunikationskonzept soll die Bevölkerung und insbesondere die betroffenen Akteure über die Thematik der Geschiebebewirtschaftung unter Berücksichtigung der erwarteten Klimaänderung informieren und sensibilisieren. Darin können u. a. Zielgruppe, Ansprechpersonen, Kommunikationsform und -inhalt sowie Periodizität festgelegt werden.

6. Ausblick

6.1 Entwicklung und Etablierung eines prospektiven Gefahrenmanagements

Ein Teilziel der Studie war die Geschiebeabschätzung unter Berücksichtigung des Klimawandels in den drei Fallstudiengebieten. Dabei hat sich gezeigt, dass sich das Geschiebepotenzial in allen Gebieten erheblich vergrössert und zu entsprechenden Auswirkungen in Siedlungs- und Bewirtschaftungsgebieten führt. Es scheint daher naheliegend, dass künftig die Ausscheidung von Naturgefahrenbereichen, aber auch die Dimensionierung von Schutzbauwerken den veränderten Rahmenbedingungen infolge Klimawandel Rechnung tragen sollte. Um die möglichen Auswirkungen durch den Klimawandel mitberücksichtigen zu können, ist die Entwicklung und Etablierung eines prospektiven Gefahrenmanagements (Gefahrenabklärungen, Systemanalysen, Überwachungen, Massnahmenkonzepte, usw.) notwendig. Die prospektive Gefahrenabklärung soll dabei als Ergänzung zu den bestehenden Gefahrenkarten und Gefahrenhinweiskarten dienen. Mit einer Abschätzung der künftig zu erwartenden Geschiebefrachten können, sind auch die notwendigen Gebiete für die Geschiebebewirtschaftung (Deponien, Geschiebezugabestellen, Kieswerke usw.) in regionalen oder kantonalen Planungen festgelegt werden.

6.2 Verfolgen von unkonventionellen Lösungsansätzen

Neben den in der Studie präsentierten Geschiebebewirtschaftungsansätzen wird den zuständigen Stellen von Bund und Kanton empfohlen, auch unkonventionelle Lösungsansätze zu verfolgen und gegebenenfalls die Rahmenbedingung für die Anwendung derselben zu schaffen. Zu solchen Lösungsansätzen können beispielsweise eine Geschiebeverwertungspflicht in Kombination mit einem finanziellen Unterstützungssystem, die fortlaufende Schüttung von Geschiebe in stehende Gewässer oder Terrainanpassungen in der Grössenordnung von mehreren Zehntausend Kubikmetern gehören.

Dank

Wir danken der Begleitgruppe, bestehend aus Behördenvertretungen aus den Kantonen Bern, Graubünden und Uri sowie Mitgliedern von Verbänden, für die tatkräftige Mitarbeit: *Hansruedi Aebli, Paul Baumann, Lucius Dürr, Georges Eich, Lukas Eggimann, Oliver Hitz, Andreas Huwiler, Laura Rindlisbacher, Reto Sauter, Stefan Schweizer, Oliver Steiner, Christian Wüthrich, Martin Wüthrich*. Das Projekt wurde zudem im Rahmen des Pilotprogramms zur Anpassung an den Klimawandel durch das Bundesamt für Umwelt, BAFU, gefördert.

Literatur

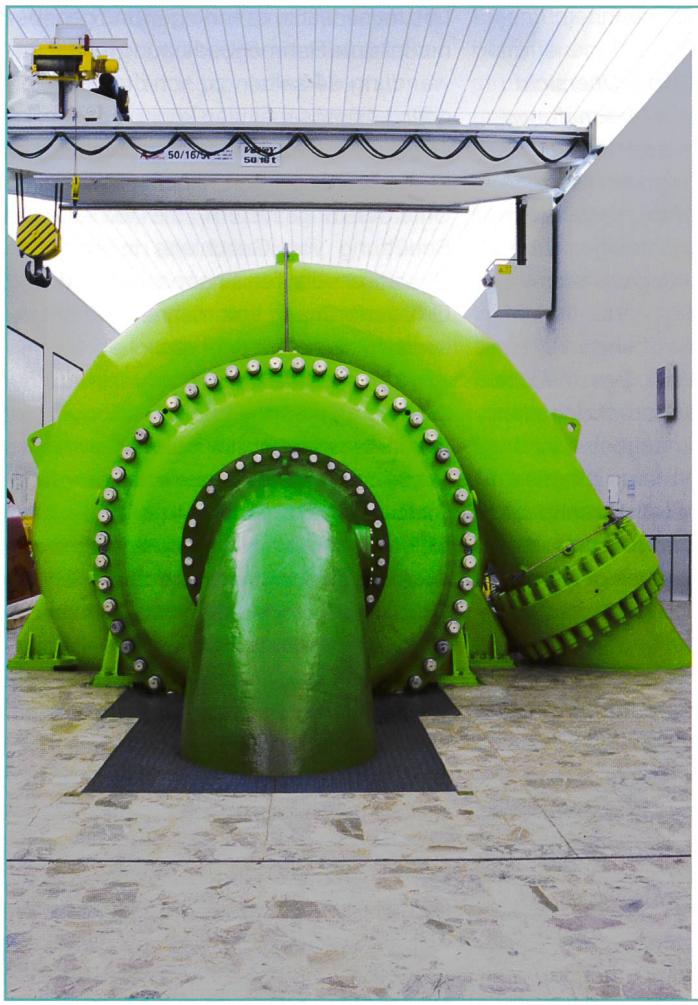
[1] *Perroud, M. , Bader, S.* (2013): Klimaänderung in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen. Umwelt-Zustand Nr. 1308. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, Zürich, 86 S.

[2] *Ban, N., Schmidli, J., Schär, C.* (2014): Evaluation of the convection-resolving regional climate modelling approach in decade-long simulations, Journal of Geophysical Research Atmospheres, Vol. 119.

[3] *ARGE GEOTEST/geo7* (2015): GHKperiGlazial, Berner Oberland – Phase II, Zollikofen/Bern.

Anschrift der Verfasser

Thomas Scheuner, Severin Schwab
GEOTEST AG, CH-3052 Zollikofen
thomas.scheuner@geotest.ch
severin.schwab@geotest.ch
Barbara Wegmann
econcept AG,
CH-8002 Zürich
barbara.wegmann@econcept.ch
Adrian Schertenleib
Bundesamt für Umwelt, Abteilung Gefahrenprävention, CH-3003 Bern
adrian.schertenleib@bafu.admin.ch



Wasserkraft für höchste Ansprüche

Bewährte Technologie für die Automatisierung von Wasserkraftwerken

Höchste Qualität, führendes Know-how und langjährige Erfahrung – Automatisierung und Prozessleittechnik von Rittmeyer sorgen für den zuverlässigen und sicheren Betrieb von Wasserkraftwerken jeder Grösse.

Rittmeyer AG
Inwilerriedstrasse 57
CH-6341 Baar
www.rittmeyer.com

rittmeyer BRUGG

KORROSIONSSCHUTZ SPRITZBETON/SPRITZMÖRTEL ABDICHTUNGEN

ISOPERMAPROOF

isopermaproof.ch