



Beständigkeit von Schutzsystemen gegen Alpine Naturgefahren

Erfüllung vielseitiger Ansprüche durch die Anwendung der Prinzipien des *Systems Engineering* und des Lebenszyklusmanagements in den Ländern der Alpenkonvention

Beständigkeit von Schutzsystemen gegen Alpine Naturgefahren

Erfüllung vielseitiger Ansprüche durch die Anwendung der Prinzipien des *Systems Engineering* und des Lebenszyklusmanagements in den Ländern der Alpenkonvention

Impressum

Herausgeber:

Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention c/o Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW)
AT-1010 Wien, Österreich

Konzept und Koordination:

Andreas Rimböck (Bayerisches Landesamt für Umwelt), Florian Rudolf-Miklau & Andreas Pichler (BMLFUW)

Autoren:

Österreich: Florian Rudolf-Miklau, Andreas Pichler, Jürgen Suda
Deutschland: Andreas Rimböck, Rainer Höhne
Italien: Bruno Mazzorana (Universidad Austral de Chile)
Slowenien: Jože Papež

Bewährte Praxisbeispiele:

Österreich: Rudolf Hornich, Florian Rudolf-Miklau, Andreas Pichler
Deutschland: Andreas Rimböck, Rainer Höhne
Italien: Bruno Mazzorana, Pierpaolo Macconi
Liechtenstein: Stephan Wohlwend
Slowenien: Jože Papež, Milica Slokar
Schweiz: Olivier Overney, Eva Gertsch

Layout:

Stephanie Oberleitner, Andreas Pichler, Andreas Rimböck

Übersetzung:

Constanze Rouyer, Ronja Wolter-Krautblatter

Fotonachweis Titelseite: LfU (Bayern)

Fotonachweis letzte Seite: Jože Papež (SI)

Vertrieb:

BMLFUW

Alpenkonvention abt.35@bmlfuw.gv.at

<http://www.bmlfuw.gv.at/forst/schutz-naturgefahren.html>

Ständiges Sekretariat der

info@alpconv.org

www.alpconv.org

Wir befinden uns an einem Scheideweg in der Frage: Sind zukünftige Prioritäten in den Mitgliedsstaaten der Alpenkonvention im weiteren Ausbau der Schutzinfrastruktur oder in der Aufrechterhaltung der Funktionalität von bestehenden Schutzbauwerken zu setzen?

Für mich - als Vertreterin aller Richtlinien, Strategien und - natürlich - aller Bauwerke in Bezug auf den Schutz von Wildbächen und Lawinen in Österreich - ist die Antwort auf diese Frage aufgrund der unterschiedlichen Bedürfnisse der Politik sowie der Bürger in unseren Bundesländern und Gemeinden nicht so einfach zu beantworten. Mit meiner langjährigen Erfahrung und mit dem Blick in die zukünftigen Entwicklungen, die sich heute abzeichnen, sehe ich den Vorrang in der Aufrechterhaltung des bestehenden Schutzgrades und somit in der vorrangigen Investition in die Funktionsfähigkeit der vorhandenen Schutzbauten.

Wie viele andere Mitgliedstaaten der Alpenkonvention, hat Österreich seit Jahrhunderten Milliarden von Euro in Schutzsysteme gegen Naturgefahren und -risiken investiert, die sich in der Tat als sehr effektiv erwiesen haben. Diese Systeme erfordern eine kontinuierliche Überwachung sowie die Optimierung ihrer bautechnischen Funktionsfähigkeit. Zusätzlich müssen alle betroffenen Einrichtungen sowie die Begünstigten dieser Bauwerke in den Prozess mit einbezogen werden. Dies darf jedoch nicht die alleinige Aufgabe der staatlichen Behörden oder Einrichtungen sein, die für die Katastrophenvorbeugung zuständig sind: Auch die Öffentlichkeit muss sich der Problematik bewusst sein und die Notwendigkeit solcher Maßnahmen akzeptieren.

Diese Publikation soll ein besseres Verständnis dafür schaffen, dass die Instandhaltung bzw. die Erhaltung von vorhandenen Schutzeinrichtungen von entscheidender Bedeutung ist. Sie soll zur Unterstützung dienen, das Bewusstsein zu fördern und zur Umsetzung aller in dieser Broschüre hervorgehobenen Empfehlungen / bewährten Beispiele motivieren. Die enge Zusammenarbeit aller Mitgliedstaaten der Alpenkonvention - die alle den gleichen Herausforderungen gegenüberstehen - erfordert einen staatenübergreifenden Erfahrungsaustausch, um die Widerstandsfähigkeit der gesamten Alpenregion gegen Naturgefahren zu stärken.

Auch wenn die allgemeinen Herausforderungen von jedem Mitgliedsstaat individuell gemeistert werden müssen - die Zusammenarbeit, Harmonisierung und Koordination fördert die individuelle Erarbeitung von Ideen und Maßnahmen.

Mein aufrichtiger Dank gilt all denen, die an der Erstellung dieser bemerkenswerten Publikation beteiligt waren.



Maria Patek

Präsidentin der Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (PLANALP)

Vorwort – Markus Reiterer (Alpenkonvention)

4

Bereits die ersten Siedler der Alpenregion mussten sich gegen Naturgefahren schützen. Es ist also nicht verwunderlich, dass die von Menschen errichteten Systeme und Infrastrukturen, die dem Schutz vor Naturgefahren dienen, im Laufe der Zeit stetig weiterentwickelt wurden. Heute können wir eine beträchtliche Anzahl von Schutzbauwerken im gesamten Alpenraum vorweisen und legen viel Wert auf die Optimierung der Kooperation bei der Minderung und Bewältigung von Naturgefahren. Eine der größten Vorteile der Alpenkonvention und seiner PLANALP-Plattform ist genau dieser Fokus auf die grenzüberschreitende Kooperation und den regelmäßigen Austausch von Wissen, Daten, Fachkenntnissen und Erfahrungen zwischen den Alpenstaaten. Diese enge Zusammenarbeit wird uns dabei helfen, Naturgefahren besser verhindern, bewältigen und managen zu können und damit unsere Resilienz gegen sie zu stärken. Obwohl jedes Land angesichts ähnlicher Herausforderungen seine eigenen Richtlinien, Strategien und Maßnahmen umsetzt, arbeiten wir alle an einem gemeinsamen Ziel.

Wenn wir über langfristige Investitionen in Schutzinfrastrukturen sprechen, dürfen wir nicht nur finanzielle Aspekte berücksichtigen, sondern müssen auch das Fachwissen und die Innovationskraft einkalkulieren, die solche Installationen erfordern. Bei der Anwendung von systemtechnischen Methoden für Schutzsysteme muss der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt werden - von Konzept, Planung, Realisierung, Betrieb und Instandhaltung. Darüber hinaus müssen die Bauwerke kontinuierlich überwacht und gewartet werden, um einerseits ihren Status Quo in Bezug auf Betriebsfähigkeit und Funktionalität beurteilen sowie andererseits einen möglichen Instandhaltungs- oder Reparaturbedarf frühzeitig erkennen zu können. Auch der Rückbau bzw. der Wiederaufbau muss sorgfältig geplant werden.

Vor allem müssen wir darauf achten, dass die Schutzsysteme den Erwartungen und Bedürfnissen der Einwohner vor Ort gerecht werden. Diese Systeme bilden ein wichtiges Rückgrat für den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wohlstand in den Alpenregionen, da sie den Menschen und der Wirtschaft eine sowohl strukturelle als auch subjektive Sicherheit bieten.

Mit dieser Broschüre möchte die Plattform Naturgefahren nationale und regionale Behörden, Entscheidungsträger und Experten bei der Überwachung, Inspektion und Wartung von Schutzanlagen unterstützen und die Vorteile integrativer Methoden vorstellen. Ich hoffe aufrichtig, dass die betreffende Zielgruppe diese Publikation bei der Planung von zukünftigen Aktivitäten berücksichtigen wird.

Ich möchte den Autoren dieser Broschüre und allen Mitgliedern der Plattform für ihren Einsatz danken. Mein besonderer Dank gilt der Vorsitzenden der Plattform Naturgefahren, Frau Maria Patek, sowie allen Vertragsparteien der Konvention und allen Partnern, die zur Erstellung, Verbreitung und Anwendung dieser Broschüre beigetragen haben.



Markus Reiterer

Generalsekretär der Alpenkonvention

Vorworte	3
1. Zusammenfassung	6
2. Beständigkeit beim Schutz gegen alpine Naturgefahren - Einleitung und Herausforderungen	7
3. <i>Systems Engineering</i> : ganzheitliche Antworten auf Mehrfachanforderungen an ein integrales Risikomanagement	10
3.1 Übersicht	10
3.2 Grundlagen und Definitionen	10
3.3 Elemente (Methoden) aus dem <i>Systems Engineering</i> und dem Lebenszyklusmanagement für Systeme	12
3.4 Rechtliche, wirtschaftliche und organisatorische Aspekte des <i>Systems Engineering</i>	15
4. Lebenszyklusmanagement (LZM) für Schutzsysteme.....	17
4.1 Einleitung.....	17
4.2 Phasen des Lebenszyklusmanagement-Kreislaufs	19
5. Konsequenzen und Empfehlungen	27
5.1 Allgemeine Empfehlungen.....	27
5.2 Bauwerksebene.....	27
5.3 Einzugsgebietsebene	27
5.4 Wirkungsbereichsebene	27
Literatur	29
ANHÄNGE.....	31
ANHANG A - Staatenbezogene Fakten und Zahlen zum <i>Systems Engineering</i> beim Naturgefahrenmanagement	
ANHANG B - Bewährte Beispiele aus der Praxis der Mitgliedsstaaten	
ANHANG C - Bewährte Beispiele aus der Praxis der Mitgliedsstaaten zu bautechnischen Details, die die Lebensdauer/Funktionsfähigkeit einer vorhandenen Schutzinfrastruktur verlängern bzw. unterstützen	

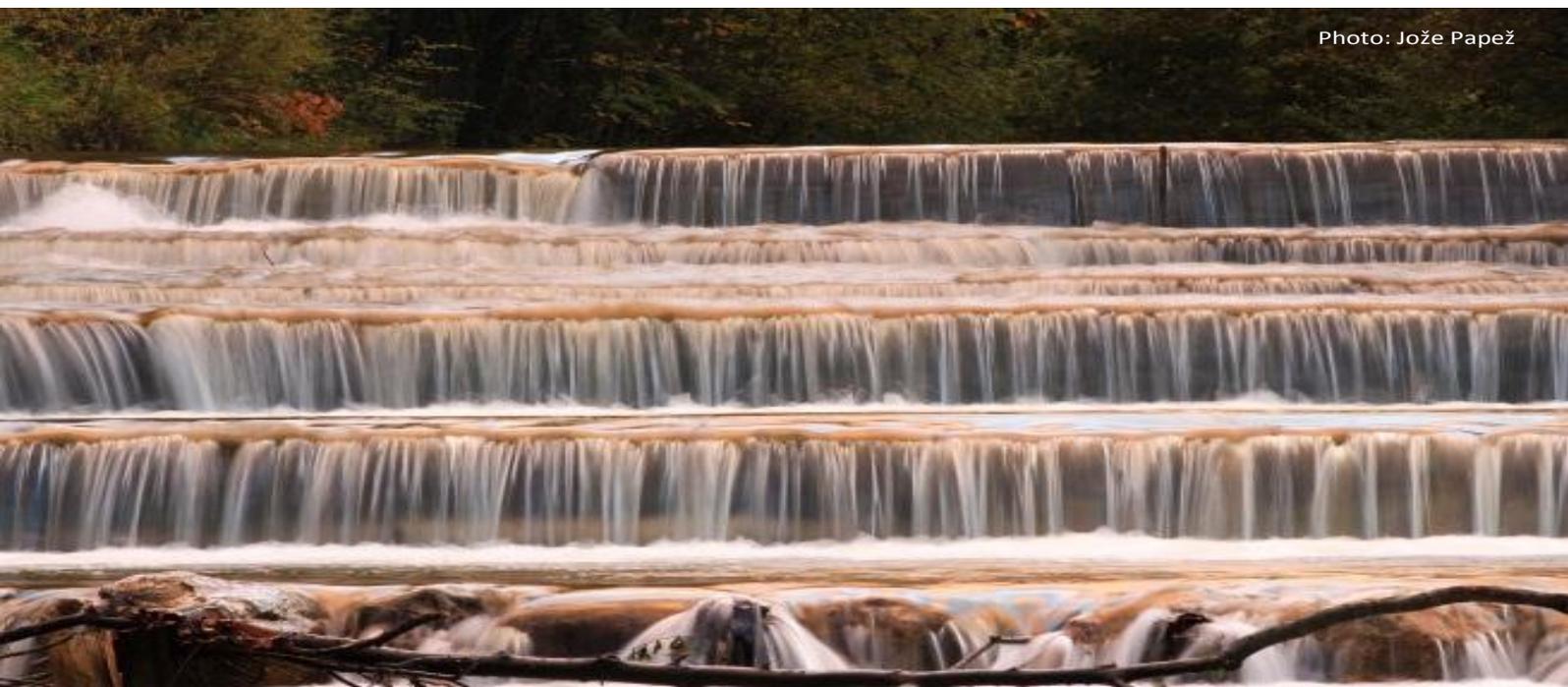


Photo: Jože Papež

1 Zusammenfassung

6

Schutzinfrastrukturen bilden die Grundlage für eine gleichmäßige Entwicklung der Regionen und Staaten der Alpenkonvention, wenn es um das wirtschaftliche und gesellschaftliche Wohlergehen geht. Über die Jahrhunderte hinweg haben öffentliche und private Einrichtungen in den einzelnen Mitgliedstaaten Milliarden von Euro in Schutzsysteme investiert, um das Risiko von Naturgefahren zu mindern und zumindest ein gewisses Sicherheitsniveau zu bieten.

Obwohl die meisten Bauwerke für eine langfristige Nutzung konzipiert und gebaut wurden (zum Beispiel Bauwerke aus Beton oder Stahl für ca. 80 Jahre), besteht immer ein gewisses Ausfallrisiko. Eine dauerhafte Überwachung und Wartung dieser Bauwerke zur Sicherung ihrer Leistungsfähigkeit ist daher während der gesamten Lebensdauer eine unabdingbare Voraussetzung, die eine langfristige Planung und strategische Entscheidungen erfordert.

Basierend auf den derzeit sehr strengen Schutz- und Sicherheitsstandards in Bezug auf Naturgefahren in den Mitgliedstaaten der Alpenkonvention wird die Erhaltung von Schutzanlagen in der Zukunft eine große Herausforderung darstellen, die direkte Folgen auf das Leben und die Wirtschaft in der Alpenregion haben wird.

Obwohl die Überwachung, Inspektion und Wartung der Schutzanlagen meistens detailliert von rechtlichen und technischen Standards geregelt ist und mehrere Organisationsstrukturen und Finanzierungsinstrumente zur Verfügung stehen, stellen wir bei der Ausführung dieser Aufgaben immer wieder Defizite fest. Diese Lücke muss geschlossen werden, indem alle Organisationen, die mit Schutzanlagen (jeglicher Art) zu tun haben, mit evidenzbasierten, praktisch getesteten und zukunftsorientierten Strategien und Maßnahmen unterstützt werden. Indem die Prinzipien des Systems Engineering und des Lebenszyklusmanagements bei Schutzsystemen gegen Naturgefahren angewendet werden, ist ein erster Schritt zur Überbrückung dieser Lücke getan.

Systems Engineering ist ein interdisziplinärer Bereich der Technik, der sich auf die Konzeption und Steuerung bzw. das Management von komplexen technischen Systemen während ihres gesamten Lebenszyklus konzentriert. Systems Engineering befasst sich mit Prozessen, Optimierungsmethoden und Risikomanagement-Tools in den jeweiligen Projekten / Systemen. Systems Engineering sorgt dafür, dass alle möglichen Aspekte eines Projekts oder Systems – über die gesamte Lebensdauer - berücksichtigt und integriert werden. Dieser Ansatz erfordert das Umdenken von einem linearen, eindimensionalen zu einem kybernetisch (d.h. dynamisch, selbstregulierend) orientierten Planungsprozess.

Die Anwendung des Systems Engineering beim Naturgefahren- und Risikomanagement ist relativ neu und erfordert eine enge Zusammenarbeit, Koordination sowie den Austausch von Erfahrungen bei der praktischen Umsetzung dieses komplexen Ansatzes im gesamten Raum der Alpenkonvention. Indem sie beides bietet - sowohl Details zum Hintergrund, zum Inhalt und zur Umsetzung des SE, als auch bewährte Praxisbeispiele aus den Mitgliedstaaten - unterstützt diese Broschüre Entscheidungsträger, Experten sowie die wissenschaftliche Gemeinschaft dabei, gemeinsam Strategien zur vorausschauenden Instandhaltung der Funktionsfähigkeit von Schutzsystemen in der Alpenregion zu entwickeln.



Photo: Jože Papež

2 Beständigkeit beim Schutz gegen alpine Naturgefahren - Einleitung und Herausforderungen

Über die Jahrhunderte hinweg haben die Mitgliedstaaten der Alpenkonvention Milliarden von Euro in Schutzanlagen gegen Naturgefahren investiert, um die Grundlage für eine gleichmäßige Entwicklung in Bezug auf das wirtschaftliche und gesellschaftliche Wohlergehen der Regionen zu schaffen. Langfristige Entscheidungen der Einwohner (zum Beispiel Wahl des Wohnsitzes, Anhäufung privaten Vermögens, soziale und familiäre Entscheidungen) sowie der Wirtschaft (zum Beispiel Wirtschaftsstandorte, Investitionen, Schaffung neuer Arbeitsplätze) in der Alpenregion werden häufig aufgrund der (subjektiven) Wahrnehmung der Sicherheit bzw. des Risikos getroffen. Öffentliche und private Investitionen in Schutzinfrastrukturen müssen daher nachhaltig ausgerichtet sein und die Instandhaltung und Sanierung ebenfalls berücksichtigen.

Aus Sicht der regionalen und lokalen Entscheidungsträger sowie der betroffenen Bevölkerung müssen Investitionen in Schutzanlagen entscheidend dazu beitragen, dass das Risiko von Naturgefahren gesenkt wird, um zumindest ein gewisses Sicherheitsniveau zu gewährleisten. Einschränkungen dieses Sicherheitsniveaus (zum Beispiel durch Verfall oder reduzierte Leistungsfähigkeit der Schutzbauwerke), die zwangsweise zu einer Erweiterung der Gefahrenzonen führen, würden weder politisch noch sozial akzeptiert werden.

Derzeit werden ungefähr **2 Millionen Schutzanlagen für alpine Naturgefahren** (Wildbäche, Lawinen, Steinschläge, Rutschungen) in den Alpenregionen von Österreich, Deutschland, Italien, Liechtenstein, Slowenien und der Schweiz gezählt, was einem **Wiederbeschaffungswert** von ungefähr **50 Milliarden Euro** entspricht (diese Zahlen basieren auf Expertenmeinung, da genaue Zahlen aufgrund der unterschiedlichen administrativen Verantwortlichkeiten schwer zu ermitteln sind; Schätzungen für Bauwerke im Besitz oder im Betrieb von Infrastrukturbehörden / -unternehmen, wie zum Beispiel Eisenbahn- / Verkehrsgesellschaften etc. sowie Schutzinfrastrukturen in den Alpenregionen Frankreichs wurden nicht erfasst). Die meisten dieser Bauwerke wurden für eine langfristige Nutzung ausgelegt und gebaut (zum Beispiel Bauwerke aus Beton oder Stahl für ca. 80 Jahre). Die

Entscheidungen, die während der Entwurfsphase dieser Bauwerke und Systeme getroffen wurden, sind ausnahmslos mit großen Unsicherheiten belastet. So besteht zum Beispiel das Risiko von funktionaler Nichterfüllung, oder Ausfällen der Bauwerke während ihrer Lebensdauer (Belastungen können zum Beispiel aufgrund unvorhersehbarer oder unerwarteter Naturgefahren erheblich variieren). In Bezug auf den finanziellen Aspekt besteht zudem das große Risiko, die Lebenszykluskosten eines vorhandenen Bauwerks oder Schutzsystems zu unterschätzen. Praktische Erfahrungen mit den Besitzern (Betreibern) oder Nutznießern dieser Bauwerke oder Systeme haben gezeigt, dass sich nur wenige Entscheidungsträger der gesamten Lebenszykluskosten bewusst sind, zu denen Entwicklungs-, Betriebs-, Instandhaltungs-, Reparatur- und Entsorgungskosten sowie durch Störungen und Ausfälle verursachte indirekte Kosten gehören. Eine Untersuchung der typischen Instandhaltungskosten in den Mitgliedstaaten ergab, dass pro Jahr ca. 1,5% der Baukosten in den Betrieb und die regelmäßige Instandhaltung der Schutzbauwerke investiert werden müssen. Das bedeutet in der Praxis, dass im Laufe der Lebensdauer eines Schutzbauwerks eine komplette Neuinvestition der ursprünglichen Baukosten nötig ist, um die Leistungsfähigkeit des Bauwerks gewährleisten zu können.

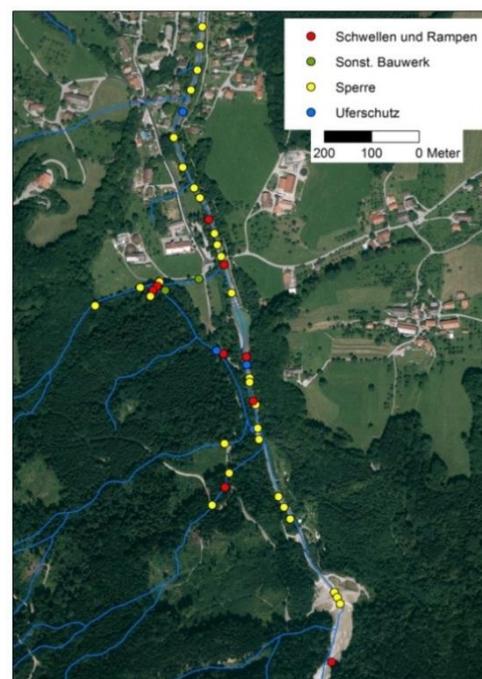


Abb. 1: Beispiel für eine hohe Anzahl von Schutzbauwerken; Jenbach, Bayern (LfU).

Aufgrund der beeindruckenden Anzahl vorhandener Schutzanlagen in der Alpenregion (vgl. Beispiel in Abbildung 1) und dem Grundkapital, das sie repräsentieren, muss man sich die Frage stellen, wie man die Leistungsfähigkeit dieser Bauwerke am besten erhalten kann, insbesondere im Hinblick auf folgende **Herausforderungen**:

- a) *Fortgeschrittenes Alter* einer Vielzahl von Schutzanlagen in den Alpen, die sofortige Maßnahmen erfordern
- b) *Begrenzte Kenntnisse* über den Zustand / das Leistungsniveau dieser Bauwerke
- c) *Begrenzte Ressourcen* (hauptsächlich finanziell, aber auch personell)
- d) *Neue rechtliche Rahmenbedingungen und ihre Folgen* (EU Wasserrahmenrichtlinie, Hochwasserrichtlinie)
- e) *Neue Anforderungen* an bestehende Systeme, zum Beispiel durch die Errichtung neuer, sensibler Infrastrukturen oder aufgrund eines neuen gesellschaftlichen Bewusstseins
- f) *Demografische Änderungen* in den Alpenregionen sowie neue Flächennutzungspotentiale (auch aufgrund der Entwicklung neuer Verkehrsinfrastrukturen), die zu neuen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit / Funktionsfähigkeit dieser Bauwerke führen (vgl. Abbildung 2)
- g) *Begrenzte Kenntnisse und geringes Bewusstsein* der Besitzer (Betreiber) oder Nutznießer über den Instandhaltungsaufwand und lebenszyklusbasierte Maßnahmen (außer wenn, wie zum Beispiel in Bayern, das Land der Besitzer ist), einschließlich der kontinuierlichen Überwachung
- h) Die Frage nach der *Verantwortung und Haftung* in Bezug auf diese Bauwerke

in Staaten, in denen die Investitionskosten zwischen der Öffentlichkeit (Verwaltung) und dem Besitzer (Betreiber) aufgeteilt werden - insbesondere im Fall einer Nichtleistung oder eines Ausfalls im Katastrophenfall

- i) *Rasante Entwicklungen* im Bereich Risikomanagement und Wechselwirkungen, zum Beispiel zwischen Bauwerken und Risikobeurteilungen

Basierend auf den derzeit sehr strengen Schutz- und Sicherheitsstandards in Bezug auf Naturgefahren in den Mitgliedstaaten der Alpenkonvention wird die Erhaltung von Schutzanlagen in der Zukunft eine große Herausforderung darstellen, die direkte Folgen auf das Leben und die Wirtschaft in der Alpenregion haben wird. Daher sollte sie ganz oben auf der politischen Agenda stehen. Nur so können die verschiedenen Einflussebenen auf Schutzanlagen unterschieden werden, wobei jede Ebene in Bezug auf das Risikomanagement separat bewertet werden muss:

- Einzelbauwerke, bei denen die Frage nach der Stabilität, Instandhaltung etc. von entscheidender Bedeutung ist
- Schutzsysteme / Einzugsgebiete, bei denen die Funktions- und Widerstandsfähigkeit wichtige Themen sind
- Auswirkungsbereiche, wo Fragen der Flächennutzung, aber auch gesellschaftliche Konsequenzen immer wichtiger werden
- Staatliche Ebene, wo sich hauptsächlich die Frage nach der Finanzierung und Sicherheit stellt
- Europäische Ebene, die eine gemeinsame Grundlage für Richtlinien, wie zum Beispiel die Hochwasserrichtlinie, bieten kann.

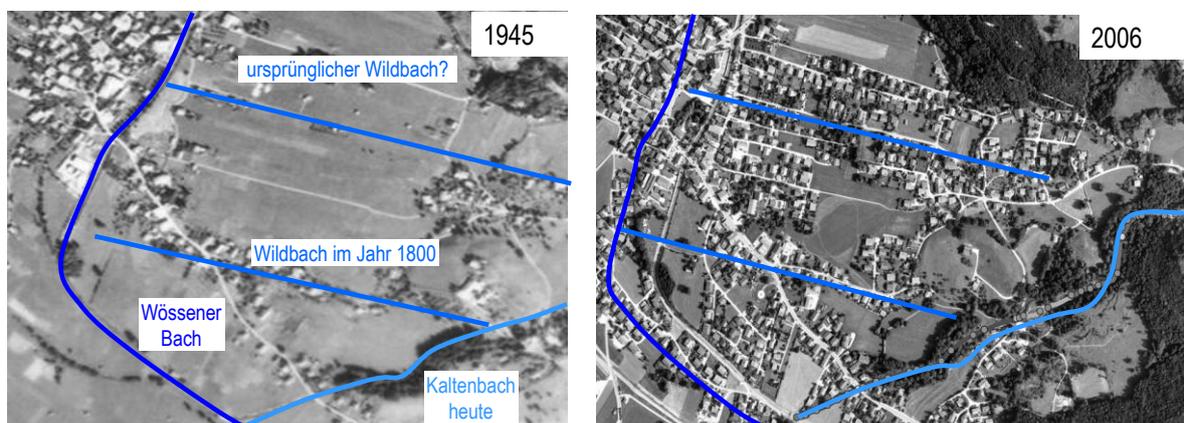


Abb. 2: Beispiel für eine Veränderung der Flächennutzung in den Alpenregionen - Gemeinde Unterwössen in Bayern (LfU).

Obwohl die Überwachung, Inspektion und Instandhaltung der Schutzanlagen meistens detailliert von rechtlichen und technischen Standards geregelt ist und zahlreiche Organisationsstrukturen und Finanzierungsinstrumente zur Verfügung stehen, existieren in der praktischen Ausgestaltung zahlreiche Defizite. Diese Lücke muss geschlossen werden, indem alle, die mit Schutzanlagen (jeglicher Art) zu tun haben, mit evidenzbasierten, praktisch getesteten und zukunftsorientierten Strategien und

Maßnahmen unterstützt werden. Durch Erläuterung der Prinzipien des Systems Engineering und des Lebenszyklusmanagements bei Schutzsystemen gegen Naturgefahren, möchten die Mitglieder der PLANALP durch diese umfassende Broschüre ein besseres Verständnis für das Potential des Systems Engineering schaffen, insbesondere im Bereich des Naturgefahren- und Risikomanagements, und dem Leser die Vorteile näher bringen.

3 Systems Engineering: ganzheitliche Antworten auf Mehrfachanforderungen an ein integrales Risikomanagement

3.1 Übersicht

Lange Zeit bestand die einzige Strategie zur Bekämpfung von Naturgefahren in einer Art „Gefahrenabwehr“, die ausschließlich dazu diente, Gefahren zu verhindern. Dies kann man, vereinfacht gesagt, als eine „eindimensionale“ Strategie betrachten (vgl. grüner Bereich in Abbildung 5).

Da die Bauwerke jedoch über einen längeren Zeitraum hinweg errichtet wurden, müssen wir uns mit zahlreichen einzelnen Elementen auseinandersetzen, die in einem unterschiedlichen Zustand und Alter sind. Während die Funktionsfähigkeit der Bauwerke zu jeder Zeit gewährleistet sein muss, ändert sich der Zustand dieser Elemente, so dass der zeitliche Aspekt immer wichtiger wird. Man muss sich vor allem die Frage stellen, wie die Bauwerke überwacht werden können und was mit den einzelnen Elementen am Ende ihrer Lebensdauer geschieht. Dadurch entsteht unweigerlich eine zweite Dimension, bei der das Lebenszyklusmanagement helfen kann, die entsprechenden Herausforderungen zu meistern.

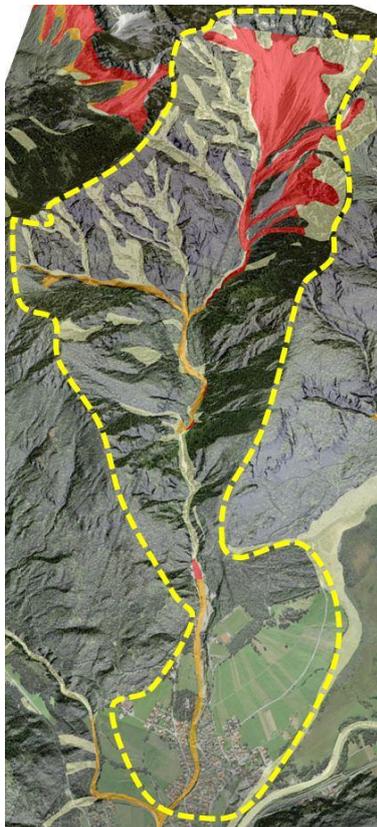


Abb. 3: Ein alpines Einzugsgebiet ist ein höchst komplexes System (LfU).

Die Erfahrung zeigt, dass man bei Naturgefahren stets mit mehreren komplexen Systemen zu tun hat: das Einzugsgebiet mit all seinen Prozessen und Interaktionen (Abbildung 3) oder das soziale System, das ein gewisses Schutzniveau verlangt - um nur zwei Beispiele zu nennen. Aufgrund dessen sehen wir inzwischen das integrale Risikomanagement (Abbildung 4) als beste Möglichkeit an, um mit Naturgefahren zurechtzukommen. Es geht darum, mit den Naturgefahren zu leben, anstatt sie zu bekämpfen. Wir dürfen daher nicht länger nur „eindimensionale“ Bauwerke, errichten und diese während ihrer Lebensdauer überwachen (zweite Dimension), sondern müssen komplexe Mehrzwecksysteme entwickeln, die aus mehreren Einzelelementen bestehen. Diese können als „dritte Dimension“ bezeichnet werden. Unter diesen Voraussetzungen kann Systems Engineering interessante Ansätze bieten, um unsere Schutzsysteme zu optimieren.



Abb. 4: Prinzip des integralen Risikomanagements (ClimChAlp 2008).

3.2 Grundlagen und Definitionen

Der Hauptzweck von technischen Schutzsystemen und -bauten ist die Reduzierung von Risiken und negativen Auswirkungen der Naturgefahren auf ein akzeptables (angemessenes) Niveau. Aufgrund der erhöhten Komplexität von

Schutzsystemen gehen die Anforderungen an Konfiguration, Planung und Bemessung dieser Systeme weit über das klassische Ingenieurbauwesen hinaus. Moderne Schutzsysteme bestehen nicht nur aus den technischen Bauten selbst, sondern umfassen auch Messgeräte, Regelungs- und Steuerungstechniken sowie biologische Maßnahmen. Weiterhin bestehen sie häufig aus verschiedenen separaten Bauwerken, Funktionseinheiten in Sequenzen / Funktionsketten, die in Wechselwirkung zu anderen planungstechnischen, rechtlichen und organisatorischen Maßnahmen stehen. Einige Beispiele für komplexe Schutzsysteme sind:

- Abfolgen mehrerer kontrollierter Hochwasserrückhaltebecken,
- Kombinationen aus Lawinenverbauungen im Anrissgebiet, künstliche Lawinenauslösesysteme und Ablenk- / Bremsbauten im Ablagerungsgebiet,
- Hochwasserschutzsysteme, die aus Überwachungssystemen, mobilen Schutzsystemen und Warnsystemen bestehen.

Komplexe Schutzsysteme setzen sich folglich aus verschiedenen bautechnischen, mechanischen, mechatronischen und digitalen Elementen zusammen, die eine unterschiedliche Robustheit und Lebensdauer

Infobox Systems Engineering (SE):

SE ist ein disziplinübergreifender Ansatz, der auf die Realisierung erfolgreicher Systeme abzielt. SE versucht, den Kundenbedarf und die erforderliche Funktionsfähigkeit bereits früh im Entwicklungszyklus zu definieren, entsprechende Anforderungen zu dokumentieren und die Planungssynthese sowie die Systemvalidierung immer in Bezug zum gesamten Problem zu betrachten.

(Definition des International Council on Systems Engineering (INCOSE))

SE bedeutet: „Bau das richtige System; bau das System richtig“ („Build the right system; build the system right.“) SE berücksichtigt stets das ganze Problem, das ganze System und den ganzen Lebenszyklus - vom Konzept bis zur Entsorgung.

(UK Chapter der INCOSE)

Ursprung: Begriff der Telekommunikation in den 1940er Jahren; grundlegende Verbesserungen in der Raumfahrt

sowie unterschiedliche Wartungsanforderungen und Ausfallrisiken haben. Komplexe Schutzsysteme erfordern weiterhin eine disziplinübergreifende Kompetenz und ein hohes Verantwortungsbewusstsein der Planungsingenieure, Genehmigungsbehörden, Betreibergesellschaften und Nutznießer, wenn es um die Planung, die Bemessung, den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung geht, und setzen eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten voraus. Das Prinzip des integralen Risikomanagements ist nicht nur auf die Schutzfunktion dieser Systeme anzuwenden, sondern dient auch zur Minderung der Risiken in Bezug auf die Stabilität, Gebrauchstauglichkeit und Haltbarkeit der Schutzsysteme selbst - insbesondere zur Vermeidung von Störungen oder Totalausfällen nach Extremereignissen.

Ansätze zum Management von komplexen technischen Systemen müssen sich daher vor allem an der Nachhaltigkeit, dem Lebenszyklus und der Qualitätssicherung orientieren. Dies gilt unweigerlich auch für Schutzsysteme gegen Naturgefahren: Nachteile konventioneller Planungsprozesse müssen hervorgehoben und der Weg zur Umsetzung des Systems Engineering-Ansatzes geebnet werden. Systems Engineering ist per definitionem eine interdisziplinäre Herangehensweise in der Technik, die sich auf die Konzeption und Steuerung / Management von komplexen technischen Systemen während ihres gesamten Lebenszyklus konzentriert. Wenn es um komplexe Projekte geht, stellen Themen wie Zuverlässigkeit, Logistik, Koordination verschiedener Teams (Anforderungsmanagement), Evaluationsmaßnahmen und andere Disziplinen eine große Herausforderung dar. Systems Engineering befasst sich mit Prozessen, Optimierungsmethoden und Risikomanagement-Werkzeugen in genau solchen Projekten / Systemen. Der Ansatz sorgt dafür, dass alle wahrscheinlichen Aspekte eines Projekts oder Systems von Anfang an berücksichtigt und integriert werden und erfordert daher das Umdenken von einem linearen, eindimensionalen zu einem kybernetisch orientierten Planungsprozess.

Auch wenn das *Systems Engineering* im Fall von Naturgefahren und -risiken auf den ersten Blick sehr theoretisch erscheint und die Anwendung durch fehlende Erfahrungen begrenzt ist, soll nachstehend gezeigt werden, dass eine breite Palette von Elementen des Systems Engineering im Naturgefahren-Ingenieurwesen bereits zum Standard gehört. Systems Engineering ist ein umfassendes ingenieurwissenschaftliches Konzept, muss jedoch, da es ein neuer Ansatz ist, weiter charakterisiert und spezifiziert werden. Im

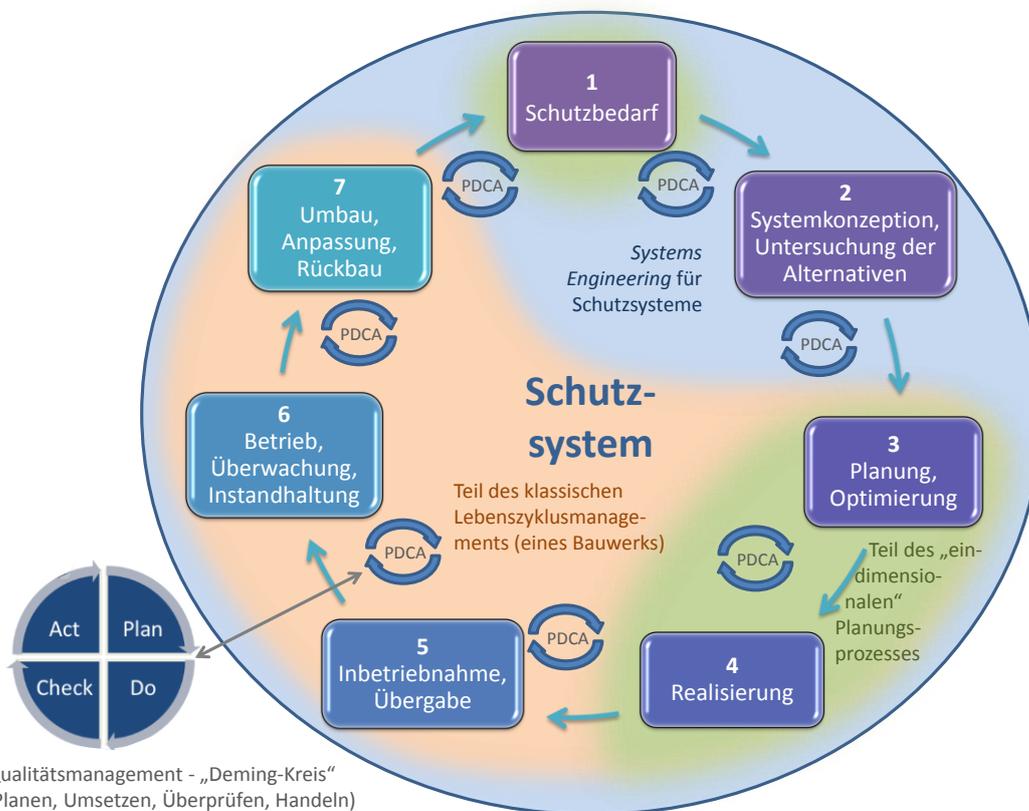
konzeptionellen Sinne kann Systems Engineering - mit einigen Einschränkungen - auf den gesamten Risikomanagement-Zyklus angewendet werden, da seine Kriterien in Bezug auf Qualität, Lebenszyklus, Zuverlässigkeit und Gebrauchstauglichkeit auch auf umfassende Schutz- und Sicherheitsfunktionen angewendet werden können.

3.3 Elemente (Methoden) aus dem Systems Engineering und dem Lebenszyklusmanagement für Systeme

Wenn das Systems Engineering-Konzept auf Schutzsysteme angewendet wird, ist der gesamte System-Lebenszyklus zu berücksichtigen - vom Konzept über die Planung, Realisierung, den Betrieb und die Instandhaltung, bis hin zum Zerfall, zur Entsorgung oder zur Sanierung eines Bauwerks. Ein grundlegendes Prinzip ist die Übereinstimmung der Funktionsfähigkeit des Schutzsystems mit den „Kundenerwartungen“, insbesondere die Kongruenz der Schutzwirkungen mit dem Schutzbedarf der Nutznießer. Die Erfüllung der Schutzziele ist generell der wichtigste Maßstab für die Qualität eines Schutzsystems (-bauwerks).

Es gibt **sieben Hauptphasen des Systems Engineering**, die im „System-Lebenszyklus“ des Naturgefahren-Ingenieurwesens (Abbildung 5) dargestellt werden können:

1. **Schutzbedarf:** Identifizierung des Schutzbedarfs und Definition der Schutzziele: Gefahren- und Risikobeurteilung, Schwachstellenanalyse, Bestimmung des Sicherheitsniveaus (Grenzwerte), Bestimmung der Systemanforderungen.
2. **Systemkonzept und Untersuchung von Alternativen:** Variantenuntersuchungen einschließlich der Beurteilung von Managementalternativen in Bezug auf die Kriterien Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Risiken; endgültiges Ziel: Planung eines Schutzsystems, das Elemente aus dem gesamten Risikomanagement-Zyklus berücksichtigt.
3. **Planung und Optimierung:** Optimierung der Schutzwirkung: Schutzkonzept, Entwicklung von Maßnahmen, Funktionsbeurteilung, Untersuchung der Wirtschaftlichkeit.



Qualitätsmanagement - „Deming-Kreis“
(Planen, Umsetzen, Überprüfen, Handeln)
– Vgl. Abb. 6

Abb. 5: Systems Engineering für Schutzsysteme: 7 Phasen des System-Lebenszyklus, unterstützt durch eine zyklische Neuevaluation (Feedback), dargestellt als PDCA-Zyklus („Deming-Kreis“) des Qualitätsmanagements.

4. **Realisierung:** Errichtung (Bau) des Schutzsystems.
5. **Inbetriebnahme, Übergabe:** Qualitätsprüfung, Funktionstest, Übergabe an den Besitzer (Betreiber) des Schutzsystems.
6. **Betrieb, Überwachung und Instandhaltung** des Schutzsystems: Wartung, Inspektion, periodische Zustandsbeurteilung, Reparatur und Sanierung.
7. **Umbau, Anpassung oder Rückbau:** was passiert nach Ende der Lebensdauer - Wiederaufbau, Ersatz, Anpassung von Bedingungen oder Anforderungen, Rückbau (Entsorgung) oder kontrollierter Zerfall.

Der Prozess des System-Lebenszyklus wird durch konstantes (regelmäßiges) Feedback unterstützt, dargestellt als PDCA-Zyklus („Deming-Kreis“) des Qualitätsmanagements. Die Grundsätze dieses Feedbacks sind: Plan, Do, Check, Act (Planen, Umsetzen, Überprüfen, Handeln) (Abbildung 5 und 6).

Nachstehend werden mehrere **Methoden (Funktionen) des Systems Engineering** vorgestellt, die die praktische Seite der Umsetzung dieses Ansatzes im Rahmen des Naturgefahrenmanagements verdeutlichen sollen:

- **Projektmanagement** ist eine wesentliche Voraussetzung für komplexe und vielschichtige Planungs-, Bau- und Betriebsprozesse von Schutzsystemen. Dazu gehört die Koordination von unterschiedlichen Akteuren und Interessenvertretern eines Projekts.
- **Anforderungsanalyse** und **Systementwicklung** zielt auf die Entwicklung von soliden, effizienten und fehlerresistenten Schutzsystemen ab und wird durch die Definition von spezifischen Schutzzielen, Variantenuntersuchungen, Mindeststandards, Funktionstests

sowie die Anwendung bewährter Techniken erreicht. Die Systementwicklung orientiert sich an relevanten Risikoszenarien und muss bereits zu Beginn des Planungsprozesses durchgeführt werden. Sie konzentriert sich auf die Konfiguration (Architektur) des Schutzsystems sowie auf die Funktionsfähigkeit und Bemessung der Tragwerke und berücksichtigt dabei die Wechselbeziehungen der Effektivität und der Gebrauchstauglichkeit des Schutzsystems. Weiterhin werden der Schutzbedarf, die technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Kapazitäten sowie die rechtlichen Anforderungen der Betreiber (Nutznießer) in Betracht gezogen.

- **Technisches Änderungsmanagement** zielt auf die Anpassung von Schutzsystemen an die sich ständig ändernden Rahmenbedingungen ab, insbesondere in Bezug auf Umwelt (zum Beispiel Klimawandel), Gesellschaft, Technologie sowie die gesellschaftliche Risikobereitschaft. Die wichtigste Funktion ist die Dokumentation und Kontrolle dieser Änderungen, sowie eine regelmäßige Zustandsbeurteilung. Die Schutzziele müssen ebenfalls zyklisch angepasst werden (vgl. zum Beispiel bewährtes Praxisbeispiel B5).
- **Systemintegration** zielt auf die Neukonfiguration, Erweiterung und Neuausrichtung vorhandener Systeme im Rahmen einer Sanierungskampagne am Ende des ersten Lebenszyklus bzw. nach schweren Schäden ab, die durch Extremereignisse verursacht wurden. Neue Elemente (zum Beispiel Schutzbauwerke, Rechen und Gitter, Mess- und Steuerungsgeräte) werden in das vorhandene Schutzsystem integriert und verbessern die

Infobox Lebenszyklusmanagement (LZM):

Beim (Produkt)-LZM geht es um den gesamten Lebenszyklus eines Produkts - von der Idee über die technische Entwicklung und Fertigung bis hin zur Instandhaltung und Entsorgung hergestellter Produkte. LZM integriert Personen, Daten, Prozesse und Geschäftssysteme und stellt für Unternehmen und ihre Partner eine grundlegende Informationsquelle dar. *(Engl. Definition von Wikipedia)*

Ursprung: In der 1930er Jahren in der Produktentwicklung; grundlegend erweitert auf den Lebenszyklus von Industrieerzeugnissen.

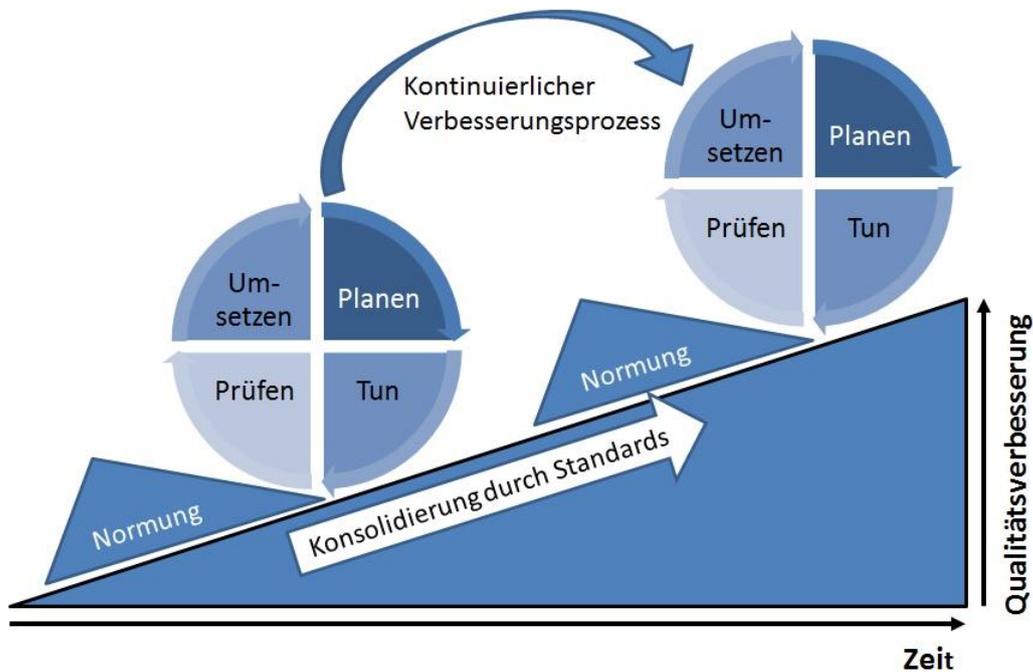


Abb. 6: Kontinuierliche Verbesserung von Schutzsystemen durch periodische Anwendung des PDCA-Zyklus, unterstützt durch Standardisierung.

Funktionsfähigkeit bzw. das Ausfallrisiko. Da die Systemintegration eine Überprüfung der Schutzziele und des Sicherheitsniveaus erfordert, sind weitere Funktionstests sowie die Anpassung der Instandhaltungsstrategien erforderlich (vgl. zum Beispiel bewährtes Praxisbeispiel B12 und 13).

- Standardisierung** ist die Hauptfunktion der Qualitätssicherung im *Systems Engineering* und dient dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP). Komplexe Systeme mit einer Vielzahl von Planern, Akteuren, Betreibern und Verantwortlichen erfordern strenge und anwendbare Regeln und Vorschriften (Normen), um reibungslose und fehlerfreie Planungsprozesse, Workflows und Schnittstellen zu gewährleisten. Standards unterstützen alle Phasen des PCDA-Zyklus und müssen regelmäßig auf ihre Genauigkeit und Anwendbarkeit überprüft und gegebenenfalls angepasst werden (Abbildung 6). Standardisierung bezieht sich auf alle Arten von Normen, einschließlich gesetzlicher Normen, allgemeine technische Standards sowie spezifische Standards, Richtlinien und Betriebsvorschriften für ein bestimmtes Schutzsystem. Standards können die Entwicklung, die

Auslegung, die Steuerung, die Organisation sowie einzelne Sicherheitsaspekte regeln.

- Risikomanagement für Schutzsysteme** ist ein Hilfsmittel, um potentielle Gefahren und Risiken für die Stabilität, Gebrauchstauglichkeit und Lebensdauer des Systems (Bauwerks) früh genug erkennen und Systemstörungen oder -ausfälle durch angemessene Maßnahmen, Sicherheitsreserven und Ersatzteile für wichtige Systemelemente verhindern zu können. In Bezug auf Schutzsysteme für Naturgefahren muss man beim Risikomanagement zusätzlich die Auswirkungen von Extremereignissen (Katastrophen) und die Folgen von Überbelastungen in Betracht ziehen. Schutzsysteme, die komplexe Entscheidungsunterstützungssysteme wie zum Beispiel Mess-, Kontroll- oder Warngeräte umfassen, erfordern weiterhin eine besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich elektronischer (digitaler) Systemausfälle, Unterbrechungen der Stromzufuhr oder menschlichen Versagens.

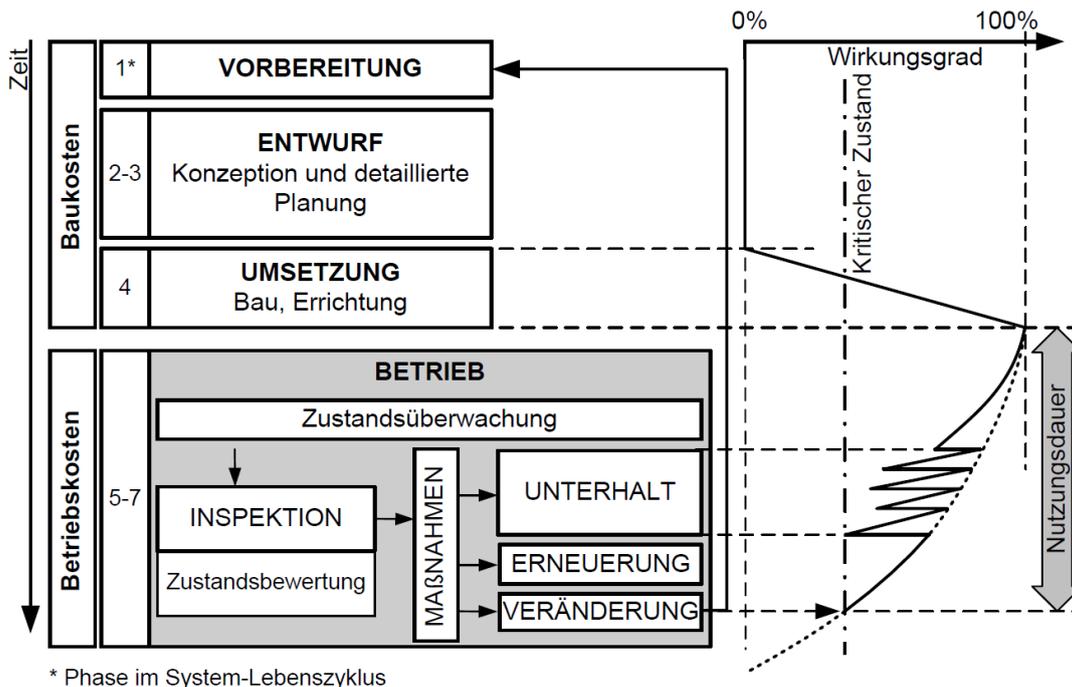
3.4 Rechtliche, wirtschaftliche und organisatorische Aspekte des Systems Engineering

Je komplexer die Schutzsysteme sind, desto eher sind sie anfällig für Fehlfunktionen, Störungen oder Totalausfälle. Eine erhöhte Komplexität erhöht damit auch das Haftungsrisiko für Planer, Betreiber und Genehmigungsbehörden. Bei der Planung, der Entwicklung, dem Betrieb und der Instandhaltung von komplexen Schutzsystemen verfügen die verschiedenen Akteure und Entscheidungsträger über unterschiedliche Erfahrungen, Kompetenzen, technische und wirtschaftliche Kapazitäten und vor allem über ein unterschiedliches Risikobewusstsein. Diese unausgeglichene Situation erfordert die Entwicklung von Schutzsystemen, die sich an den Kapazitäten der Besitzer oder Nutznießer (meistens Laien) orientieren, die für die Systeme haften und im Fall einer Störung oder eines Versagens das Schadenersatzrisiko gegenüber Dritten tragen.

In der Regel setzen gesetzliche Normen und offizielle Genehmigungen die Anwendung des „allgemeinen Stands der Technik“ voraus, welcher jedoch bei Schutzsystemen (Bauwerken) selten existiert. Da Schutzbauwerke, Steuerungsgeräte oder Warnsysteme häufig Prototypen sind, können sie nicht als bewährte Technologien bezeichnet werden. Da echte Bemessungsereignisse nur sehr selten auftreten, konnten noch nicht viele Erfahrungen mit der Funktionsfähigkeit

(Gebrauchstauglichkeit) der Schutzbauwerke unter Extrembedingungen gesammelt werden. Eine nachhaltige Gebrauchstauglichkeit von Schutzsystemen, die regelmäßig vom Betreiber (Besitzer) überwacht, angepasst, inspiziert oder gewartet werden müssen, erfordert daher standardisierte Betriebsabläufe sowie regelmäßige Einführungen und Schulungen. Da Schutzanlagen nur selten in Aktion sind und die verantwortlichen Personen sich häufig ändern können, stellen beim Betrieb dieser Systeme die Dokumentation und Wissensvermittlung weitere Herausforderungen dar.

Traditionsgemäß ist die Kostenkalkulation für Schutzsysteme (Bauwerke) auf die Planungs- und Bauphase begrenzt, während Betriebsausgaben und Instandhaltungskosten häufig nicht berücksichtigt werden. Kürzlich durchgeführte Studien haben jedoch ergeben, dass diese Kosten im Lauf der Lebensdauer (Betriebsdauer) eines Schutzsystems (Bauwerks) die reinen Baukosten um ein Vielfaches übersteigen und mit erhöhter Komplexität exponentiell ansteigen. Ein neuer Ansatz im *Systems Engineering* ist daher die „Lebenszykluskalkulation“ (Abbildung 7), eine Methode der Kostenkalkulation, die alle Phasen der Betriebsdauer (Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung, Entsorgung oder Wiederaufbau) berücksichtigt. Ein weiteres Problem besteht darin, dass diese Kosten zu unterschiedlichen Zeiten auftreten und von verschiedenen Parteien getragen werden (vgl. zum Beispiel bewährtes Praxisbeispiel B3).



* Phase im System-Lebenszyklus

Abb. 7: Prinzip des Lebenszyklusmanagements von Schutzsystemen als Grundlage der Lebenszykluskalkulation.

Während die Planungs- und Baukosten generell von staatlichen (öffentlichen) Stellen finanziert werden, betreffen die darauffolgenden Betriebs- und Instandhaltungskosten hauptsächlich die Besitzer oder Nutznießer der Schutzmaßnahmen. Die Lebenszykluskalkulation garantiert eine allgemeine Kostentransparenz und schärft das Bewusstsein aller Parteien, wenn festgelegt werden muss, wer welche Kosten in welcher Phase des Lebenszyklus trägt. Besondere Aufmerksamkeit gilt hierbei den Interessen der Grundbesitzer, die beteiligt sind, wenn Schutzbauwerke auf ihrem Privatgrundstück errichtet werden und die Nutznießer aber andere Personen sind, als der Grundbesitzer selbst. Diese Situation erfordert Lösungen, die die Nutzung von privatem Grundbesitz und die Entschädigung für wirtschaftliche Nachteile während der gesamten Betriebsdauer regeln. Dieses Problem erfordert, basierend auf vertraglichen Vereinbarungen, entweder die Enteignung im öffentlichen Interesse oder die Gewährung von Nutzungsrechten.

Weiterhin müssen hinsichtlich der Inspektion und Instandhaltung von Schutzmaßnahmen gesetzliche Instandhaltungspflichten für Einzugsgebiete, Wasserläufe und Wasserinfrastrukturen eingeführt werden. Auch gesetzliche Pflichten in Bezug auf die nachhaltige Bewirtschaftung von Schutzwäldern, die Ausräumung von Wildholz aus Wildbächen und die Erhaltung des guten Zustands von Gewässern in Übereinstimmung mit der EU Wasserrahmenrichtlinie sind einzuführen.

Die konsequente Planung und Entwicklung von Schutzsystemen muss in jedem Fall die Lebenszykluskosten und die Mitverantwortung von Planern, Betreibern, Besitzern und gesetzlich verpflichteten Personen in Bezug auf Inspektion, Betrieb, Instandhaltung, Risikomanagement und die Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit berücksichtigen. Die Übergabe von Schutzsystemen an Betreiber (Besitzer) nach der Fertigstellung (außer in Bayern) bedeutet gleichzeitig die Übertragung von Risiken, Haftungen und wirtschaftlichen Belastungen, die berücksichtigt und von allen Parteien in Betracht gezogen werden müssen. Einfacher ausgedrückt: Das *Systems Engineering* erfordert auch Richtlinien für die Verwendung der Schutzsysteme (Bauwerke). Da Schutzbauwerke in der Regel im öffentlichen Interesse errichtet werden und dem Allgemeinwohl dienen, darf niemand von der Nutzung ausgeschlossen werden. Die Anweisungen in Bezug auf Funktionsfähigkeit, Instandhaltungsanforderungen, Betriebsvorschriften und Restrisiken betreffen alle Nutznießer (auch Bürger ganzer Gemeinden und Verkehrsteilnehmer). Daher ist die Einführung und Dokumentation von Betriebsvorschriften auch ein wichtiger Bestandteil der allgemeinen Risikokommunikation auf lokaler Ebene. Im Sinne des Lebenszyklusmanagements leisten sie einen entscheidenden Beitrag zum öffentlichen Risikobewusstsein und fördern gleichzeitig das praxisbezogene Wissen.

4. Lebenszyklusmanagement (LZM) für Schutzsysteme

4.1 Einleitung

Dem umfassenden *Systems Engineering*-Ansatz zufolge müssen strukturierte und integrierte Schutzkonzepte entwickelt werden, um die Anforderungen an die Effektivität und Effizienz hinsichtlich einer Vielzahl von Zielen gerecht zu werden (vgl. Abschnitt 3.2).

Die Durchführbarkeit von integrierten Schutzkonzepten muss unter verschiedenen Systembelastungen und angepassten Instandhaltungsstrategien analysiert werden. Wenn man diese Aspekte berücksichtigt, ist es zwingend notwendig, die funktionale Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des geplanten Schutzsystems über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu optimieren. Ein geeigneter Lebenszyklusmanagement-Ansatz ist bei einer solch langfristigen Planungsperspektive (d.h. Planungshorizont von 100 Jahren) von entscheidender Bedeutung.

Die wichtigsten Grundsätze des Lebenszyklusmanagement-Systems als integraler Bestandteil des *Systems Engineering* sind:

(1) eine Verbesserung der Methoden zur Bestimmung der Systemanforderungen in Bezug auf die Funktionsfähigkeit und in Übereinstimmung mit den speziellen Bedürfnissen zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklungsphase, d.h. Wirtschaftlichkeit, Leistungsfähigkeit und Umsetzung von Risikominderungsstrategien;

(2) die Beurteilung des gesamten Systems einschließlich aller notwendigen Elemente;

(3) die Berücksichtigung der Wechselbeziehung zwischen den einzelnen Systemkomponenten sowie zwischen den höheren und untergeordneten Ebenen der Systemhierarchie;

(4) flexible Schutzkonzepte und Überwachungsstrategien, die während der gesamten Lebensdauer angepasst werden können sowie alle oben genannten Punkte berücksichtigt.

Ohne die Anwendung geeigneter Bemessungsprinzipien und die Umsetzung geeigneter Instandhaltungsstrategien wird die Effektivität der Schutzsysteme mit der Zeit unweigerlich nachlassen. Außerdem wurde in den letzten Jahrzehnten eine Zunahme des Schadenpotentials auf Mur- und

Schwemmfächern beobachtet (vgl. auch Abbildung 2). Dies führt zu einer Erhöhung des Hochwasserrisikos und sollte beim Risikomanagement in Betracht gezogen bzw. zukünftig vollständig vermieden werden. Ein weiterer Grund zur Beunruhigung ist, dass Risikomuster in Bezug auf Hochwasserereignisse bisher nicht erkannt wurden, da in der Vergangenheit der Beurteilung der Schadensanfälligkeit und funktionalen Leistungsfähigkeit von Schutzmaßnahmen über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg wenig Beachtung geschenkt wurde.

Schutzsysteme haben einen dualen Charakter, da sie einerseits entwickelt wurden, um Naturgefahren zu minimieren, andererseits jedoch während ihrer Lebensdauer von den gleichen Prozessen beschädigt werden, die ihre Funktionalität abschwächen, so dass sie ihre Leistungsfähigkeit verlieren. Zudem kann ein normalerweise nicht erlaubter, jedoch in der Praxis nicht immer vermeidbarer, plötzlicher oder unerwarteter Zusammenbruch von Wildbachsperrungen bachabwärts zu einer erhöhten Hochwassergefahr führen, da das Wasser bei solchen Ereignissen anschwellt (Flutwellencharakter) und große Geschiebemengen mit sich führt.

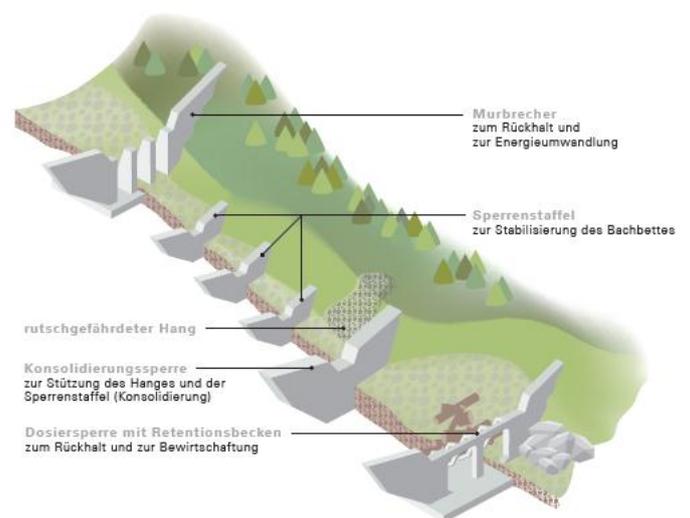


Abb. 8: Mehrere Bauwerke bilden eine „Funktionskette“, bei der die verschiedenen Wechselwirkungen berücksichtigt werden müssen (LfU).

Gemäß diesen Grundsätzen muss die Planung eines Schutzsystems auf den folgenden Grundsätzen basieren:

1. Technisch ausgereifte Vorabkontrolle der Funktionsfähigkeit;
2. Bautechnische Zuverlässigkeit des Systems, inklusive Berücksichtigung eventueller Überbelastungen, damit

plötzliche, unkontrollierte Zusammenbrüche des Bauwerks bzw. des Systems vermieden werden.

zu 1: Dazu muss sichergestellt werden, dass das geplante System auf gewünschte Art und Weise mit dem analytisch bestimmten Gefahrenprozessspektrum interagiert. Die Interaktion muss funktionieren, damit eine vollständige und wirtschaftliche Risikominderung sowie der vorab definierte ökologische und hydromorphologische Zustand erreicht werden.

Vom technischen Standpunkt aus gesehen erfordert die Verifizierung der Funktionsfähigkeit eines bestimmten Systems eine Ad-hoc-Definition des Verifizierungskonzepts, das zum Beispiel die Kalkulation von hydraulischen Leistungsindikatoren, die Beurteilung des ereignisbasierten und langfristigen Geschiebehaushalts sowie besondere Leistungsindikatoren für bestimmte funktionale Komponenten (zum Beispiel Dosierwirkung geöffneter Sperrungen) umfassen kann.

Zu 2: Die bautechnische Zuverlässigkeit ist nur gewährleistet, wenn berücksichtigt wird, dass dieses Konzept eng mit dem vorherigen verknüpft ist (aufgrund des bereits erwähnten dualen Charakters von Schutzsystemen). Zwei unterschiedliche Arten von Grenzzuständen werden hierbei berücksichtigt - der Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit. Wie in der Norm EN 1990 bestimmt, muss durch die Anwendung von Last- und Tragwerksmodellen verifiziert werden, dass bei der Anwendung von Bemessungswerten, Materialeigenschaften und geometrischen Daten keine Grenzzustände überschritten werden. Nachstehend werden (a) der Grenzzustand der Tragfähigkeit – **GZT** – und (b) der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – **GZG** – in ihren wesentlichen Eigenschaften kurz dargestellt.

(a) Grenzzustand der Tragfähigkeit - GZT:
Die Überschreitung dieser Grenzzustände können zu einem

Tragwerkseinsturz oder anderen Ausfällen des Tragwerks führen. Er bezieht sich auf die Sicherheit von Menschen bzw. die Sicherheit des Tragwerks. **In diesem Zusammenhang schreibt die EN 1990 die in dem Kasten unten aufgeführten Verifizierungen vor.**

(b) Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit - GZG: Die in diesem Fall zu beachtenden Bemessungssituationen sind **bautechnische Funktionen** des gesamten Tragwerks oder eines seiner Teile, der **Komfort der Menschen** und das **Aussehen** der Struktur. Diese Aspekte werden bei typischen Schutzsystemen in Bergbächen generell wenig beachtet. Um die Grenzzustände zu beurteilen, können folgende Kriterien angewandt werden: Belastungsgrenzen, Verformungen, Rissbreiten und Schwingungen.

Dem Leser wird aufgefallen sein, dass sich der Verifizierungsansatz in Bezug auf die Zuverlässigkeit auf einzelne Bauwerke bezieht und zudem in verschiedenen Richtlinien und Normen verankert ist. Die Verifizierung der Funktionsfähigkeit des gesamten Systems hingegen ist eher problemorientiert und sollte ergänzend zu einer rigorosen Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden. Daher hat, aus LZM-Perspektive betrachtet, die ordnungsgemäße Planung von exzellent funktionierenden Systemen allerhöchste Priorität.

Die Umsetzung eines soliden Verifizierungskonzepts ist zur Qualitätssicherung während des gesamten Lebenszyklus von entscheidender Bedeutung und hilft zudem dabei, Inspektions- und Instandhaltungsmaßnahmen eindeutig zu bestimmen, welche in Bezug auf Finanzen und Personal sehr ressourcenintensiv sein können.

- **ECU:** Verlust der Lagesicherheit des gesamten Tragwerks oder eines seiner Teile, die als Starrkörper betrachtet werden. In diesem Fall sind selbst kleine Schwankungen der Werte oder der räumlichen Anordnung der betrachteten Einwirkungen (zum Beispiel Eigengewicht des Tragwerkteils) von Bedeutung, während die Festigkeiten von Konstruktionsmaterialien oder vom Baugrund nicht maßgebend sind;
- **STR:** Versagen oder übermäßige Verformung des Tragwerks oder eines seiner Teile, einschließlich der Fundamentfüße. Hierbei ist die Tragfähigkeit und Festigkeit der Materialien maßgebend;⁶
- **GEO:** Versagen oder übermäßige Verformung des Baugrunds, wobei die Tragfähigkeit des Baugrunds (oder Fels) entscheidend ist;
- **FAT:** Versagen des Tragwerks aufgrund von Ermüdung.

4.2 Phasen des Lebenszyklusmanagement-Kreislaufs

Wie in Abbildung 7 gezeigt, besteht der System-Lebenszyklus aus verschiedenen Phasen.

Der gesamte Zyklus kann in eine Anschaffungsphase (Abbildung 5, Teil 1-4) und eine Betriebsphase (Nutzungsphase, Abbildung 5, Teil 5-7) aufgeteilt werden. Dadurch kann man unterscheiden zwischen

- a) notwendigen Maßnahmen zur Entwicklung des Systems und
- b) notwendigen Maßnahmen zur Erhaltung des Systems auf einem hohen Leistungsniveau bzw. Anpassung des Systems, wenn das Leistungsniveau nicht mehr ausreichend ist.

Die Anschaffungsphase beginnt, theoretisch betrachtet, mit der Bestimmung des Bedarfs (Systemanalyse) und erstreckt sich über die Entwurfs- und Vorplanung bis hin zur Detailplanung und zur Entwicklung (vgl. Teil 5 und 7). Die Nutzungsphase umfasst die Nutzung, die Neukonfiguration und den Auslauf des Produkts. Das Lebenszyklusmanagement befasst sich mit Konzepten des Produktlebenszyklus, die sich auf den Fertigungsprozess beschränken, mit Konzepten der Instandhaltung, der Stützlast sowie der Neukonfiguration, die in existierenden Gefahrenminderungsstrategien wenig beachtet wurden und daher ergänzt werden sollten. Mögliche Ausgangspunkte für den System-Lebenszyklus im Rahmen des integralen Risikomanagements sind:

4.2.1 Strukturierung des Planungsprozesses

In diesem Abschnitt möchten wir einen konzeptionellen Planungsansatz vorstellen, der Planungsproblemen im Rahmen des Systems Engineering vorbeugt. Er ist so flexibel, dass er sowohl für die Entwicklung komplett neuer als auch für die Unterhaltung und Sanierung bestehender Schutzsysteme angewendet werden kann. Der Grundgedanke hinter diesem Konzept ist ein Arbeitsablauf, der Akteure Schritt für Schritt bei ihren täglichen Planungsaktivitäten unterstützen soll:

1. Definition der **Systemgrenzen** des betreffenden Untersuchungsstandorts, mit dem Fokus auf den Umfang des betroffenen



Abb. 9: Der Betrieb kann ebenfalls einen hohen Aufwand bedeuten. So müssen Rückhaltebecken zum Beispiel regelmäßig ausgeräumt werden.

- (1) eine auf regionaler Ebene durchgeführte Analyse, die ermitteln soll, ob das Risikomanagement gegen Naturgefahren in hochgefährdeten Gebieten erweitert werden muss (zum Beispiel durch eine weitere Reduzierung der Schwachstellen oder durch ein höheres Schutzniveau);
- (2) eine von der zuständigen Verwaltungsbehörde durchgeführte Untersuchung, die ermitteln soll, ob die technische Funktionsfähigkeit des vorhandenen Schutzsystems beibehalten oder erweitert werden muss;
- (3) eine aktuelle Gefahrenkarte, die die Häufigkeit und das Ausmaß von spezifischen Gefahrenprozessen präzise darstellt und die mit einer Karte von gefährdeten Elementen verglichen wird, um gefährdete Gebiete besser identifizieren zu können;
- (4) Dokumentierte Nachuntersuchung von Ereignissen, die eine unverzichtbare Wissensbasis für alle Maßnahmen zur effektiven Risikominderung bildet.

Einzugsgebiets sowie auf alle relevanten Zuflüsse und Ablagerungsgebiete.

2. Definition der **Systemeigenschaften** hinsichtlich des Schutzsystems, der Naturgefahrenprozesse sowie des Schadenspotentials und der Anfälligkeit.

3. **Problemerkennung** und -beschreibung: Definition der Probleme (mit neuem und erweitertem Wissensstand), die mit Fokus auf die Risikominderung und die ökologische Funktionsfähigkeit gelöst werden müssen sowie eine eindeutige Auflistung der systemimmanenten Widersprüche.

4. **Formulierung des Idealen Endresultats (IER)**, das durch Beschreibung eines „Modells“, an das eine Annäherung stattfindet,

erreicht wird. Das IER soll als Spezifikation dienen, die den Planer während des gesamten Planungsprozesses unterstützt. Da das IER in einer frühen Planungsphase formuliert wird, ist es von entscheidender Bedeutung, sich auf die zuvor identifizierten systemimmanenten Widersprüche zu beziehen und ein kontinuierliches Zielsystem zu definieren. Anders ausgedrückt - die zu erreichenden Ziele müssen als Maximierungs- (Minimierungs-) Ziele formuliert werden. Ein ideales Schutzsystem sollte unter anderem folgende Eigenschaften aufweisen (vgl. zum Beispiel bewährtes Praxisbeispiel B5 und B7):

- lange **Haltbarkeit** (hohe Zuverlässigkeit), einfache und kostengünstige Instandhaltbarkeit;
- hohe **Funktionsfähigkeit** (Effizienz) mit nachhaltiger Schutzwirkung für kurze Wiederkehrperioden und ausreichender Schutzwirkung für Ereignisse mit langen Wiederkehrperioden;
- **geringe Unsicherheiten** in Bezug auf die Reaktion des Schutzsystems auf Extremereignisse, was eine einfache Integration und effektivere Umsetzung von Frühwarnsystemen etc. ermöglicht;
- eine **widerstandsfähige Reaktion** auf extreme Belastungen (jenseits des Bemessungsereignisses), was solide und flexible Systeme erfordert.

In besonderen Fällen wie zum Beispiel bei der Wildbachverbauung können weitere Anforderungen auftreten, wie z.B.:

- Hohe **Geschieberetentionskapazität**, bei gleichzeitiger fortlaufender Verminderung des Geschiebepotentials (Entleerung);
- **Ökologische Anforderungen**, nicht nur durch die Wasserrahmenrichtlinie. So verhindert zum Beispiel die ökologische Gestaltung von Querbauten Erosion, bewahrt die notwendigen Eigenschaften des natürlichen Wasserlaufs und ermöglicht zudem die Entwicklung von

aquatischen Ökosystemen (vgl. bewährtes Praxisbeispiel B9).

- **Soziale Funktion** von Gewässern als wichtiges Element der Landschaft, des Stadtbilds, der Gewinnung von Wasserkraft und als Erholungsgebiet, etc.

5. Analyse aller **möglichen physischen, räumlichen, zeitlichen und finanziellen Ressourcen** für eine optimale Anwendung des IER. In dieser Phase sollte der Planer über die Beurteilung möglicher Prozesse zur Gefahrenminderung hinausgehen. So sollten bei der Wildbachverbauung neben den traditionellen Konsolidierungs- und Rückhaltekonzepten auch die Möglichkeiten des dosierten Geschiebetransportes (Wildholz) oder der räumlichen und zeitlichen Verringerung der Spitzen-Abflussintensität (zum Beispiel die Umleitung übermäßiger Lasten in Bereiche, in denen geringere Schäden entstehen) erörtert werden. Aus Sicht des integralen Risikomanagements ist es von entscheidender Bedeutung, Objekte zu bestimmen, die im Falle eines Katastrophenszenarios „geopfert“ werden könnten (d.h. Opfer mit dem Ziel einer Schadensminimierung).

6. Erarbeitung von **Lösungskonzepten bzw. -varianten** basierend auf dem IER und in Übereinstimmung mit den in Tabelle 1 dargelegten Grundsätzen.

7. **Evaluation** der entwickelten Lösungsstrategien.

8. **Auswahl des optimalen Lösungskonzepts**, basierend auf Kriterien der Wirtschaftlichkeit, indem für jede vorgeschlagene Lösung die folgenden Fragen gestellt werden (vgl. zum Beispiel bewährtes Praxisbeispiel B6):

- Was hat sich verbessert?
- Was hat sich verschlechtert?
- Was wurde verändert?
- Was muss zur Erreichung des IER noch getan werden?

9. **Kommunikation des Restrisikos** an alle betroffenen Personen.

Ursprungsprinzipien	Abgeleitete Prinzipien
(i) Trennungsprinzipien	<p>a) Räumliche Trennung: Es wird allgemein angestrebt, Gebiete mit bestimmten Prozessintensitäten von gefährdeten Gebieten zu trennen, d.h. durch Akkumulation der Risikowerte. Konsequenz: Konzentration ungünstiger Auswirkungen in Gebieten mit geringer Vulnerabilität.</p> <p>b) Zeitliche Trennung: Es wird angestrebt, prozessseitig die maximale Abfluss- und Geschiebetransportintensität zeitlich zu entkoppeln und bewegliche Risikoobjekte im kritischen Zeitfenster während eines Extremereignisses aus den gefährdeten Bereichen zu entfernen (zum Beispiel Evakuierung gefährdeter Personen).</p> <p>c) Trennung durch Statusänderung: Es wird angestrebt, während kritischer Perioden und für die Dauer der Extremereignisse eine Neukonfiguration wichtiger Systemeinstellungen zu erreichen (zum Beispiel durch Vermeidung von Verklausungen unter Brücken).</p> <p>d) Trennung des Systems und seiner Elemente: Es wird angestrebt, Untersysteme mit geringerer Anfälligkeit zu entwickeln, ohne die restlichen Teile des Systems zu beeinträchtigen (zum Beispiel lokaler Tragwerksschutz für einzelne Bauwerke).</p>
(ii) Dynamisierungsprinzipien	<p>a) Dynamisierung des Geschiebetransportprozesses: Es wird allgemein angestrebt, den Geschiebetransportprozess zu kontrollieren (zum Beispiel durch ein dosierte Abgabe in offenen Wildbachsperrern) ebenso, wie den Wildholztransportprozess (zum Beispiel durch präventiven Rückhalt in Retentionsbauwerken).</p> <p>b) Dynamisierung des Ökosystems: Es wird allgemein angestrebt, die Funktionalität des Ökosystems zu optimieren.</p> <p>c) Dynamisierung der Gefahrenminderung – Modularisierung des Schutzsystems: Es wird allgemein angestrebt, ein flexibles und modulares Gefahrenminderungskonzept zu entwickeln, bei dem die gesamte Palette möglicher Alternativen berücksichtigt wird. Dieses Prinzip ermöglicht eine flexible Anpassung, wenn sich die Parameter in der Zukunft ändern sollten.</p>
(iii) Kombinationsprinzipien	<p>a) Kombination der Gefahrenminderung: Es wird allgemein angestrebt, die Auswirkungen von Gefahren und die Anfälligkeit effizient zu reduzieren und damit die Zuverlässigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Systems zu optimieren.</p> <p>b) Mehrzweck-Kombination: Es wird allgemein angestrebt, Teile des Gefahrenminderungskonzepts im Hinblick auf eine alternative Nutzung zu entwickeln (zum Beispiel durch Modellierung der Landschaft, um eine Strömungsumlenkung zu erreichen, ohne die landwirtschaftliche Nutzung des Gebiets zu beeinträchtigen).</p>
(iv) Redundanzprinzipien	<p>Redundanzen bei der Eingriffsplanung: Insbesondere im Katastrophenfall sollten bestimmte Elemente des Gefahrenminderungskonzepts redundant sein, um Systemausfällen vorzubeugen.</p>

Tab. 1: Prinzipien der Planung effektiver Hochwasserrisikominderungsstrategien.

4.2.2 Ausführungsphase

Die Ausführungsplanung ist die Schnittstelle zwischen der Planungs- und der Umsetzungsphase im Rahmen des Lebenszyklusmanagement-Kreislaufs. In dieser Phase werden die genehmigten Entwurfspläne weiter ausgearbeitet und Detailfragen geklärt. Selbst in diesem Planungsschritt kann unter Umständen noch entscheidend auf die Nutzungsphase Einfluss genommen werden. Die resultierenden Ausführungspläne enthalten alle Angaben zur

Umsetzung des Bauwerks und sind die Basis für die Realisierung.

Um die Bauleistung an eine geeignete Firma vergeben zu können, sind eine detaillierte Leistungsbeschreibung sowie ein Leistungsverzeichnis auf Grundlage der Ausführungsplanung zu erstellen. Darin werden alle erforderlichen Arbeiten und Materialien beschrieben. Für viele Positionen des Leistungsverzeichnisses sind Mustertexte verfügbar, die entsprechend zusammengesetzt werden können. Die Ausschreibung hat das

Ziel, eine wirtschaftliche Ausführung zu gewährleisten. Die angebotenen Preise sind die Grundlage für die spätere Abrechnung der Bauleistung.

Im Rahmen der Ausschreibung kann es zweckmäßig sein, Nebenangebote der Bieter zuzulassen. Dies ermöglicht, dass alternative Verfahren, Bauweisen oder Baustoffe angeboten werden. Bei der Wertung von innovativen oder technisch weiter entwickelte Lösungen sollte auch der weitere Lebenszyklus des Bauwerks betrachtet werden: So können alternative Lösungen auch in Hinblick auf die spätere Überwachung und Unterhaltung Vor- oder auch Nachteile bringen oder Einfluss auf spätere Anpassungen oder Veränderungen des Bauwerks haben.

Nach der Vergabe sollten die ursprünglich angesetzten Kosten mit den angebotenen Preisen verglichen werden. Zum einen muss kontrolliert werden, ob der zur Verfügung stehende Finanzrahmen eingehalten wird. Zum anderen können die Richtwerte für zukünftige Kalkulationen plausibilisiert und ggf. angepasst werden.

Mit dem symbolischen Spatenstich beginnt die (Bau-)Ausführung. Diese stellt einen wichtigen Schritt im Lebenszyklus eines Bauwerks dar. Damit das Bauwerk seine Funktion über den geplanten Zeitraum erfüllen kann, ist auf eine korrekte Umsetzung der Ausführungsplanung in die Realität zu achten. Die vorgegebenen Materialien und Qualitätsstandards sind zwingend einzuhalten. Von Baustoffen wie Beton können vor Ort Proben genommen werden und im Labor zum Beispiel auf ihre Festigkeit geprüft werden.

Eine fehlerhafte oder unsaubere Ausführung kann die zukünftige Abnutzung eines Bauwerks beschleunigen oder Mängel

verursachen. Diese werden nicht immer sofort sichtbar, sondern können im ungünstigen Fall auch erst nach Ablauf der Gewährleistungsfrist Probleme bereiten. Fehler bei der Ausführung lassen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten früher notwendig werden und führen zu erhöhten Instandhaltungskosten. Im Extremfall kann das Bauwerk im Bemessungsfall auch komplett versagen.

Zudem ist im Rahmen der Ausführung zu prüfen, ob die der Planung zu Grunde liegenden Randbedingungen, wie zum Beispiel die Baugrundverhältnisse, auch zutreffen. Wenn die für die Bemessung angesetzten Parameter nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmen, kann dies zu Problemen bei der Standsicherheit des Bauwerks führen.

Daher ist es wichtig, den Baufortschritt zu leiten und zu überwachen. Regelmäßige Baustellenbesprechungen vom Bauherr bzw. dessen Vertreter mit der ausführenden Firma steigern die Qualität und Effektivität der Ausführung sowie des Ergebnisses.

Erforderliche Abweichungen von den Ausführungsplänen, die sich während der Umsetzung ergeben können, sind zu dokumentieren und in den Bestandsplänen festzuhalten. Die Bestandspläne sind eine wichtige Basis für spätere Anpassungen oder Veränderungen am Bauwerk. Aber auch für die Beurteilung von Bauwerken im Rahmen der Inspektion können Bestandsunterlagen hilfreich sein. Liegen keine Bestandspläne vor, kann man nur auf die Ausführungspläne zurückgreifen. Ob diese auch 1:1 umgesetzt wurden, bleibt für die nicht sichtbaren Bauwerksteile allerdings offen.

Anhand der tatsächlich erbrachten Leistungen erfolgt die Abrechnung. Positionen, die in der Ausschreibung vergessen oder erst im Laufe der Ausführung erforderlich wurden, führen zu



Abb. 10: Bauausführung der Murfangsperrung im Zillenbach, Gemeinde Hindelang, Oberallgäu (Foto: WWA Kempten).

Nachträgen. In diesen Fällen ist stets der geplante und genehmigte Finanzierungsrahmen im Auge zu behalten. Mit der Bauabnahme endet die Ausführungsphase. Das Bauwerk wird seiner

angedachten Nutzung übergeben und in Betrieb genommen. Im Rahmen der Bauabnahme sollten alle eventuellen Mängel festgehalten und deren Beseitigung geregelt werden.

4.2.3 Betrieb und Instandhaltung

Betrieb

In einigen Fällen erfordert der Betrieb von Schutzanlagen einen hohen, kontinuierlichen Aufwand. Der Betrieb ändert nicht den Zustand des Bauwerks oder der der Anlage, sondern umfasst nur den Aufwand während der normalen Arbeitszeit bzw. die Festkosten. Dieser Aufwand kann enorm ansteigen, was bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden sollte. Beispiele für Betriebskosten sind: Stromkosten für Messgeräte, Lampen oder Pumpen; Personalkosten für den Betrieb, inklusive Bereitschaftsdienst; regelmäßige Ausräumarbeiten und (Selbst-)Überwachung.

Überwachungskonzept

Eine wichtige Aufgabe zur Gewährleistung eines angemessenen Sicherheitsniveaus ist eine regelmäßige Überwachung des Zustands und der Effektivität. Diese Aufgabe ist hauptsächlich die Pflicht des Besitzers eines Schutzbauwerks (zum Beispiel Staat, Kommune, Nutznießer, Wassergenossenschaft, oder Besitzer des geschützten Verkehrsweges (zum Beispiel Eisenbahngesellschaft) - siehe auch bewährte Praxisbeispiele B1, B3 und B11). Das Überwachungskonzept kann in zwei Teile aufgeteilt werden: die Inspektion und die Messung bzw. der Eingriff (Abbildung 12).



Abb. 11: Die Überwachung ist notwendig, um den Instandhaltungsbedarf zu ermitteln und damit die kontinuierliche Funktionsfähigkeit zu gewährleisten.

Bei der Inspektion geht es hauptsächlich darum, den Zustand umfassend zu beurteilen. Dies wird durch den Vergleich des Ist-Zustands mit dem Referenzzustand erreicht. Ziel der Inspektion ist die Einteilung des Bauwerks in unterschiedliche Zustandsniveaus, zum Beispiel von „neu“ oder „so gut wie neu“, bis hin zu „vollkommen zerstört“. Für die Klassifizierung des Ist-Zustands müssen zukünftige Entwicklungen des Zustands und die zeitliche Planung von Maßnahmen in Betracht gezogen werden.

Die Inspektionskonzepte sollten zudem die Wichtigkeit der verschiedenen Bauwerke berücksichtigen. Sperren, die das Schlüsselbauwerk eines Schutzsystems darstellen, müssen häufiger inspiziert und vorrangig instand gehalten werden. Ein Schlüsselbauwerk zeichnet sich dadurch aus, dass es im Fall seines Versagens zu massiven Schäden im geschützten Gebiet kommen kann.

Die Organisation der Inspektion wird in den verschiedenen Staaten der Alpenregion unterschiedlich geregelt. Es sollte jedoch in jedem Fall darauf geachtet werden, dass die Inspektion von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt und das Inspektionsergebnis ordnungsgemäß dokumentiert wird. In Italien, Österreich und Deutschland werden die Ergebnisse zum Beispiel zur weiteren Verwendung in Datenbanken gespeichert (siehe Anlage A - Bauwerksdatenbank).

Es ist wichtig, nicht nur die Bauwerke, sondern auch den Wasserlauf, die Ufer und das umliegende Land zu überwachen (und instand zu halten). Da diese Elemente wichtige Funktionen des Systems erfüllen, kann es zum Beispiel notwendig sein, Ablagerungen, übermäßige Ufervegetation oder Wildholz zu entfernen. Die Wechselwirkung zwischen Wasserlauf, Ufern, Hängen und Bauwerken muss ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Jedes Überwachungskonzept muss flexibel auf Veränderungen reagieren können. Insbesondere nach Ereignissen ist eine

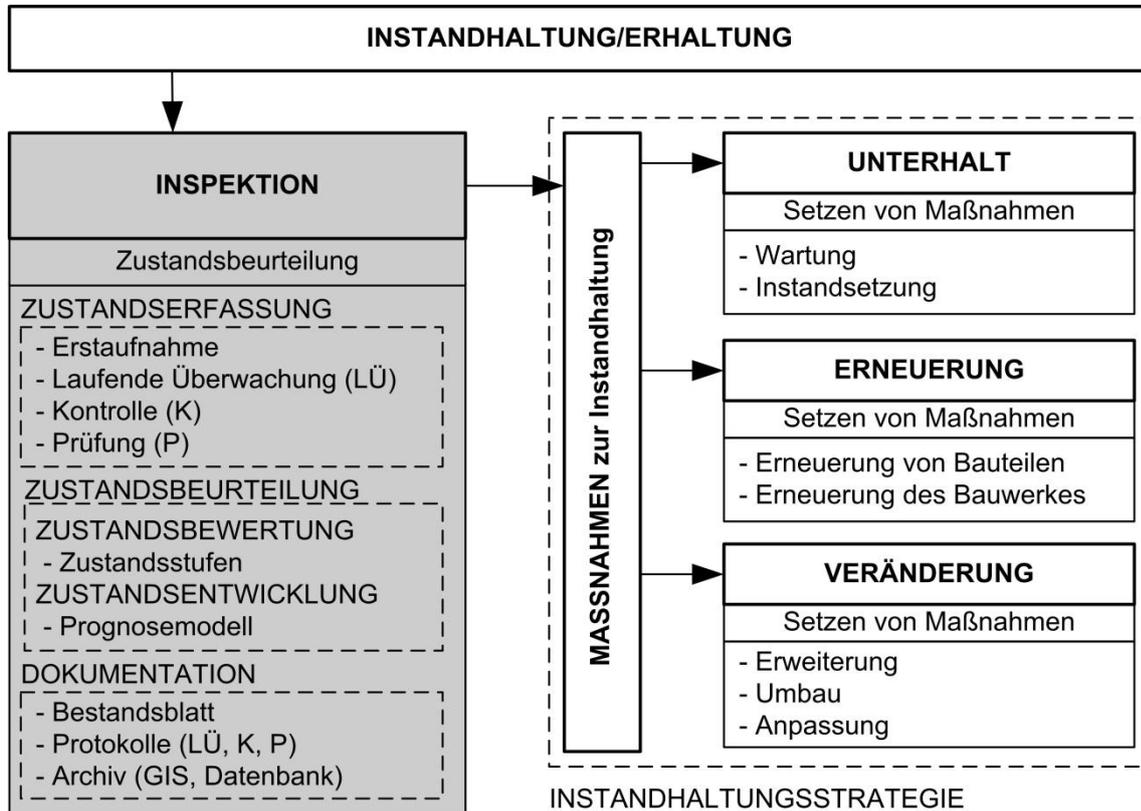


Abb. 12: Konfiguration des Instandhaltungskonzepts für Schutzmaßnahmen.

gesonderte Überwachung von entscheidender Bedeutung, um die Funktionsfähigkeit des Systems zu prüfen und erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen einzuleiten. Um die Überwachung und Instandhaltung zu ermöglichen, ist ein dauerhafter Zugang zur Anlage während der gesamten Lebensdauer notwendig.

Instrumente zur Inspektion, Dokumentation und Beurteilung

Um den Ist-Zustand bestimmen und eine einheitliche Beurteilung durchführen zu können, sind standardisierte Instrumente erforderlich (siehe insbesondere bewährtes Praxisbeispiel B1). Diese Instrumente können in operative Instrumente, Dokumentations- und Beurteilungsinstrumente aufgeteilt werden. Eine kontinuierliche und vergleichbare Beschreibung der Bauwerksschäden wird durch ausgereifte Kontrollprotokolle erreicht. So wurde zum Beispiel in Österreich ein Schadenskatalog für Wildbachschutzmaßnahmen entwickelt. Dieser Katalog basiert auf den Erfahrungen von Experten und dem theoretischen Hintergrundwissen von Forschern. Er enthält eine Klassifizierung der Schäden sowie

detaillierte Beschreibungen verschiedener Schadenstypen. Das Klassifizierungsschema teilt die Schadenstypen gemäß dem Grenzzustand der Tragfähigkeit, dem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und dem Grenzzustand der Dauerhaftigkeit (gemäß EN 1990) auf. Weiterhin werden bei der Klassifizierung der Bauwerkstyp und das Baumaterial berücksichtigt. Eine kontinuierliche und vergleichbare Beschreibung der Bauwerksschäden kann einerseits durch ausgereifte Instrumente, die effektive Entscheidungen bezüglich der Art und des Zeitpunkts der Maßnahmen ermöglichen, und andererseits durch Kontrollformblätter erreicht werden, die den Prüfer unterstützen.

Die gesammelten Daten werden für die Instandhaltungsplanung sowie für weitere Inspektionsplanungen genutzt, um ein präzises und effizientes Instandhaltungsmanagement zu realisieren. Nur so können effektive Entscheidungen bezüglich der Art und des Zeitpunkts der Maßnahmen getroffen werden. Um weitere Entwicklungen auf Grundlage verschiedener Instandhaltungsszenarien zu simulieren und die Lebenszykluskosten zu optimieren, können auch Datenbanken angelegt werden.

Beispiel für operative Inspektionsinstrumente (Österreich)

Drei verschiedene Inspektionsstufen beachten die ökonomischen Grenzen. In Stufe 1 werden alle Bauwerke periodisch inspiziert, zum Beispiel durch Waldarbeiter im Rahmen der jährlichen Wildbachbegehung (zum Beispiel Aufgabe der Gemeinde gemäß Forstgesetz). Wenn Schäden an einem Bauwerk festgestellt werden, führt ein kompetenter Experte eine Inspektion der Stufe 2 aus. Wenn der Ist-Zustand des Bauwerks nicht beurteilt werden kann, wird eine Inspektion der Stufe 3 durchgeführt.

Stufe 1 und 2 werden mit visuellen Inspektionsmethoden durchgeführt. Stufe 3 hingegen erfordert komplexe ingenieurtechnische Methoden, zum Beispiel Materialprobenanalysen, Messsysteme sowie statische und hydraulische Simulationen. Im Idealfall wird Stufe 3 von einem disziplinübergreifenden Expertenteam durchgeführt. Die operativen Instrumente müssen gemäß RVS 13.03 Richtlinie zugelassen sein.

Instandhaltung

Die regelmäßige Instandhaltung der Schutzsysteme und -bauwerke ist ein wichtiger Bestandteil des integralen Naturgefahrenmanagements. Sie stellt die Schutzfunktion sicher, verbessert die Betriebssicherheit und sorgt für einen dauerhaft guten Zustand der Bauwerke. Bei Instandhaltungsmaßnahmen sind in der Regel keine wasser- oder baurechtlichen Genehmigungen mehr erforderlich, da die Schutzfunktion bzw. das Schutzsystem nicht verändert wird. Die Hauptelemente der Instandhaltung sind: Wiederherstellung, Reparaturen, (kleine) Sanierungen.

Die Lebensdauer eines Bauwerks ist abhängig von der Instandhaltungsstrategie, insbesondere der Auslöseschwelle bzw. der Häufigkeit der Instandhaltungsmaßnahmen. Regelmäßige Prüfungen und korrektive Instandhaltungsmaßnahmen verlängern die Lebensdauer. Je näher das Bauwerk auf einen kritischen Zustand zugeht (Abbildung 3), desto dringender müssen Maßnahmen ergriffen werden.

Die Instandhaltung sollte mehrere Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel ökologische Fragen berücksichtigen. So sollten zum Beispiel während der Laichzeit von Fischen größere Eingriffe in den Wasserlauf vermieden werden.

Umbau oder Systemwechsel?

Jedes Bauwerk erreicht irgendwann das Ende seiner Lebensdauer. In diesem Fall sind mehrere Optionen möglich:

- Umbau des Bauwerks oder seiner Komponenten
- Anpassung, Änderung oder Vergrößerung des Bauwerks aufgrund von neuen Randbedingungen (vgl. zum Beispiel bewährtes Praxisbeispiel B10)
- Kontrollierter Verfall, weil das Bauwerk nicht mehr benötigt wird
- Komplette Entfernung des Bauwerks, da es das System inzwischen negativ beeinträchtigt.
- Änderung des gesamten Systems (zum Beispiel ein neues, großes Bauwerk ersetzt mehrere alte)

Zur Beurteilung weiterer Maßnahmen muss das Gesamtsystem (Einzugsgebiet) anhand eines integralen Ansatzes betrachtet werden (vgl. zum Beispiel bewährtes Praxisbeispiel B2). Nur so kann die beste Strategie für ein Schutzsystem ermittelt werden, das aus mehreren Einzelbauwerken besteht, zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen Randbedingungen errichtet wurde. Beispiele für diesen Ansatz werden in den bewährten Praxisbeispielen Habichtgraben (B4, Deutschland), Gatria (B8, Italien) oder dem Management von alten Lawinverbauungen (B12, B13 Schweiz) aufgezeigt.

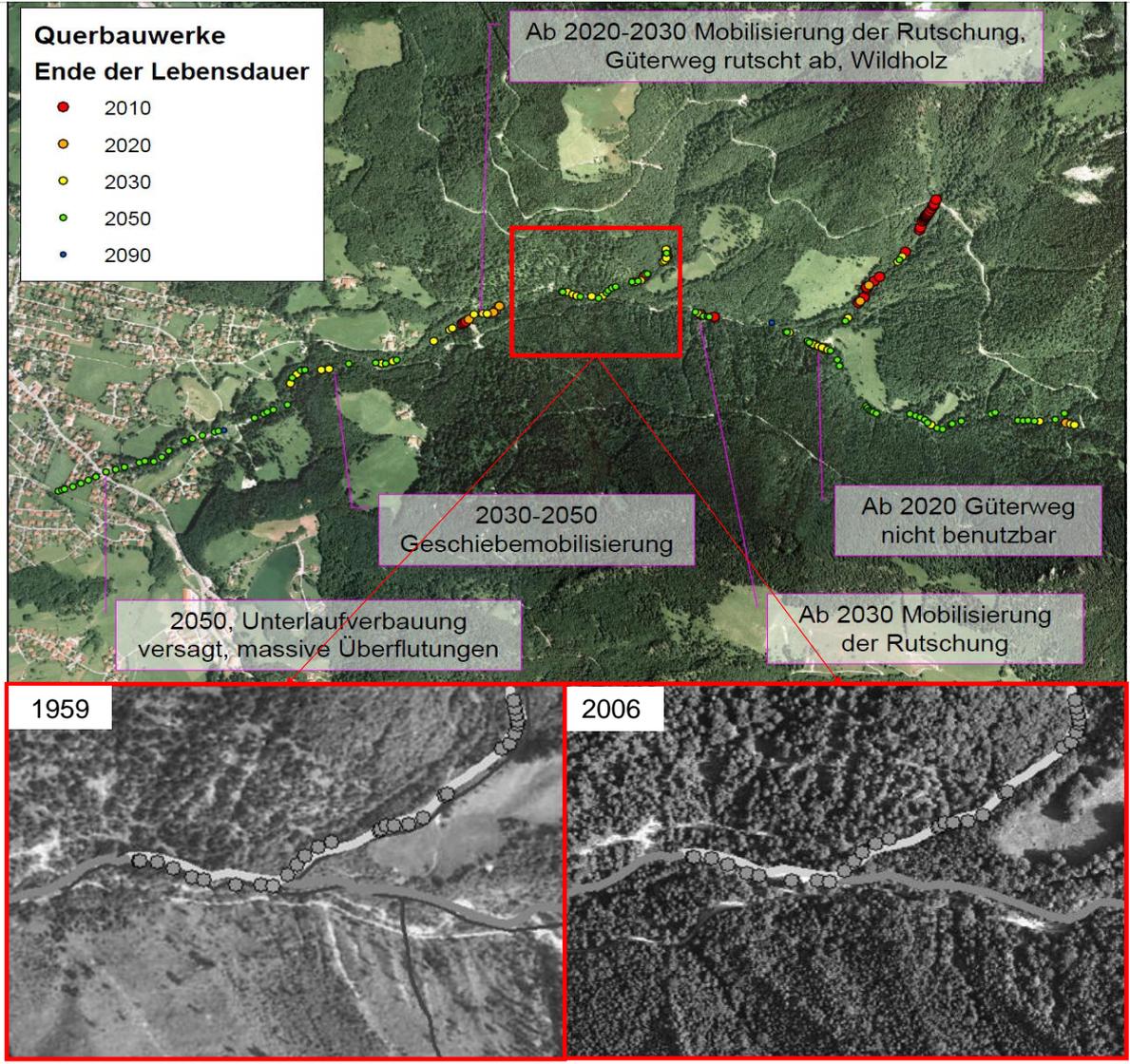


Abb. 13: Beurteilung der Konsequenzen nach Ende der Lebensdauer (Rimböck, A.; Asenkerschbaumer, M. (2012)).

5. Konsequenzen und Empfehlungen

UNSERE KONSEQUENZEN UND EMPFEHLUNGEN MÖCHTEN WIR HIER UNTERGLIEDERN NACH DEN IN KAPITEL 2 DARGESTELLTEN WIRKUNGSBEREICHEN VON SCHUTZSYSTEMEN.

5.1 Allgemeine Empfehlungen

Einführung des Systems Engineering im Naturgefahrenmanagement: Das Systems Engineering bietet zahlreiche wertvolle Ansätze, die ein optimiertes, nachhaltiges und integrales Naturgefahrenmanagement ermöglichen.

Innovative Schutzsysteme, die auf dem Wiege-zur-Wiege (früher: Wiege-zur-Bahre)-Konzept basieren (Lebenszyklusmanagement): Mit diesem Ansatz ist es möglich, die Intelligenz natürlicher Systeme auszunutzen, um die Umwelt zu schützen und umweltfreundliche Arbeitsplätze zu ermöglichen. Es ist daher sinnvoll und notwendig, das ehemalige „Wiege-zur-Bahre“-Konzept eher als „Wiege-zur-Wiege“-Konzept zu verstehen, da auf diese Weise der gesamte Zyklus betrachtet und der Verbrauch von natürlichen Ressourcen optimiert wird.

Homogenisierung der Zahlen in Bezug auf Grundkapital / Wiederbeschaffungswert: Wie wir bereits festgestellt haben, sind die Daten in den verschiedenen Staaten bezüglich der Anzahl und des Werts der Schutzbauwerke nicht einheitlich erfasst. Um die Zahlen für diese wichtige „Sicherheitsinfrastruktur“ besser vergleichen zu können, sollten die Wertermittlung standardisiert und die Datenbanken homogenisiert werden.

Ökosystemdienstleistungen berücksichtigen: Indem man Ökosystemdienstleistungen bei Schutzsystemen berücksichtigt, erweitert und integriert, werden Investitionen nachhaltiger. So können die Lebensdauer verlängert und die Instandhaltungskosten reduziert werden. In manchen Fällen ist es sogar möglich, die Schutzfunktion von Bauwerken komplett auf Ökosystemdienstleistungen zu übertragen.

5.2 Bauwerksebene

Beobachtungs- und Dokumentationssystem für Schutzanlagen: Für jedes einzelne Schutzelement eines Systems sollte ein flächendeckendes und gut

angepasstes System zur Inspektion und Dokumentation aller Maßnahmen eingeführt werden. So wird ein optimaler Überblick über das System sichergestellt, was eine Optimierung des Managements, des Betriebs und der Instandhaltung ermöglicht.

Anwendung der Lebenszyklus-Kostenkalkulation: Während der Vorbereitung und Vorplanung müssen die Aspekte Funktionsfähigkeit, Stabilität, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit flexibel beurteilt werden. Wendet man die Lebenszyklus-Kostenkalkulation frühzeitig an, wird die Suche nach optimierten Lösungen erleichtert.

5.3 Einzugsgebietsebene

Analyse der Entwicklungen im Einzugsgebiet: Nur eine sorgfältige Betrachtung aller Aspekte im gesamten Einzugsgebiet bildet eine zuverlässige Grundlage für alle Planungsphasen. Auf dieser Basis können spezifische Szenarien abgeleitet werden, die im Planungsprozess berücksichtigt werden können. Mit diesem Ansatz und einer regelmäßigen Überprüfung sollte es möglich sein, auf zukünftige Entwicklungen / Veränderungen flexibel reagieren und widerstandsfähige Schutzsysteme errichten zu können.

Integraler Ansatz zur Gewährleistung nachhaltiger und flexibler Schutzsysteme: Nur ein integrales Risikomanagement, das alle Schutzelemente berücksichtigt - wie zum Beispiel Schutzwälder, Baumaßnahmen, Planungsmaßnahmen - und an dem alle betroffenen Personen beteiligt werden, kann zu nachhaltigen Ergebnissen führen und flexible Lösungen hervorbringen.

5.4 Wirkungsbereichsebene

Berücksichtigung von Schutzsystemen bei der Raumplanung: Nur wenn die Risikobeurteilung von Schutzsystemen systematisch und mit all ihren Konsequenzen und Beschränkungen bei der Raumplanung berücksichtigt wird, können funktionsfähige und zuverlässige Lösungen erzielt werden.

Ausgewogenes Verhältnis von Risiken, Chancen und Kosten: Die Realisierung von Schutzsystemen bedeutet einen großen Aufwand. Nicht nur die Kosten, sondern auch die Chancen und Restrisiken müssen zwischen den betroffenen Personen geteilt

werden, um eine bestmögliche Identifikation, Akzeptanz und Funktionsfähigkeit zu erreichen.

5.5 Nationale Ebene

Zuverlässige und kontinuierliche Finanzplanung: Nur wenn Gelder kontinuierlich verfügbar sind und der genehmigte Betrag auf einer Zustandsanalyse der vorhandenen Bauwerke sowie der Beurteilung des zukünftigen Bedarfs basiert (zum Beispiel anhand einer Datenbank, durch Kalkulation des Grundkapitals oder mit anderen Mitteln), kann ein geeignetes Instandhaltungsniveau garantiert werden. Dies ist für die uneingeschränkte Funktionsfähigkeit von Schutzsystemen und für die Zuverlässigkeit des Sicherheitsniveaus unerlässlich.

Gesetzliche und technische Mindeststandards: Um eine vergleichbar hohe Qualität und eine zuverlässige Schutzwirkung zu erreichen, sollten Mindeststandards in Betracht gezogen und umgesetzt werden. Dies ist insbesondere wichtig, wenn verschiedene Interessensvertreter bei der Ausarbeitung geeigneter Schutzsysteme zusammenarbeiten. Weiterhin sind Standards ein geeignetes Mittel, um

Erfahrungen auszutauschen und das Qualitätsmanagement zu erleichtern.

5.6 Ebene der Alpenkonvention (Europäische Ebene)

Berücksichtigung von Schutzinfrastruktur-Aspekten in Finanzierungsprogrammen: Viele Planungsrichtlinien, Schutzsysteme und andere Elemente des Risikomanagements werden von nationalen oder europäischen Fonds unterstützt. Wenn die Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit und langfristige Instandhaltung der Schutzinfrastrukturen optimiert wird, wird auch die Nutzung dieser Finanzinstrumente optimiert.

Grenzübergreifender Ansatz in der Alpenregion: Naturgefahren kennen keine Grenzen. Daher ist es sinnvoll, einen grenzübergreifenden Ansatz zu verfolgen. Zudem bestehen Ober- / Unterlieger-Konflikte, die eine hohe Solidarität zwischen den Staaten erfordern. Ein intensiver Austausch von Erfahrungen und Informationen ist daher erforderlich, um im Rahmen des *Systems Engineering* einen vergleichbaren Zustand der Schutzsysteme in den verschiedenen Staaten zu erreichen.

Ziel: optimiertes, angemessenes und anpassungsfähiges Schutzsystem

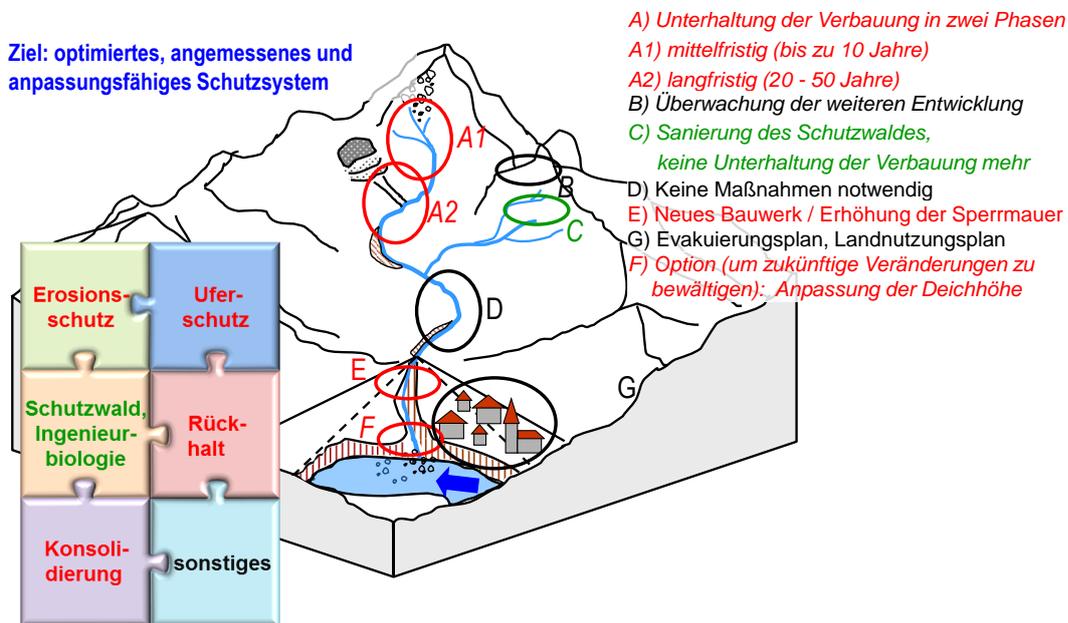


Abb. 14: Vision eines Instandhaltungs- und Änderungsmanagements in einem Wildbacheinzugsgebiet (Rimböck et al. (2012)).

Literatur

Verwendete Literatur:

Amberger, C; Walter, G; Jenner, A; Mehlhorn, S; Suda, J (2014): Schutzbauwerke der Wildbach- und Lawinerverbauung - Ersterfassung und Zustandsbewertung, Stand der Arbeiten, Überblick praktische Erfahrungen in der Sektion Tirol, Ausblick. Wildbach- und Lawinerverbau, 78. Jg., H. 173, 248-255; ISSN 978-3-9503089-7-6

Bergmeister K., Suda J., Hübl J., Rudolf-Miklau, F. (2009): Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren, Ernst und Sohn, Berlin.

Blanchard B., Fabrycky W. (2006): Systems engineering and analysis: Bringing systems into being. Prentice Hall, New Jersey

ClimChAlp (2008): Common strategic paper; published 2008;
<http://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegung/en/projekte/climchalp/doc/broschuere.pdf>

Gulvanessian, H., Calgaro, J.-A., Holický, M. (2004): Designers' guide to EN 1990, Eurocode: Basis of structural design, Thomas Telford Ltd, London.

Mazzorana B., Fuchs S. (2010): A conceptual planning tool for hazard and risk management. Internationales Symposium Interpraevent, Taipei.

Mazzorana, B., Trenkwalder-Platzer, H.; Fuchs, S. & J. Hübl (2014): The susceptibility of consolidation check dams as a key factor for maintenance planning. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft.

Rimböck, A.; Asenkerschbaumer, M. (2012): integral torrent development concepts – reconstruction under consideration of future developments; 2nd IAHR Europe Congress, Munich, 27-29 June 2012, proceedings

Rimböck, A.; Eichenseer, E.; Loipersberger, A. (2012): Integrale Wildbachentwicklungskonzepte – ein neuer Ansatz, um Erhalt und Zukunftsanforderungen in Einklang zu bringen? International Symposium INTERPRAEVENT 2012 Grenoble / France; proceedings volume 2, pages 1055-1065

Suda J., Jenni M., Rudolf-Miklau F. (2008): Inspektion und Überwachung von Schutzanlagen der Wildbachverbauung in Österreich. In: Proc. of the Interpraevent Conference, Dornbirn, Austria, 2008, pp. 525-536.

Suda J., Sicher P., Lamprecht D., Bergmeister K. (2007): Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung - Teil 1 - Schädigungsmechanismen, Bauwerkserhaltung. Schriftenreihe des Departments für Bautechnik und Naturgefahren Vol. 14, Vienna.

Suda J., Sicher P., Lamprecht D., Bergmeister K. (2007): Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung - Teil 2 - Schadensdokumentation, Schadenstypenkatalog.

Schriftenreihe des Departments für Bautechnik und Naturgefahren Vol. 15, Vienna

Suda J., Strauss, A., Rudolf-Miklau, F., Jenni, M, Perz, T. (2007): Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung von Schutzbauwerken: Normierung in der ONR 24803. Wildbach- und Lawinerverbau, Vol. 155, pp. 120-136.

Suda J., Strauss A., Rudolf-Miklau F., Hübl J. (2009): Safety Assessment of Barrier Structures. Structure & infrastructure engineering, Vol. 5/2009, pp. 311-324.

Jürgen Suda, 2013: Erhaltungskonzept (Laufende Überwachung, Kontrolle und Prüfung) für Schutzbauwerke der Wildbachverbauung Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren (Maintenance Strategies for Protection Works) Publikationen der Universität für Bodenkultur Wien ISBN 978-3-900782-71-9 Verlag Guthmann-Peterson

Zobel D., Hartmann R. (2009): Erfindungsmuster: TRIZ: Prinzipien, Analogien, Ordnungskriterien, Beispiele. Expert Verlag.

Weiterführende Literatur:

Spackova, O.; Straub, D.; Rimböck, A. (2013): How to select optimal mitigation strategies for natural hazards?; Proc. ICOSSAR: 11th International Conference on Structural Safety & Reliability; Columbia University New York; June 16-20, 2013

Rimböck, A.; Loipersberger, A. (2013): Integral risk management: steps on the way from theory to practice, Natural Hazards, Volume 67, Issue 3, July 2013; Springer Verlag; DOI 10.1007/s11069-011-9928-z

Höhne, R.; Rimböck, A. (2013): Eigenüberwachung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung in Bayern, Zeitschrift des Vereins der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinerverbauung Österreichs, 77. Jahrgang Jänner 2013 Heft 170

Horvat, Aleš, Papež, J. (2008): Maintenance of torrent control structures in Slovenia. V: MIKOŠ, Matjaž (ur.), HUEBL, Johannes (ur.). 11th congress INTERPRAEVENT 2008, 26 -30 May 2008, Dornbirn Vorarlberg Austria. Klagenfurt: INTERPRAEVENT, str. 180-181, ilustr.

Kryžanowski, A., Širca, A., Ravnikar Turk, M., Humar, N., (2013): The VODPREG project: Creation of dam database, identification of risks and preparation of guidelines for civil protection, warning and rescue actions. Proc. of the 9th ICOLD European Club Symposium, Venice, Italy: 8 pages.

Papež, J., (2011): Silent witnesses in hazard assessment of erosion and torrential processes: M.

Sc. thesis. Ljubljana: [J. Papež], 180 str.; 42 str. pril., ilustr.

Papež, J., et al (2010): The strategy of protection against erosion and torrents in Slovenia. V: ZORN, Matija (ur.), Od razumevanja do upravljanja, (Naravne nesreče, knj. 1). Ljubljana: Založba ZRC, str. 113-124.

Hitsch, R., Weinmeister H. W, (1992). Energiefluss bei der Durchführung verschiedener Bauweisen der

Wildbachverbauung. INTERPRAEVENT 1992-BERN, Tagungspublikation, Band 4, p. 279-290.

BAFU (2009): Wiederbeschaffungswert der Umweltinfrastruktur - umfassender Überblick für die Schweiz; Bundesamt für Umwelt Reihe Umwelt Wissen UW-0920-D, Eigenverlag, 2009; <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01058/index.html?lang=de> (download am 24.10.2014)

ANHÄNGE

ANHANG A - Staatenbezogene Fakten und Zahlen zum *Systems Engineering* beim Naturgefahrenmanagement

ANHANG B - Bewährte Beispiele aus der Praxis der Mitgliedstaaten

ANHANG C - Bewährte Beispiele aus der Praxis der Mitgliedstaaten zu bautechnischen Details, die die Lebensdauer / Funktionsfähigkeit einer vorhandenen Schutzinfrastruktur verlängern bzw. unterstützen.

ANHANG A - Staatenbezogene Fakten und Zahlen zum Systems Engineering beim Naturgefahrenmanagement

Wildbäche

Instandhaltungspflichten

- a) Überwachung und Inspektion
- b) Wartung und korrektive Instandhaltung
- c) Umbau und Änderung

Land (alphabetische Reihenfolge)	Verantwortliche	Geldgeber	Betreiber	Rechtsgrundlage	Kosten (€/a) inkl. Beschreibung der Kosten
Österreich	a) Allgemein: Bundeswasserbauverwaltung , Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung für spezifische Schutzarbeiten: Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	a) Besitzer (Betreiber) oder Nutznießer des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft	a) Besitzer (Betreiber) oder Nutznießer des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft oder beauftragter Bauingenieur	Wassergesetz Forstgesetz Wasserbauten-förderungsgesetz	Bis zu 15% der jährlichen Investitionskosten: ca. 20 Millionen Euro
	b) Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	b) Nutznießer für wiederkehrende Maßnahmen, außerordentliche Instandhaltung: Öffentliche Mittel, aufgeteilt auf Staat, Bundesland und Nutznießer (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	b) Besitzer (Betreiber) des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft; Außerordentliche Instandhaltungsmaßnahmen durch die Österreichische Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung		
	b) Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	c) öffentliche Mittel, aufgeteilt auf Staat, Bundesland und Nutznießer (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	c) durch die Österreichische Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung oder Bundeswasserbauverwaltung in den Ländern		
Deutschland (Bayern)	a) Staat (Wasserwirtschaftsämter)	a) Staat	a) Staat (Wasserwirtschaftsämter)	Bayerisches Wassergesetz	Ca. 12 Millionen Euro
	b) Staat (Wasserwirtschaftsämter)	b) Staat	b) Staat (Wasserwirtschaftsämter)		
	c) Staat	c) Staat	c) Staat (Wasserwirtschaftsämter)		

	(Wasserwirtschaftsämtler)				
Italien	a, b, c) Lokale Behörden (Provinzen, Regionen, Gemeinden) für öffentliche Sicherheit und öffentliche Infrastrukturen, für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, private Firmen)	a, b, c) Lokale Behörden (Provinzen, Regionen, Gemeinden) für öffentliche Sicherheit und öffentliche Infrastrukturen, für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, private Firmen)	a) Besitzer oder zuständige Behörden b, c) Private Firmen, staatliche Firmen	Nationales Bodenschutzgesetz (183/89) Regionale Bodenschutzgesetze	
Liechtenstein	a) Gemeinden / Zivilschutzbehörde	a) Staat	a) Gemeinden / Zivilschutzbehörde	Wasserwirtschaftsgesetze (Gesetz für Rüfeschtbauten, Rheingesetz)	3,4 Millionen Euro (inkl. Neuinvestitionen)
	b) Zivilschutzbehörde	b) Staat	b) Zivilschutzbehörde		
	c) Zivilschutzbehörde	c) Staat	c) Zivilschutzbehörde		
Slowenien	a) Staat (Ministerium für Umwelt und Raumplanung)	a) Staat	a) Slowenische Umweltbehörde & Dienstleistungskonzession im Bereich Wasserwirtschaft	Slowenisches Wassergesetz und sekundäre Rechtsvorschriften	Ca. 7 Millionen Euro
	b) Staat (Ministerium für Umwelt und Raumplanung)	b) Staat, oder in manchen Fällen durch Mitfinanzierung der Kommunen	b) Slowenische Umweltbehörde & Dienstleistungskonzession im Bereich Wasserwirtschaft		
	c) Staat (Ministerium für Umwelt und Raumplanung)	c) Staat, oder in manchen Fällen durch Mitfinanzierung der Kommunen	c) Zuständiges Ministerium (Wasserwirtschaft oder Infrastruktur) mit Unterstützung der slowenischen Umweltbehörde & Dienstleistungskonzessionen oder Bauunternehmer		
Schweiz	a) Kantone und lokale Behörden	a) Staat, Kantone, lokale Behörden	a) Kantone oder lokale Behörden	Bundesforstgesetz Bundeswasserwirtschaftsgesetz Entsprechende Kantonsgesetze	
	b) Kantone und lokale Behörden	b) Staat, Kantone, lokale Behörden	b) Kantone oder lokale Behörden		
	c) Kantone und lokale Behörden	c) Staat, Kantone, lokale Behörden	c) Kantone oder lokale Behörden		

* die Verwaltung von Wasser und Ufergebieten wird in Slowenien im Rahmen der vorgeschriebenen öffentlichen Versorgungsleistungen durchgeführt, oder durch ausgewählte konzessionierte Unternehmen gemäß eines Konzessionsvertrags, verwaltet von der slowenischen Umweltbehörde (Ministerium für Umwelt und Raumplanung)

Instandhaltungspflichten

Lawinen

- a) Überwachung und Inspektion
- b) Wartung und korrektive Instandhaltung
- c) Umbau und Änderung

Land (alphabetische Reihenfolge)	Verantwortliche	Geldgeber	Betreiber	Rechtsgrundlage	Kosten (€/a) inkl. Beschreibung der Kosten
Österreich	a) Allgemein: Bundeswasserbauverwaltung, Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung für spezifische Schutzarbeiten: Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	a) Besitzer (Betreiber) oder Nutznießer des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft	a) Besitzer (Betreiber) oder Nutznießer des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft oder beauftragter Bauingenieur	Wassergesetz Forstgesetz Wasserbauten- förderungsgesetz	Bis zu 5% der jährlichen Investitionskosten: ca. 2 Millionen Euro
	b) Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	b) Nutznießer für wiederkehrende Maßnahmen; außerordentliche Instandhaltung: Öffentliche Mittel, aufgeteilt auf Staat, Bundesland und Nutznießer (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	b) Besitzer (Betreiber) des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft; Außerordentliche Instandhaltungsmaßnahmen durch die Österreichische Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung		
	b) Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	c) öffentliche Mittel, aufgeteilt auf Staat, Bundesland und Nutznießer (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	c) durch die Österreichische Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung oder Bundeswasserbauverwaltung in den Ländern		
Deutschland (Bayern)	a, b, c) <u>Objektschutzbauwerke</u> : für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (Straßenbaubehörden, Private) <u>Sanierung von Schutzwäldern</u> : Staat (Forst- und Wasserbehörden)	a, b, c) <u>Objektschutzbauwerke</u> : Staat, Private <u>Sanierung von Schutzwäldern</u> : Staat	a, b, c) <u>Objektschutzbauwerke</u> : für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (Straßenbaubehörden, private Firmen) <u>Sanierung von Schutzwäldern</u> : Staat (Forst- und Wasserbehörden)	<u>Objektschutzbauwerke</u> : Verkehrssicherungspflicht	<u>Sanierung von Schutzwäldern</u> : 0,5 - 1,0 Millionen (nur Anteil Wasserbehörden)

Italien	a, b, c) Lawinerverbauungen: lokale Behörden (Provinzen, Regionen) für öffentliche Sicherheit und öffentliche Infrastrukturen. Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, private Firmen, Skigebietsunternehmen). Forstwirtschaft: lokale Behörden (Regionen, Provinzen, Gemeinden)	a, b, c) Lawinerverbauungen: Lokale Behörden (Provinzen, Regionen) für öffentliche Sicherheit und öffentliche Infrastrukturen Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, private Firmen, Skigebietsunternehmen), Forstwirtschaft: Lokale Behörden (Regionen, Provinzen, Gemeinden)	a, b, c) Lawinerverbauungen: private Firmen, staatliche Firmen Forstwirtschaft: Private & staatliche Forstunternehmen	Nationales Bodenschutzgesetz (183/89) Regionale Bodenschutzgesetze Regionale Waldgesetze	
Liechtenstein	a) Zivilschutzbehörde	a) Staat	a) Zivilschutzbehörde	Waldgesetz	0.2 Millionen Euro (inkl. Neuinvestitionen)
	b) Zivilschutzbehörde	b) Staat	b) Zivilschutzbehörde		
	c) Zivilschutzbehörde	c) Staat	c) Zivilschutzbehörde		
Slowenien	a, b, c) Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (zum Beispiel Straßenverwaltung, Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, Gemeinden)	a, b, c) Straßenverwaltung, Staatliche Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, lokale Gemeinden, private Firmen	a, b, c) Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (zum Beispiel Straßenverwaltung, Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, Gemeinden)	Baugesetz, Einführungspflicht von Sicherheitsvorkehrungen	
Schweiz	a) Kantone und lokale Behörden	a) Staat, Kantone, lokale Behörden	a) Kantone oder lokale Behörden	Bundesforstgesetz Entsprechende Kantonsgesetze	
	b) Kantone und lokale Behörden	b) Staat, Kantone, lokale Behörden	b) Kantone oder lokale Behörden		
	c) Kantone und lokale Behörden	c) Staat, Kantone, lokale Behörden	c) Kantone oder lokale Behörden		

Instandhaltungspflicht

- a) Überwachung und Inspektion
- b) Wartung und korrektive Instandhaltung
- c) Umbau und Änderung

Land (alphabetische Reihenfolge)	Verantwortliche	Geldgeber	Betreiber	Rechtsgrundlage	Kosten (€/a) inkl. Beschreibung der Kosten
Österreich	a) Allgemein: Bundeswasserbauverwaltung, Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung für spezifische Schutzarbeiten: Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	a) Besitzer (Betreiber) oder Nutznießer des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft	a) Besitzer (Betreiber) oder Nutznießer des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft oder beauftragter Bauingenieur	Wassergesetz Forstgesetz Wasserbauten- förderungsgesetz	Bis zu 5% der jährlichen Investitionskosten: ca. 1,0 Millionen Euro
	b) Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	b) Nutznießer für wiederkehrende Maßnahmen, außerordentliche Instandhaltung: Öffentliche Mittel, aufgeteilt auf Staat, Bundesland und Nutznießer (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	b) Besitzer (Betreiber) des Schutzsystems: zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft; Außerordentliche Instandhaltungsmaßnahmen durch die Österreichische Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung		
	b) Besitzer (Betreiber) (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	c) öffentliche Mittel, aufgeteilt auf Staat, Bundesland und Nutznießer (zum Beispiel Gemeinde, Straßenverwaltung, Wassergenossenschaft)	c) durch die Österreichische Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung oder Bundeswasserbauverwaltung in den Ländern		
Deutschland (Bayern)	a, b, c) Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtung (Bayern) (zum Beispiel Straßenbaubehörden, Gemeinden)	a, b, c) Staat, Gemeinden	a, b, c) Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtung (zum Beispiel Straßenbaubehörden, Gemeinden)	Verkehrssicherungspflicht	

Italien	a, b, c) Lokale Behörden (Provinzen, Regionen, Gemeinden) für öffentliche Sicherheit und öffentliche Infrastrukturen, für das zu schützende Objekt verantwortliche Institutionen (Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, private Firmen)	a, b, c) Lokale Behörden (Provinzen, Regionen, Gemeinden) für öffentliche Sicherheit und öffentliche Infrastrukturen, Für das zu schützende Objekt verantwortliche Institutionen (Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, private Firmen)	a) Besitzer oder zuständige Behörden b, c) Private Firmen, staatliche Firmen	Nationales Bodenschutzgesetz (183/89) Regionale Bodenschutzgesetze	
Liechtenstein	a, b) Straßen: Amt für Gebäude und Infrastruktur; Amt für Zivilschutz	a) Staat	a, b) Straßen: Amt für Gebäude und Infrastruktur; Amt für Zivilschutz	Waldgesetz	0,2 Millionen (inkl. Neuinvestitionen)
	c) Zivilschutzbehörde	b) Staat	c) Zivilschutzbehörde		
		c) Staat			
Slowenien	a, b, c) Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (zum Beispiel Straßenverwaltung, Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, Gemeinden)	a, b, c) Straßenverwaltung, Staatliche Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, lokale Gemeinden, private Firmen	a, b, c) Für das zu schützende Objekt verantwortliche Einrichtungen (zum Beispiel Straßenverwaltung, Autobahn- und Eisenbahngesellschaften, Gemeinden)	Baugesetz, Einführungspflicht von Sicherheitsvorkehrungen	Keine Daten
Schweiz	a) Kantone und lokale Behörden	a) Staat, Kantone, lokale Behörden	a) Kantone oder lokale Behörden	Bundesforstgesetz Entsprechende Kantongesetze	
	b) Kantone und lokale Behörden	b) Staat, Kantone, lokale Behörden	b) Kantone oder lokale Behörden		
	c) Kantone und lokale Behörden	c) Staat, Kantone, lokale Behörden	c) Kantone oder lokale Behörden		

Bauwerksdatenbank

Land (alphabetische Reihenfolge)	Gibt es eine Datenbank / ein Register für bautechnische Schutzmaßnahmen?	Anzahl von Schutzbauwerken (in Datenbank)	Inhalt der Datenbank						Schnittstelle zu anderen Datenbanken
			Bauwerksmaße	Zustandsbeurteilung	Nutzung für die Planung der Überwachung	Dokumentation von Überwachung und Inspektion	Dokumentation von Wartung und korrekiven Instandhaltungsmaßnahmen	Dokumentation von Umbau und Änderung	
Österreich	Österreichischer Wildbach- und Lawinenkataster: Daten zu Schutzmaßnahmen; Datenbank der bautechnischen Straßen- und Schienenmaßnahmen	WLV: 150,000 (derzeitiger Dokumentations- und Beurteilungsstand); ÖBB: ?	x	x	x	x	x	x	Datenexport im *.xls- oder *.shp-Format (GIS) möglich; Darstellung in interaktiven PDF-Karten
Deutschland (Bayern)	Wildbäche: InfoWiba	Ca. 50.000	X	X	X	X	(x)	(x)	Datenexport im *.xls- oder *.shp-Format (GIS) möglich
	Lawinen: --- (keine einheitliche nationale Datenbank)								
	Steinschlag: --- (keine einheitliche nationale Datenbank)								
Italien	ReNDIS (Repertorio Nazionale degli Interventi per la Difesa del Suolo)								WebGIS und Shapefile
	Südtirol: BAUKAT (Wildbachverbauung)	Ca. 35.000	x	x	x	x			Shapefile
	Südtirol: LAWBAUKAT (Lawinenverbauung – im Aufbau)		x	x					Shapefile

	Südtirol: VISO (Bergsturzverbauung – im Aufbau)		x	x					ORACLE
	Autonome Provinz Trient: Schutzbautendatenbank	Ca. 18.000	x	x	x				
	Region Friaul-Julisch Venetien - Schutzbautenkataster								Shapefile
Liechtenstein	Schutzbautenkataster (SBK) Lawinen, Steinschlag	1.000	x	(x)				x	Datenexport im *.xls- oder *.shp-Format (GIS) möglich
	Wildbäche: --- (in der Entwicklungsphase)								
Slowenien	Wasserinfrastruktur: „Vodni objekti“	Ca. 14.000	X	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	Datenexport im *.xls- oder *.shp-Format (GIS) möglich
	Lawinen: --- (keine einheitliche nationale Datenbank)								
	Steinschlag: --- (keine einheitliche nationale Datenbank)								
Schweiz	ProtectMe								

ANHANG B - Bewährte Beispiele aus der Praxis der Mitgliedstaaten

Hinweis: Die mit Unterstützung der Mitgliedstaaten gesammelten bewährten Beispiele aus der Praxis erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und zeigen die verschiedenen komplexen Situationen in der Alpenregion auf

B1 - Inspektionssystem für Rückhaltebecken in der Steiermark	41
B2 - Galina-Wildbach – Sanierung historischer Schutzsysteme	42
B3 - Die Rolle von Wassergenossenschaften beim gemeinschaftlichen Risikomanagement	43
B4 - Habichtgraben - Systemänderung in einem Wildbach	44
B5 - Bergwaldinitiative	45
B6 - Vergleich von Restrisiken	46
B7 - Nachverfolgung und Evaluation von Flusskorridorentwicklungen	47
B8 - Auf dem Weg zur Neukonfiguration eines Schutzsystems am Gadriabach	48
B9 - Renaturierung des Mareta-Flusses	49
B10 - Anpassung von Bauwerken	50
B11 - Zustandsbeurteilung von Dämmen zu wasserwirtschaftlichen Zwecken in Slowenien	51
B12 - Management von alten Lawinenverbauungen	52
B13 - Wildbach Guppenrunse, Schwanden, Kanton Glarus	53

INSTALLATION EINES SYSTEMS ZUR REGELMÄßIGEN, PERIODISCHEN BAUWERKSINSPEKTION DURCH KOMPETENTE EXPERTEN ALS SCHRITT IN RICHTUNG EINES OPTIMIERTEN INSTANDHALTUNGSBEWUSSTSEINS

Darlegung des Problems: Während des Betriebs der Rückhaltebecken wurde deutlich, dass die Betreiber des Bauwerks - Gemeinden und Wasserverbände - die Instandhaltung des Bauwerks sowie die Inspektion wichtiger Systemkomponenten vernachlässigt haben. Grund dafür war in den meisten Fällen ein Mangel an Fachkompetenz.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Die Instandhaltung von Rückhaltebecken ist im Wasserrechtsgesetz 1959 geregelt. Normalerweise ist der Betreiber (meistens die Gemeinde) für die Instandhaltungsmaßnahmen verantwortlich.

Lösung / Beschreibung: Im Jahr 1993 wurden alle Rückhaltebecken sowohl in Bezug auf Planungs- und Baumängel als auch in Bezug auf Schwachpunkte während des Betriebs überprüft. Die Ergebnisse der Analyse und die festgestellten Mängel bewegten die verantwortlichen Personen in der regionalen Regierungsbehörde dazu, ein System zur regelmäßigen, periodischen Inspektion der Bauten durch kompetente Experten einzuführen. Im Jahr 1994 wurde in Zusammenarbeit mit Vertretern der Kammer der ZiviltechnikerInnen für Steiermark und Kärnten der Leistungsumfang für das Projekt „Rückhaltebecken-Verantwortliche“ bestimmt (siehe Abbildung 15)

Im Rahmen der jährlichen Anlageninspektion und Bauwerkskontrolle in Bezug auf Mängel im Bereich Bau, Planung und Statik wurde auch die Funktionsfähigkeit aller Komponenten geprüft. Zusätzlich zur jährlichen Kontrolle müssen die Rückhaltebecken nach jedem Ereignis vor allem nach jeder Beaufschlagung des Beckens überprüft werden. Der Inspektionsbericht wird an den Auftraggeber, den Betreiber des Beckens und der Wasserrechtsbehörde übermittelt. Weiterhin wird ein Wärter ernannt, zum Beispiel ein

Gemeindeangestellter, der für die Instandhaltung des Bauwerks verantwortlich ist und diese in einem Betriebstagebuch dokumentiert. Das System wird vom BMLFUW, der Steiermärkischen Landesregierung und vom Betreiber finanziert.

Aufgaben des Aufsehers:

- Erstellung eines Rückhaltebecken-Buchs (technische und juristische Dokumente)
- Erstellung eines Handbuchs und einer Betriebsordnung
- Jährliche visuelle und funktionelle Inspektion des Bauwerks
- Meldung an die Wasserrechtsbehörde, die Steiermärkische LR Abt. 14, den Betreiber, das Bezirksbaumanagement und die Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung
- Schulung und Ausbildung des Aufsehers
- Prüfung möglicher Sanierungsarbeiten
- Überwachung und Prüfung aller Wiederaufbauarbeiten

Aufgaben des Wärters:

- Führen eines Betriebstagebuchs
- Instandhaltung des Bauwerks
- Zustandskontrolle aller Anlagenteile (4 mal pro Jahr)
- Entfernung von Wildholz
- Benachrichtigung des Betreibers im Notfall

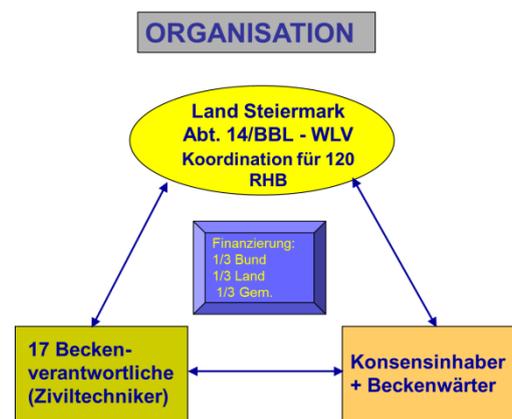


Abb. 15: Organisation des Inspektionssystems in der Steiermark.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

Die Inspektion der Rückhaltebecken in der Steiermark durch die Bauingenieure hat sich als äußerst erfolgreich erwiesen. Alle Bauwerke sind in einem guten Zustand. Das Verantwortungsbewusstsein hat aufgrund der Maßnahmen der Bauingenieure und der jährlichen Feldinspektion enorm zugenommen.

**AUFGRUND NEUER
UMWELTECHNISCHER UND
GESELLSCHAFTLICHER GEGEBENHEITEN
MUSSTE DAS 100 JAHRE ALTE
SCHUTZSYSTEM IM GALINA-WILDBACH
(NENZIG, VORARLBERG) - DAS IM ZUGE
DER HISTORISCHEN
RHEINBEGRADIGUNG ERRICHTET WURDE
- HINSICHTLICH DER SCHUTZZIELE UND
DES SCHUTZKONZEPTS KOMPLETT NEU
DEFINIERT SOWIE EIN KONSORTIUM VON
NUTZNIEßERN GEBILDET WERDEN.**

Darlegung des Problems: Nach einer Betriebsdauer von mehr als 100 Jahren haben die Schutzbauwerke und die erfolgreich wieder aufgeforsteten Erosionsgebiete im Einzugsgebiet „Galina“ in Bezug auf Stabilität und Gebrauchstauglichkeit einen kritischen Zustand erreicht und erfordern daher kostenaufwändige Sanierungsmaßnahmen. Die Schutzbauwerke im Galina-Wildbach wurden errichtet, um die durch Erosion gelockerten Gesteins- und Schottermassen zurückzuhalten und damit die Rheinbegradigung nicht durch Geschiebebildung und Auflandung zu gefährden. Obwohl das Einzugsgebiet und der riesige Murkegel zufriedenstellend aufgeforstet wurden und keine größeren Siedlungen vorhanden sind, wurden in der ehemaligen Gefahrenzone des Galina-Wildbaches mehrere wichtige Infrastrukturanlagen errichtet (wie zum Beispiel Bahnlinien, Kraftwerk), die nun erhöhten Risiken ausgesetzt sind.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation), Gesetze, Organisation): Die Wildbach-Schutzbauwerke im Galina-Einzugsgebiet wurden im Rahmen eines bilateralen Vertrags zwischen Österreich und der Schweiz zur Begradigung des Rheins errichtet und zu 100% vom Staat finanziert. Aufgrund des historischen Ursprungs der Schutzanlagen sind die Verantwortlichkeiten

für die Instandhaltung und Überwachung des Schutzsystems nicht angemessen, da die derzeitigen Nutznießer der Schutzwirkungen und -maßnahmen nicht berücksichtigt werden. Der kritische Zustand der Schutzbauwerke ist offensichtlich, wobei eine Prognose für den weiteren Zerfallsprozess (Schutzanlagen und Waldbestand) schwierig ist und von der Entwicklung von Katastrophen abhängt. Da die derzeitige Gefahrenkarte ein mäßiges Risiko anzeigt (eine vollständige Schutzfunktion vorausgesetzt), müssen die Nutznießer noch von ihrer Verantwortung und finanziellen Beteiligung für Instandhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen überzeugt werden.

Lösung / Beschreibung: Die Sanierung des Schutzsystems und die Aufforstung im Galina-Einzugsgebiet erfordert ein Konzept, das an die neuen Risikoszenarien und den geänderten Schutzbedarf der Nutznießer angepasst ist. Da keine rechtliche Basis für eine 100%ige Finanzierung durch den Staat mehr besteht, war ein neues Modell zur Finanzierung von dringenden Instandhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen, sowie eine rechtliche Grundlage zur Einbeziehung aller Nutznießer - gemessen am Umfang der Vorteile und der verhinderten Schäden - von entscheidender Bedeutung. Nach harten und intensiven Verhandlungen über die relevanten Risikoszenarien (potentielle Erweiterung der Gefahrenzonen), den Umfang und die Priorität von Sanierungsmaßnahmen, sowie die Zusammenarbeit der Nutznießer im Rahmen eines neuen Schutzkonzeptes, wurde im Jahr 2014 ein neues Projekt mit Gesamtkosten von € 2,8 Millionen ins Leben gerufen und finanziell genehmigt, das unter anderem langfristige Sanierungsmaßnahmen bis zum Jahr 2035 vorsieht.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

<http://www.naturgefahren.at/projekte/galina.html>



Abb. 16: Historische Schutzbauwerke und aufgeforstete Erosionsgebiete im Galina-Einzugsgebiet (Vorarlberg).

B3 - Die Rolle von Wassergenossenschaften beim gemeinschaftlichen Risikomanagement Österreich

Phase des LZM: Planung und Betrieb

LOKALE WASSERGENOSSENSCHAFTEN - AUS EINZELPERSONEN, GEMEINDEN, UNTERNEHMEN ETC. BESTEHENDE KÖRPERSCHAFTEN ÖFFENTLICHEN RECHTS - STELLEN IM RAHMEN DES NATURGEFAHRENMANAGEMENTS EIN EFFEKTIVES MITTEL DAR, UM DIE FINANZIELLE BELASTUNG UND DAS RISIKO DES NATURGEFAHRENSCHUTZES UNTER MEHREREN INTERESSENVERTRETERN AUFZUTEILEN.

Darlegung des Problems: Um die aktuellen Anstrengungen zur Förderung der Widerstandsfähigkeit in Österreich zu optimieren, muss sich unweigerlich die Frage der erweiterten Privatisierung von Risiken gestellt werden. Dies erfordert eine intensivere Mitwirkung von nicht-staatlichen Stellen, wie zum Beispiel Privathaushalten und Unternehmen, damit Investitionen in den Selbstschutz erhöht und das Bewusstsein für bzw. die Wahrnehmung von Risiken gestärkt wird. Die Anwendung von gemeinschaftlichen Finanzierungsmethoden ist ein entscheidender Schritt in Richtung eines gemeinschaftlichen Risikomanagement, wozu auch das Systems Engineering gehört.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): In Österreich ist ein Wasserverband oder eine Wassergenossenschaft gemäß dem Wasserrechtsgesetz von 1959 eine Körperschaft öffentlichen Rechts, die aus Einzelpersonen, Gemeinden, Unternehmen etc. besteht und eine Vielzahl von Aufgaben erfüllt, einschließlich der Aufteilung von (finanziellen) Risiken, die mit Hochwassergefahren in einem bestimmten Gebiet - hauptsächlich Täler und Regionen - sowie der Instandhaltung von Bauwerken in Zusammenhang stehen. Jedes Mitglied zahlt

Gelder in einen gemeinsamen Fond ein, der für die Entwicklung von Gefahrenminderungs- bzw. Schutzmaßnahmen verwendet wird. Damit soll die finanzielle Belastung, zum Beispiel für die Entwicklung von Schutzmaßnahmen in einem Wildbach / Fluss, unter allen Personen / Organisationen aufgeteilt werden, die ein bestimmtes Sicherheitsniveau in einem Tal / einer Region erwarten - ungeachtet, ob sie direkt von den Naturgefahren betroffen sind oder nicht.

Lösung / Beschreibung: Einige Wasserverbände und Wassergenossenschaften existieren bereits in Österreich (manchen davon seit über 100 Jahren, wie zum Beispiel die Schutzwassergenossenschaft Schmittenbach, Zell am See, Salzburg), doch von einer gemeinsamen Kooperationsstruktur in ganz Österreich kann nicht die Rede sein. In Bezug auf Wildbach- und Lawinengefahren besteht die höchste Anzahl von Wasserverbänden im Land Salzburg (ca. 260), zu denen etwa 230.000 Haushalte gehören. Die Höhe des Einzahlungsbetrags in den gemeinsamen Fond durch jedes Mitglied wird durch ein punktebasiertes System geregelt, das den Gefährdungsgrad eines bestimmten Grundstücks bzw. Gebäudes widerspiegelt. Aufgrund dieser „direkten“ Beteiligung von Mitgliedern eines Wasserverbandes beim Naturgefahrenmanagement konnte eine hohe Identifikation mit den „Produkten“ der Schutzstrategien beobachtet werden, was unweigerlich zur Optimierung zukünftiger Instandhaltungs- und Gefahrenminderungsmaßnahmen in den betroffenen Gebieten beiträgt.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

www.wg-schmittenbach.at (zum Beispiel)

**IM WILDBACH „HABICHTGRABEN“
WURDE EINE NEUE, GROÙE SPERRE
ERRICHTET, UM MEHRERE ALTE, FAST
ZERSTÖRTE SPERREN IM
EINZUGSGEBIET DES OBERLAUFS ZU
ERSETZEN.**

Darlegung des Problems: Der Habichtgraben ist ein Wildbach in der Gemeinde Eurasburg, der 7 km südlich von Wolfratshausen in die Loisach fließt. Etwa 60 Wildbachsperrn (Baumaterial: Beton, Stein oder Holz) im Einzugsgebiet befinden sich inzwischen in einem schlechten Zustand oder sind bereits ganz zerstört. Die Instandhaltung dieser alten Sperrn wäre sehr kostenaufwändig.

In den letzten Jahrzehnten ist als Nebeneffekt der Sperrn ein dichter Wald gewachsen, der die Hänge am Oberlauf stabilisieren konnte. Das Siedlungsgebiet im unteren Einzugsgebiet war jedoch immer noch gefährdet. Die positive ökologische Entwicklung ermöglichte eine Änderung des Schutzsystems.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Vor der Systemänderung war der Staat als Bauherr der Bauwerke für die Unterhaltung des Wildbachs und seiner Schutzbauwerke auch im oberen Einzugsgebiet des Wildbaches verantwortlich. Das örtlich zuständige Wasserwirtschaftsamt Weilheim war zudem für die Erhaltung des Schutzniveaus im Siedlungsgebiet verantwortlich. Die Rechtsgrundlage bildet hierbei das Bayerische Wassergesetz.

Lösung / Beschreibung: Ein integraler Ansatz bildete die Basis für die Planungsphase. Das gesamte Einzugsgebiet

wurde während dieses Prozesses betrachtet. Die Planer entschlossen sich schließlich dazu, eine einzige Geschieberückhaltesperre kurz oberhalb des Siedlungsgebiets zu errichten, die den Zweck der vorhandenen, alten Wildbachsperrn erfüllen und sie damit ersetzen sollte.

Die geringeren Bau- und Instandhaltungskosten waren nur ein Vorteil dieser Lösung. Da der Habichtgraben gemäß der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH) durch ein Naturschutzgebiet verläuft, konnte mit dieser Lösung zudem ein größerer Eingriff in das Gebiet vermieden werden.

Die Bauwerke im oberen Einzugsgebiet werden nach Fertigstellung der neuen Schutzanlage nicht mehr instand gehalten. Ein Rückbau ist jedoch nicht geplant. Als rechtliche Folge dieser Maßnahme ging die Instandhaltungspflicht für den Oberlauf (oberhalb der neuen Geschieberückhaltesperre) vom Staat auf die Gemeinde Eurasburg über. Die Übertragung der Verantwortung wurde durch eine Begehung vor Ort besiegelt, bei der die Einzelheiten vereinbart und in einem Protokoll festgehalten wurden.

Die Maßnahme wurde vom Landratsamt rechtlich genehmigt und vom Wasserwirtschaftsamt bereits umgesetzt. Da sich das Schutzniveau nicht geändert hat, hat sich die Gemeinde nicht an den Baukosten für die neue Sperre beteiligt.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

Wasserwirtschaftsamt Weilheim
www.wwa-wm.bayern.de

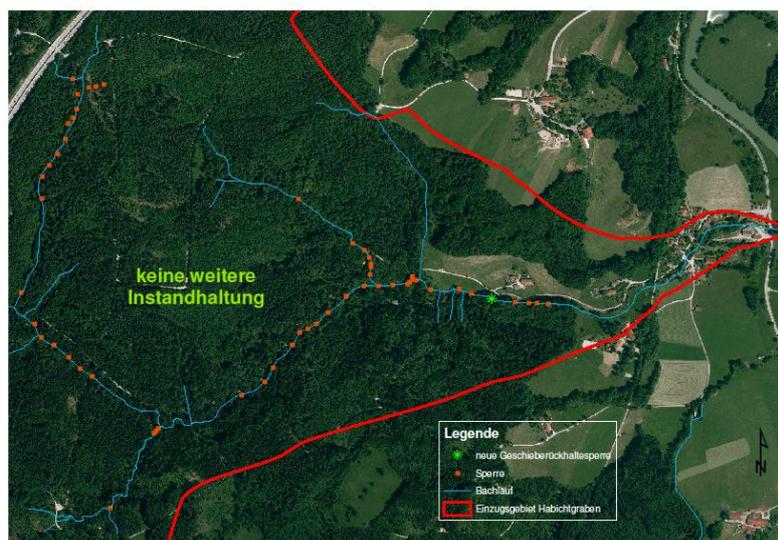


Abb. 17: Bau der neuen Geschieberückhaltesperre (Bild: WWA Weilheim).

DIE BERGWALDOFFENSIVE TRÄGT ZU ANPASSUNGSFÄHIGEN UND LANGFRISTIG STABILEN KONZEPTEN BEI UND BERÜCKSICHTIGT SICH VERÄNDERNDE INTERESSEN.

Darlegung des Problems: Bestimmte Maßnahmen im Einzugsgebiet von Wildbächen können technische Schutzbauwerke unterstützen oder sogar ersetzen. Ein gut erhaltener Bergwald kann zum Beispiel Abflussspitzen im Bachlauf reduzieren und die Hänge stabilisieren. Ein integraler Ansatz bei Wildbacheinzugsgebieten ermöglicht die Errichtung flexibler Schutzsysteme und damit eine schnelle Reaktion auf sich ändernde Randbedingungen in der Zukunft. Die Fähigkeit von Bergwäldern, Wohngebiete und Infrastrukturen gegen abiotische Naturgefahren zu schützen, muss durch eine gezielte Forstwirtschaft aufrechterhalten bzw. wiederhergestellt werden.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Im Jahr 2007 hat der Freistaat Bayern das „Klimaprogramm Bayern 2020“ eingeführt, bei dem verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen, zur Anpassung an den Klimawandel und zur Intensivierung von Forschung und Entwicklung beschlossen wurden.

Lösung / Beschreibung: Das Maßnahmenpaket „Bergwaldoffensive“ (BWO) konzentriert sich auf die Anpassung von alpinen Wäldern in Bayern an den Klimawandel. Hauptziel der BWO ist die

Stabilisierung und nachhaltige Anpassung der alpinen Bergwälder an den Klimawandel. Zu diesem Zweck wurden in Gebieten mit erhöhtem Gefährdungspotential 30 Projekte ins Leben gerufen. Für diese Projekte wurde ein integriertes Gesamtkonzept entwickelt, das unterschiedliche forstwirtschaftliche Maßnahmen wie zum Beispiel Durchforstung, Aufforstung und natürliche Waldverjüngung, den Bau von Waldstraßen, sowie das Jagd- und Weidemanagement zur Reduzierung von Verbisschäden umfasst. Da eine große Anzahl von Personen von den Projekten betroffen ist, werden die Pilotmaßnahmen in Absprache mit den Grundbesitzern und lokalen Interessenvertretern geplant und umgesetzt. Dieser Fokus auf die Mitwirkung aller Beteiligten macht den Prozess transparent - ein entscheidender Faktor für den Erfolg.

Ein weiteres Hauptziel der BWO ist die Verbesserung der Saatgutversorgung für die Alpenregion in Bayern, die Verstärkung der praxisnahen Forschung und die Bereitstellung neuer Grundlageninformationen für die Bewirtschaftung alpiner Wälder. So wurde zum Beispiel in Zusammenarbeit mit Partnern aus Österreich (Tirol, Salzburg) eine digitale Karte des Waldbodens in den nördlichen Alpen als Grundlage für Sanierungen sowie für Prognosen im Rahmen des WINALP-Projektes (Walddateninformationssystem Nordalpen) erstellt.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

- www.forst.bayern.de
- www.hswt.de
- <http://arcgisserver.hswt.de/Winalp>



Abb. 18: Beispiel für die Kombination von Maßnahmen im Rahmen der Bergwaldoffensive. (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft).

IDEEN FÜR DIE (FINANZIELLE) BEWERTUNG VON ALTERNATIVEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN FOLGEN IM FALL VON ÜBERLASTUNGEN BZW. BEI UNTERSCHIEDLICHEN RESTRISIKEN.

Darlegung des Problems: Alternativen könnten zwar das gleiche Schutzniveau gewährleisten (zum Beispiel 100-jährliches Hochwasser), haben jedoch aufgrund der „stillen Reserven“ unterschiedliche Restrisiken, Versagensprozesse (plötzlich, stufenweise etc.) oder andere Auswirkungen. Derzeit gibt es keinen gängigen Ansatz zur Einbeziehung solcher Effekte in der Variantenauswahl.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Die Verantwortung zur Betrachtung von Überlastfällen bzw. Restrisiken ist eng mit der Verantwortung zur Planung der Schutzmaßnahmen verknüpft - in Bezug auf Maßnahmen für mittlere und große Flüsse sowie für die Wildbachverbauung in Bayern ist es das Land, für Maßnahmen in Bezug auf kleine Bäche und Flüsse ist es die Gemeinde.

Lösung / Beschreibung: Derzeit werden beim Vergleich verschiedener Schutzalternativen vor allem die Baukosten berücksichtigt. Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass alle Alternativen das gleiche Schutzniveau bieten. In Bezug auf die Risikobeurteilung bedeutet

dies wiederum, dass sowohl das Schutzpotenzial als auch das Restrisiko bei allen Alternativen identisch ist und daher missachtet werden kann.

In Wirklichkeit können bei den verschiedenen Alternativen zwischen den Restrisiken jedoch große Unterschiede bestehen. Daher denken wir darüber nach, wie diese Unterschiede bei der Auswahl der bevorzugten Alternative berücksichtigt werden können. Dies kann durch Ausarbeitung detaillierterer Schadensfunktionen sowie Betrachtung seltenerer Ereignisse jenseits der Bemessungsereignisse geschehen. Berechnungen des durchschnittlichen Schadenspotenzials auf einer solchen Basis sollten die Unterschiede zwischen den Restrisiken aufzeigen (siehe Abbildung unten). Die Auswahl der „Stützstellen“ für die Berechnung ist daher von entscheidender Bedeutung. Wir sind jedoch noch am Anfang des Projekts und müssen noch weitere Untersuchungen durchführen, um die Kalkulation als Standard einführen zu können.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

Spackova, O.; Rimböck, A.; Straub, D.; (2014): Risk Management in Bavarian Alpine Torrents: a Framework for Flood Risk Quantification Accounting for Subscenarios; IAEG XII Congress - Torino, September 15-19, 2014

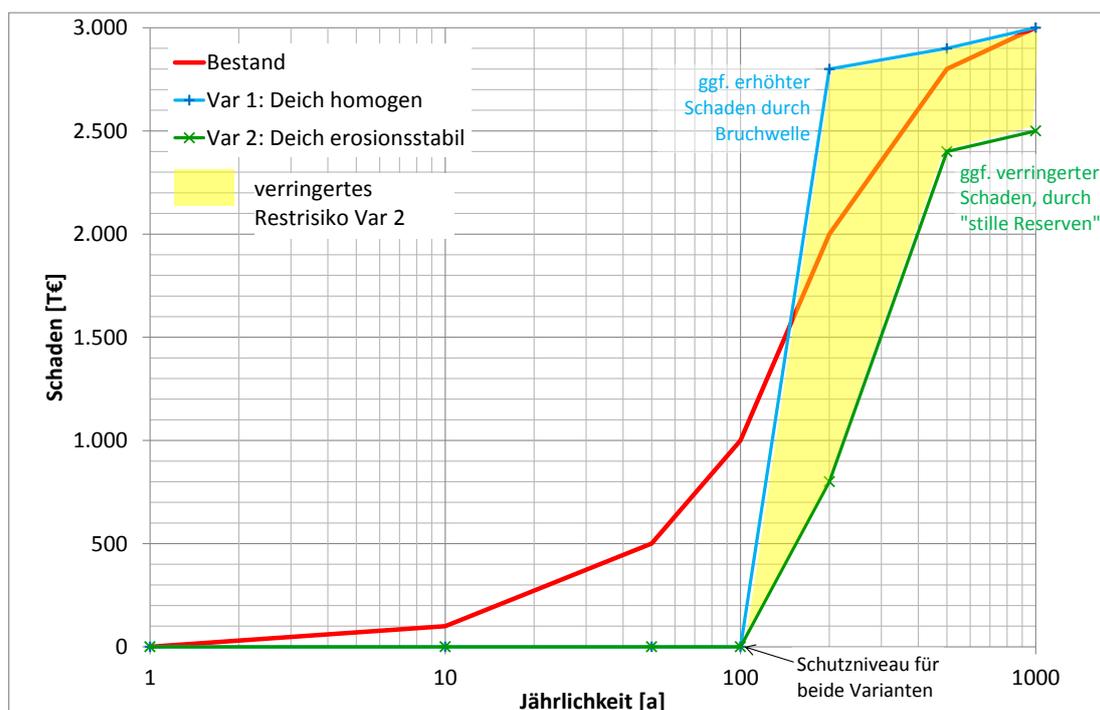


Abb. 19: Vorschlag für die Kalkulation verschiedener Restrisiken in Bezug auf Schutzalternativen.

durch ein strukturiertes Zielsystem

Phase des LZM: Planung

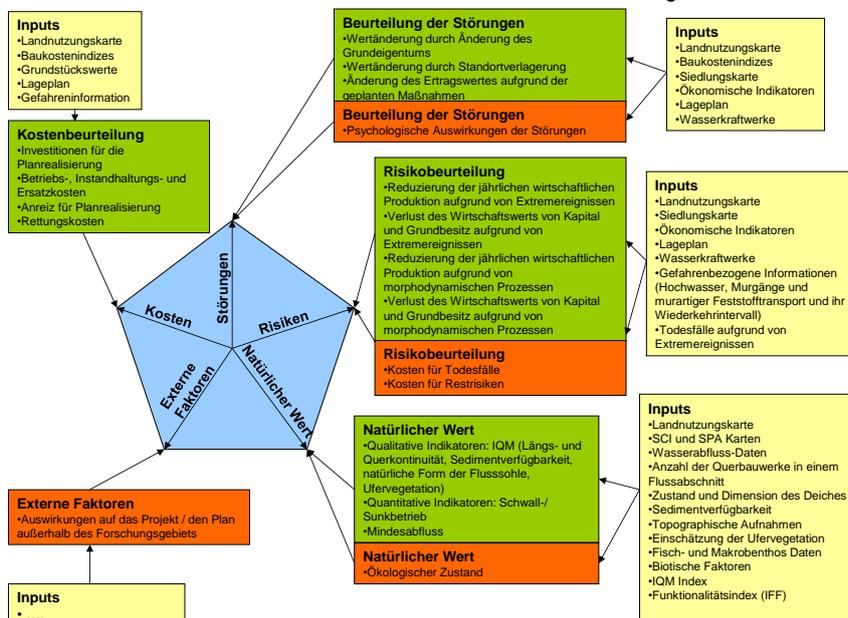
EIN EFFEKTIVES FLUSSKORRIDORMANAGEMENT ERFORDERT KLARE UND MESSBARE ZIELE.

Darlegung des Problems: Flussverantwortliche werden sich immer mehr bewusst, dass die Landentwicklung innerhalb von Flusskorridoren zu dauerhaften und unstrukturierten Problemen führen kann. Aufgrund ihrer innewohnenden Komplexität, den Unsicherheitsfaktoren sowie der verschiedenen Interessenvertreter, die alle eine andere Perspektive vertreten, stellen Flusskorridormanagement-Prozesse eine große Herausforderung dar. Weiterhin führt die fehlende Transparenz und Konsistenz bei Entscheidungsfindungsprozessen der Mitwirkenden zur Minderung der potentiellen Schutz- und Ökosystemleistungen für die betroffenen Gesellschaften.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Gesetze, Organisation): Ultimatives Ziel des Flusskorridormanagements ist die Suche nach Alternativen und Perspektiven, die eine Synthese schaffen zwischen dem: i) was die Gesellschaft will, ii) was den natürlichen Entwicklungsmustern entspricht und iii) was gemäß den gesetzlichen Rahmenbedingungen erlaubt ist. Mit anderen Worten soll eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, die eine Schnittstelle zwischen den folgenden Elementen bildet: (i) Desiderata oder Raum der Wünschbarkeit (d.h. das Wertesystem und die Präferenzstruktur der betroffenen Gesellschaft); (ii) die Entwicklungsmöglichkeiten (zum Beispiel Entwicklungsverlauf von Flusskorridoren, beurteilte Widerstandsfähigkeit des Ökosystems und Naturgefahr Risiken, Entwicklungstrends bei Prognosen und ökonomische Szenarien) und (iii) die Beschränkungen (d.h. gesetzliche und institutionelle Vorgaben, Budgetbegrenzungen, konjunktive und

disjunktive Einschränkungen, Modus Operandi, etc.). Die Hervorhebung der Desiderata der betroffenen Gesellschaft und Interessenvertreter (bzw. des zuständigen Lenkungsausschusses) ist der erste Schritt zu einem ganzheitlichen Flusskorridormanagement. Die Erläuterung des entwicklungstechnischen Raums von Möglichkeiten wird durch einen disziplinenübergreifenden Ansatz erreicht, der auf die Integration der korridorbezogenen Umweltforschung und der sozioökonomischen Wissenschaft abzielt. Jeder Versuch zur Flusskorridorentwicklung ist von bestimmten gesetzlichen und institutionellen Rahmenbedingungen bestimmt, der den Managementprozess einschränkt.

Das operationale Zielsystem: Das Konzept eines operationalen Zielsystems ist in Abbildung 20 dargestellt. Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Ziele beim Flusskorridormanagement haben wir die folgende Kategorisierung für den Fluss Drava herausgearbeitet (aus Nardini und Pavan, 2012): Risiko (R - Risk) (in unterschiedlicher Form: Hochwasser, fluviale Prozesse, Geschiebe/ Erdrutsche; Restrisiken); Kosten (C - Costs) (Investition und Management); Störung (D - Disturbance) vorhandener Maßnahmen, insbesondere aufgrund von: Landnutzungsänderung, Eigentumswechsel, Standortverlagerungen, Modifizierung der Wasserkrafterzeugung; „Naturwert“ (N - Natural Value); ökologischer Zustand des Flussökosystems; externe Effekte (E - Externalities), insbesondere Auswirkungen, die das betroffene Teileinzugsgebiet auf den Rest des Flusses hat. In den grünen Kästchen haben wir Indikatoren aufgeführt, die objektiv bewertet werden, während in den orangefarbenen Kästchen entscheidungsrelevantes Wissen aufgelistet ist, das von Experten, Interessenvertretern und Entscheidungsträgern generiert und verwendet werden kann.



WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

Weitere Einzelheiten: E-Mail: wasserschutzbauten@provinz.bz.it

Referenzen:
Nardini A., Pavan S., River restoration: not only for the sake of nature but also for saving money while addressing flood risk: a decision-making framework applied to the Chiese River (Po basin, Italy). Journal of Flood Risk Management 2012; 5:111–133.

Abb. 20: Das operationale Zielsystem.

B8 - Auf dem Weg zur Neukonfiguration eines Schutzsystems

am Gadriabach

Italien

Phase des LZM: Planung

EIN HOLISTISCHER PLANUNGSANSATZ.

Darlegung des Problems: Der Gadriabach (Südtirol, Italien) mit einer Einzugsgebietsfläche von 6 km² weist einen der größten Schwemm- / Murkegel der Alpen auf (10,9 km²) und entwickelt häufig Murgänge (1-2 Mal pro Jahr). Die Jahresniederschläge sind im Gegensatz zu ähnlichen Einzugsgebieten in den Alpen relativ gering (ca. 500 mm). Die häufigste Ursache für Murgänge sind Gewitter. Seit dem Mittelalter wurden 39 Ereignisse dokumentiert. Im Hauptzubringer, dem Strimmbach, wurden vor kurzem Murgangaktivitäten und Erosionen im unteren Teil des Baches festgestellt. In der aktuellen Konfiguration führen der Gadriabach und der Strimmbach regelmäßig große Geschiebemengen einem einzigen Rückhaltebecken zu. Dies führt auf lange Sicht zu unhaltbaren Räumungskosten für die öffentliche Verwaltung. Außerdem ist der Schwemm- / Murkegel trotz des Rückhaltebeckens großen Naturgefahren ausgesetzt. Simulationen zeigen, dass die Durchflusskapazität des Gerinnes bei Ereignissen mit einer Wiederkehrperiode von über 30 Jahren unzureichend sein könnte. Bei Ereignissen mit längeren Wiederkehrperioden ist die Verklauung der Brücke im Allitztal zu erwarten, was die Gefahr für weitere Gebiete des Murkegelbereichs erhöhen würde.

Planungsziele

Das Risiko für gefährdete Objekte auf dem Murkegel soll wesentlich reduziert werden. Dies umfasst die Reduzierung spezifischer Risiken für Wohngebäude und Infrastrukturen (hauptsächlich Straßen) sowie für landwirtschaftliche Flächen. Gleichzeitig soll die Funktionsfähigkeit des Schutzsystems optimiert werden. Dies bedeutet im Wesentlichen die Entwicklung eines Geschiebedosierungssystems, das die Abfluss- und Geschiebetransportspitzen kappt, ohne zusätzliche Instandhaltungskosten (Ausräumkosten für abgelagerte Geschiebemengen) zu verursachen. Die ideale Lösung wäre ein selbstregulierendes Dosierungssystem.



Planungsansatz

Da die Leistungsfähigkeit des geplanten Systems wesentlich von seiner Dosierungsfunktion abhängt, wurde der von Simoni et al. (2014) ausgearbeitete Planungsansatz übernommen, der rückwärtsgerichtete Indikationen, numerische Simulationen und physikalische Modellversuche (Hübl et al., 2012) umfasst (vgl. Abbildung 1).

Mögliche Lösungen

Die angewandte Untersuchungsstrategie ergab, dass die Modifizierung der vorhandenen Wildbachsperre durch die Erweiterung seiner Öffnung zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Systems beitragen und damit die Lebenszykluskosten erheblich reduzieren würde. Ein erhöhtes Hochwasserrisiko für die gefährdeten Siedlungsgebiete könnte durch bewährte Techniken (zum Beispiel lokaler Objektschutz, lokale Leitwände und die Modifizierung einer Holzbrücke) vermieden werden. Auf konzeptueller Ebene wurden sogar noch radikalere Eingriffe in Betracht gezogen (vgl. Stecher et al. 2012), wie zum Beispiel die komplette Entfernung der Sperre zur Wiederherstellung des Geschiebekontinuums. Sollten die integralen Schutzmaßnahmen vor Ort umgesetzt werden, würde dieser Ansatz das akute Murgang- und Geschiebeprobem vollständig lösen.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

Weitere Einzelheiten: E-Mail: wasserschutzbauten@provinz.bz.it

Hübl, J., Fleisch, M., Chiari, M., Kaitna, R. (2012): Physikalische Modellversuche zur Optimierung der Geschieberückhaltesperre am Gadriabach (Vinschgau, Südtirol); IAN Report 144, Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur - Wien (unpublished)

Simoni, S., Vigoli, G., Zambon, F. (2014): Assessment of mutual interactions between control structures, torrential and river sediments, and large wood. SEDALP Project (unpublished)

Stecher, M., Mazzrana, B., Hübl, J. (2012): Proposal of risk mitigation strategies based on a conceptual planning approach. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France - Conference Proceedings.



Abb. 21: Gadriabach: Einzelheiten der Blockierungsmechanismen (d.h. durch Treibholz und Feststoffe) in den Sperröffnungen und die daraus resultierende Aufschüttung des Rückhaltebeckens.

VERSÖHNUNG VON HOCHWASSERSCHUTZ UND ÖKOLOGIE.

Darlegung des Problems: Bis vor Kurzem zielte der Planungsansatz von Flussbauarbeiten hauptsächlich auf die Minderung von Gefahren und die Entwicklung hydraulisch geeigneter und stabiler Flussquerschnitte ab. Aufgrund dieser Eingriffe in die Flussregulierung konnten Gebiete im Talgrund für verschiedene Erschließungsinteressen zur Verfügung gestellt werden. Im Gegenzug sind aquatische Lebensräume mit der Zeit immer mehr geschrumpft. Ein gestiegenes soziales Interesse an der Integrität und Funktionsfähigkeit des Ökosystems führte zu einem Umdenken in Bezug auf traditionelle Planungsparadigmen: multifunktionale Lösungen, die Risiken mindern, einen ökologischen Wert schaffen und die Nachfrage nach Erholungsgebieten decken werden inzwischen weitestgehend bevorzugt.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Im Rahmen des von der EU geförderten Interreg III B-Projekts „Flussraumagenda für den Alpenraum“ hat die Abteilung Wasserschutzbauten der Autonomen Provinz Bozen ein Sanierungsprojekt für den Mareta-Fluss ins Leben gerufen.

Lösung / Beschreibung:

Der Mareta fließt durch das Ridanna-Tal in Südtirol und in der Nähe der Stadt Vipiteno in den Eisack. Das Wassereinzugsgebiet ist 209 km² groß und erhebt sich von 935 auf 3470 m ü.M. Der Referenz-Hochwasserabfluss beträgt 90 m³/s bei einem Wiederholungsintervall von 10 Jahren, und 230 m³/s bei einem Wiederholungsintervall von 100 Jahren.

In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurden im Mareta intensive

Kiesgewinnungsmaßnahmen durchgeführt. Später, in den 1980er Jahren, wurden zudem zahlreiche Bauwerke zur Sohlensicherung errichtet, die zu einem Wandel von einem verzweigten zu einem monokursalen Fließgewässertyp geführt und dadurch das Geschiebekontinuum erheblich gestört haben.

Um die Bedingungen der Flusssdynamik und das Flusskontinuum wieder herzustellen, wurde in der ersten Entwicklungsphase durch die Entfernung von 16 Sperren eine erhebliche ökologische Aufwertung erzielt. Die Konsolidierung der Flusssohle wurde durch die Platzierung riesiger Felsbrocken mit einem Mindestgewicht von 2 Tonnen erreicht.

Dazu wurde ein Überwachungsprogramm eingeführt, das die Qualität dieses Flussanierungsprojekts langfristig überprüfen soll. Durch die topographische Bewertung von Querschnittsvariationen konnten morphologische Änderungen festgestellt werden. Der ökologische Zustand wird durch Ad-hoc-Untersuchungen der Vegetation und des Lebensraums überwacht.

Hauptziel dieser Maßnahmen ist die Förderung der Mensch-Fluss-Beziehung. Die Errichtung von Hochwasserschutzbauten im letzten Jahrhundert hat dazu beigetragen, dass die Angst vor Hochwassergefahren gestiegen ist. Doch in diesem neuen Zustand ist der Fluss für alle zugänglich und kann für Erholungszwecke genutzt werden. Der „neue“ Mareta-Fluss ist ein gutes Praxisbeispiel für die Erschaffung einer Symbiose zwischen Mensch und Fluss und bietet gleichzeitig ausreichenden Schutz für risikogefährdete Elemente.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

Weitere Einzelheiten: E-Mail: wasserschutzbauten@provinz.bz.it



Abb. 22: Der Mareta vor und nach der Optimierung der Mensch-Fluss-Symbiose.

Phase des LZM: Betrieb - Umbau von Bauwerken

Darlegung des Problems: Die letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass es insbesondere bei Abflussspitzen nicht möglich ist, Hochwasserprozesse allein durch Wildbachsperrren zu kontrollieren. Aus diesem Grund konzentriert man sich bei bautechnischen Maßnahmen heutzutage auf die Erweiterung der vorhandenen Sammleranlagen und zu Hochwasserrückhaltebecken.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Wissen über hochwassergefährdete Zonen durch Gefahrenkarten, Berücksichtigung von Überlastfällen und Anwendung von Kosten-Nutzen-Analysen bei Schutzkonzepten. **Gesetze,**

Lösung / Beschreibung: Die Naturgefahrenkarten haben gezeigt, dass Gefahren, die in Verbindung mit seltenen und sehr seltenen Ereignissen stehen, sowie Überlastfälle kaum im Einzugsgebiet selbst bewältigt werden können. Insbesondere wenn die finanziellen Mittel begrenzt sind, haben Kosten-Nutzen-Analysen gezeigt, dass die Lösung nicht im Bau von Wildbachsperrren entlang des Gerinnelaufes liegen kann. Aus diesem Grund wurden neue Konzepte erarbeitet bzw. alte geändert.

Abflussmodelle haben gezeigt, dass es bei lange andauernden, schweren Niederschlägen vergleichbar mit den Jahren 1999 und 2000 nicht möglich ist, den gesammelten Abfluss durch die Vorfluter in den Rhein zu leiten. Da Murgänge und Geschiebeablagerungen bei Gewittern ein weiteres Problem darstellen, entstand die Idee, bestehende Sammleranlagen zusätzlich als Retention zu

verwenden. Im Rahmen der Maßnahmen zur Vergrößerung der Sammleranlagen wurden die vorhandenen Sperren überprüft und wo möglich entfernt.

Natürlich sind solche Systemanpassungen nur möglich, wenn ausreichend Raum für Hochwasserrückhalt vorhanden ist und die geologischen Bedingungen diesen Lösungsansatz erlauben. In jedem Fall wurde deutlich, dass zusätzliches Wissen oder sich ändernde Umstände eine Überprüfung der bestehenden bautechnischen Maßnahmen notwendig machen. Die Modifizierung vorhandener Bauwerke ist schwer zu kommunizieren. Die Berücksichtigung von Überlastfällen sowie Kosten-Nutzen-Analysen sind jedoch gute Argumente hierfür.

Ein Beispiel für ein angepasstes System ist die Erweiterung des Rückhaltebeckens in Balzers. Bevor die maximale Kapazität aller Becken auf 100.000 m³ erweitert wurde, hat bereits ein 20-jährliches Hochwasser erhebliche Probleme verursacht. Inzwischen kann ein hundertjährliches Ereignis ohne Schädigung des Dorfes bewältigt werden. Des Weiteren hat die Vergrößerung der Sammleranlagen zu einer verspäteten und selteneren Befüllung des Rückhaltebeckens geführt. Da für die Becken landwirtschaftliche Flächen benutzt werden, können dadurch die Entschädigungszahlungen verringert werden. Aufgrund der Erweiterung der Sammleranlagen ist die grenzüberschreitende Straße zwischen Liechtenstein und der Schweiz von Murgängen geschützt, ohne dass Wildbachsperrren entlang des Rüfelauflaufes errichtet werden mussten.



Abb. 23: Übersicht über Sammleranlagen in der Andrufer und das Rückhaltebecken in Balzers.

B11 - Zustandsbeurteilung von Dämmen zu wasserwirtschaftlichen Zwecken in Slowenien

Slowenien

Phase des LZM: Überwachung, Analyse und Planung

Darlegung des Problems: Das geringe öffentliche Bewusstsein über die Gefahren, die von Dämmen ausgehen, sowie das fehlende Wissen über Notfallmaßnahmen zur Evakuierung im Fall eines Dammbrochs hat das Amt für Zivilschutz und Katastrophenhilfe des Verteidigungsministeriums von Slowenien dazu bewogen, eine umfassende Überprüfung der Dokumentationen und des Zustands der slowenischen Dämme und Becken zu wasserwirtschaftlichen Zwecken durchzuführen (im Jahr 2012).

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Vier Partnerorganisationen: die Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie der Universität von Ljubljana, Hidrotehnik, d.d., IBE, d.d., und das Slowenische Institut für Bauwirtschaft haben an der Auswertung der Analysen mitgewirkt. Im Anschluss hat das Konsortium Empfehlungen zur Verbesserung der Dammsicherheit und zur öffentlichen Aufklärung herausgegeben.

Lösung / Beschreibung: Das Interesse an einer sicheren Nutzung von Dämmen und Becken hat in den letzten Jahrzehnten weltweit zugenommen. Aufgrund der erhöhten Flächennutzung und dem erhöhten Bedarf an Dämmen in der Nähe von Wohngebieten wird immer mehr Aufmerksamkeit auf die Integration entsprechender Systeme in die Umgebung sowie die Erfüllung von Standards gelegt, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Eine tiefergehende Analyse im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „Zustandsbeurteilung von Dämmen zu wasserwirtschaftlichen Zwecken in Slowenien“ (VODPREG) befasste sich anschließend mit öffentlichen Wasserdämmen und -becken (in Besitz des Landes oder der Gemeinden), wobei qualifizierten Betreibern und Besitzern von öffentlichen Wasserwirtschaftsdienststellen eine Konzession gewährt wurde (Endauswahl: 45 Dämme und Stauwehre). In Übereinstimmung mit den nationalen Vorschriften müssen die Tragwerkeigenschaften großer Dämme (mit einer Aufbauhöhe von über 15 m) regelmäßig überwacht werden. Im Rahmen des Projekts wurden die

errichteten Überwachungssysteme für 42 Erddämme überprüft (wobei 8 größer als 15 m waren).

Die Aufgabe wurde in drei Abschnitte aufgeteilt. Im ersten Abschnitt wurde eine Untersuchung aller archivierten Dokumentationen zu den Bauwerken durchgeführt, während im zweiten Abschnitt Felduntersuchungen im folgenden Umfang durchgeführt wurden: (1) Visuelle Prüfung der Bauwerke, (2) Inspektion der mechanischen und elektrischen Ausstattung, (3) Unterwasser-Tauchinspektion. Im dritten Abschnitt wurde ein Synthesebericht mit den relevanten Ergebnissen der durchgeführten Inspektionen erstellt. Aufgrund des ermittelten Zustand fand daraufhin eine Beurteilung des Gefahrenniveaus für jedes einzelne Bauwerk statt.

Nach Erledigung der oben genannten Aufgaben zeigte sich ziemlich schnell, dass bei praktisch allen Dämmen Maßnahmen erforderlich waren. Das endgültige Analyseergebnis umfasste eine Schätzung der Kosten für die Sanierung der einzelnen Dämme sowie eine Bewertung der Gesamtdauer der Sanierungsmaßnahmen. Die Ausgaben für die geplanten Sanierungsmaßnahmen belaufen sich auf ca. 13,6 Millionen €. Die Investitionsstruktur setzt sich wie folgt zusammen: vom Gesamtbetrag werden 12% für die Zusammenstellung der Expertenteams und der technischen Mittel benötigt, 1% für die Zusammenstellung der Dokumentationen, 9% für die Erstellung bzw. Erneuerung der Überwachungssysteme, 54% für Eingriffe in den Dammkörper, 10% für Eingriffe in die Betonstruktur und das Mauerwerk und 14% für Eingriffe in die Sammelbecken und die flussabwärts liegenden Gebiete.

Weitere Informationen / Links:

ACPDR: www.sos112.si (Projektbericht) and SLOvenian COmission on Large Dams (SLOCOLD): www.slocold.si

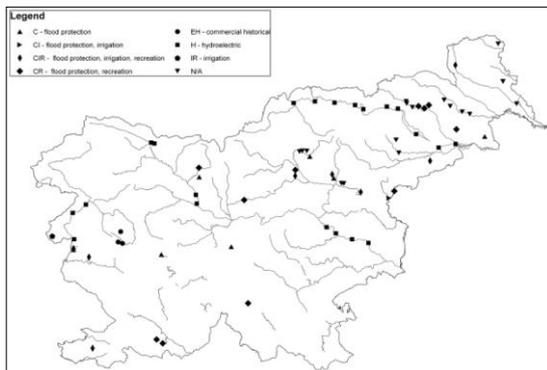


Abb. 24: Projekt VODPREG - 68 in Kategorien aufgeteilte Dämme wurden für die Aufgabe ausgewählt (Kryžanowski et al., 2013).

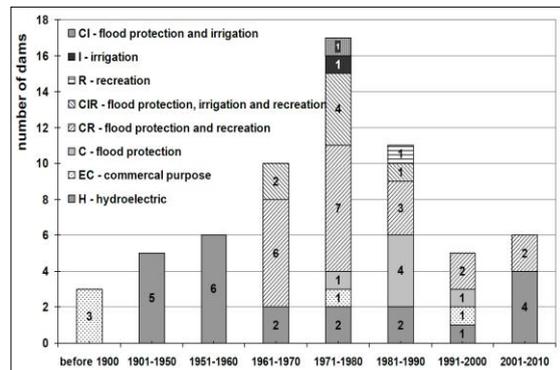


Abb. 25: Dynamik des Dammbaus in Übereinstimmung mit dem Verwendungszweck.

Phase des LZM: Betrieb

Darlegung des Problems: Alte Lawinerverbauungen in der Schweiz bestehen häufig aus Steinmauern und Mauerterrassen. Aufgrund ihrer langen Nutzungsdauer sind die Mauern und Terrassen in vielen Gebieten in einem schlechten Zustand. Da ihre Wirkung gegen das Anbrechen von Lawinen nicht mehr den aktuellen technischen Anforderungen entspricht, stellt sich unweigerlich die Frage, ob die Bauwerke repariert oder besser gleich demontiert und durch moderne Schutzbauten ersetzt werden sollen. Das Bundesamt für Umwelt hat ein Handbuch zur Evaluation von Erhaltungsstrategien für Lawinerverbauungen mit Steinmauern und Mauerterrassen herausgegeben, das in Einzelfällen zur Ermittlung der durchzuführenden Maßnahmen herangezogen werden sollte. Das Handbuch wendet sich an kantonale Stellen und Bauherrschaften.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Der Bauherr bzw. die Eigentümerin der Schutzbauten (zum Beispiel Gemeinde, Kanton, Bahngesellschaft) ist für die Instandhaltung von Schutzbauten verantwortlich. Der Bund kann die Sanierung gemäß dem Waldgesetz subventionieren. Der Besitzer ist für alle Schäden verantwortlich, die mangelhafte Verbauungen bei Dritten verursachen können.

Lösung / Beschreibung: Es gibt etwa 1000 Kilometer Steinmauern und Mauerterrassen zum Schutz gegen Lawinen. Sie wurden zwischen 1890 und 1940 errichtet, woraufhin derartige Techniken durch Stahlschneebrücken oder Schneenetze abgelöst wurden. Die Steinmauern und Mauerterrassen blieben jedoch weiterhin für mehrere Jahrzehnte in Betrieb. In dieser Zeit waren sie den extremen Bedingungen des Hochgebirgsklimas ausgesetzt und wurden teilweise wieder aufgebaut, wenn Teile zerstört wurden (siehe Abbildung 26). Da die Verbauungen das Ende ihrer Lebensdauer

erreicht hatten, war ein allgemeinerer Ansatz für ihre Instandhaltung erforderlich. Für die systematische Evaluation der Verbauungen und die Bestimmung der zu ergreifenden Maßnahmen wurde ein 6-Phasen-Ansatz definiert:

1. Datensammlung: Standort- und Typenbestimmung der Verbauungen
2. Zusammenfassende Beurteilung: Zustand der Verbauung, Bestimmung der zu schützenden Werte
3. Wirkungsbeurteilung: schützende Wirkung der Verbauungen, Gefahren aufgrund der Art der Verbauung
4. Definition möglicher Maßnahmen: Rückbau, Instandsetzung, Ersatz, keine Maßnahme
5. Gesamtbeurteilung der Maßnahmen: Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit
6. Umsetzung der ausgewählten Maßnahme

Für Schritt 1 kann eine Bestandsaufnahme der Verbauungen helfen, einen Überblick zu erhalten und Prioritäten auf regionaler Ebene zu setzen.

In Schritt 5 werden nicht nur technische Argumente zur Gefahrenabwehr in Betracht gezogen, sondern auch allgemeine Kriterien, wie zum Beispiel der Schutz des kulturellen Erbes und der Landschaft. Ein Wirtschaftsmodell vervollständigt die Evaluation der Maßnahmen.

Dieser Ansatz wurde in verschiedenen Kantonen umgesetzt und hat zu einem großen Fortschritt beim Management von alten Lawinerverbauungen geführt.

WEITERE INFORMATIONEN / LINKS:

Margreth S., Blum M. 2011: Gestion des ouvrages paravalanches en murs de pierres et terrasses en maçonnerie. Guide pratique. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1109: 80 p.

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01610/index.html?lang=fr>

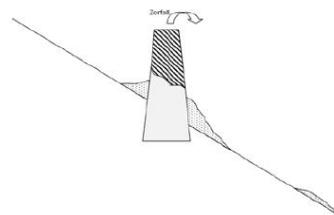


Abb. 26: Rückgebaute Steinmauer gegen Lawinen.

Phase des LZM: Planung
(Sanierung und Alternativen)

NACHDEM WÄHREND ZWEI MURGANGEREIGNISSEN IN DER GUPPENRUNSE EINE REIHE ALTER RÜCKHALTESPERREN ZERSTÖRT WURDEN, IST EIN NEUES SCHUTZSYSTEM IM SINNE DES INTEGRALEN RISIKOMANAGEMENTS GEPLANT.

Darlegung des Problems: Im Jahr 2010/2011 zerstörten und beschädigten zwei Murgangereignisse eine über 100 Jahre alte und 1 km lange Reihe von Rückhaltesperren im Einzugsgebiet des Wildbachs Guppenrunse, sowie Teile des darunterliegenden Kanals. Dies hat das Risiko von Murgängen für die Siedlungen auf den beiden Schuttfächern des Wildbachs erheblich erhöht. Die Behörden mussten entscheiden, ob die alte Reihe von Rückhaltesperren saniert oder andere, geeignetere Schutzstrategien umgesetzt werden sollen.

Rahmenbedingungen (Verantwortlichkeiten, Organisation): Die Kommunen sind für die Sanierung der Schutzmaßnahmen verantwortlich. Das Projekt wird gemeinsam von Bund, Kanton und der Gemeinde finanziert.

Lösung / Beschreibung: Eine detaillierte Analyse anhand eines Murgangmodells unter Berücksichtigung der verschiedenen Szenarien (Komplettsanierung, Teilsanierung oder Wiederaufbau der Sperren) kam zu folgendem Ergebnis: Die Rückhaltewirkung der Sperren auf das Geschiebe an den Schuttfächern liegt praktisch bei Null, da die topografische Situation sowieso eine enorme Geschiebeablagerung am Murkegel verursacht.

Aufgrund dieser Analyse wurde eine neue Variante mit einer anderen Schutzstrategie

erarbeitet. Sie umfasst den Bau von drei Rückhaltesperren, zwei neuen Rückhaltebecken am Murkegel und der Sanierung des Kanals. Das System kann die erwartete Geschiebemenge komplett zurückhalten.

Die neue Variante „Rückhaltung am Murkegel“ hat gegenüber der Variante „Sanierung der Rückhaltesperren“ folgende Vorteile:

- größere Sicherheit im Fall von „Überlastungsereignissen“
- höhere Widerstandsfähigkeit in Verbindung mit einer
- natürlichen Flexibilität während des Prozesses und im Fall von Unsicherheiten bei der Gefahrenbeurteilung (allgemein und in Bezug auf den Klimawandel)
- kombinierter Schutz gegen Murgänge und Lawinen
- bessere Wirtschaftlichkeit (trotz höherer Instandhaltungs- und Baukosten sind die Gesamtkosten niedriger und das Siedlungsgebiet ist einem geringeren Risiko ausgesetzt)

Ein Nachteil der neuen Variante besteht darin, dass eine alternative Trinkwasserversorgung für die Gemeinde Schwändi auf dem Murkegel eingerichtet werden muss, da die neuen Rückhaltebecken sich im Schutzgebiet der einzigen Trinkwasserquelle befinden.

Insgesamt stellt die neue Variante im Vergleich zum alten System einen angemessenen Wandel von kostspieligen Maßnahmen im Einzugsgebiet zu einem neuen System im Sinne des modernen integralen Risikomanagements dar.

Weitere Informationen / Links:
Tiefbauamt of Canton Glarus, Switzerland
<http://www.marty-ing.ch/referenzen.html?1085>

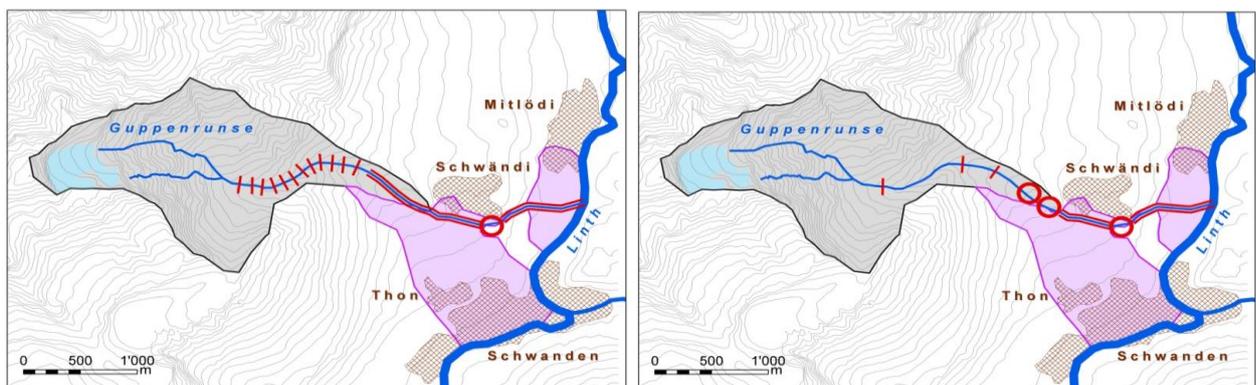


Abb. 27: Links: schematische Karte des alten Schutzsystems mit der zerstörten Reihe von Rückhaltesperren. Rechts: schematische Karte des neuen Schutzsystems mit Rückhaltebecken am Murkegel.

ANHANG C - Bewährte Beispiele aus der Praxis der Mitgliedstaaten zu bautechnischen Details, die die Lebensdauer / Funktionsfähigkeit einer vorhandenen Schutzinfrastruktur verlängern bzw. unterstützen

C1 - Wiederverwendung von alten Bauteilen	55
C2 - Flexible Gittersäulen	55
C3 - Stahlabdeckung des Abflussbereichs von Gabionen	56
C4 - Flexible Balken im Dammbau	56
C5 - Mobile Einheit zur Qualitätskontrolle von Baumaterialien	57
C6 - Sanierung einer alten Betonsperre	58
C7 - Ausbau und Anpassung von alten Steinsperren	58
C8 - Sanierung vorhandener Rückhaltesperren	59
C9 - Modifizierung des Geschieberückhaltebeckens Grosstanne	60
C10 - Geschieberückhalt mit Auslaufsperrre und Ablenkdammm Ottawan	62
C11 - Modifizierung des Geschieberückhaltebeckens Humligentobel	63
C12 - Modifizierung des Geschieberückhaltebeckens Betelriedgraben	64
C13 - Durch seitlichen Gebirgsdruck gefährdete Schutzinfrastrukturen in Wildbächen	65

C1 - Wiederverwendung von alten Bauteilen



Der alte Steindamm war nicht stabil genug. Anstelle eines kompletten Ersatzes wurde er durch rückverankerte Betonsäulen verstärkt. Beispiel Maigraben, Landkreis Rosenheim, Bayern

C2 - Flexible Gittersäulen



Die Stahlsäulen dieses Wildholzrechens können in verschiedenen Abständen zueinander fixiert werden. Auf diese Weise kann das Bauwerk zukünftig den Umständen angepasst werden, ohne dass es neu errichtet werden muss. Beispiel Maigraben, Lkr. Rosenheim, Bayern

C3 - Stahlabdeckung des Abflussbereichs von Gabionen



Gabionen können aufgrund von Abnutzung insbesondere im Abflussbereich leicht zerstört werden. Aus diesem Grund wurden einfach zu ersetzende Stahlplatten installiert, um den stark beanspruchten Teil der Wildbachsperre zu sichern. Beispiel Talgraben, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen, Bayern

C4 - Flexible Träger im Dammbau



Der vertikale Abstand der Stahlträger in diesem Rückhaltedamm kann ohne Weiteres verändert werden. Auf diese Weise kann das Bauwerk zukünftig den Umständen angepasst werden, ohne dass es neu errichtet werden muss. Beispiel Maigraben, Lkr. Rosenheim, Bayern

C5 - Mobile Einheit zur Qualitätskontrolle von Baumaterialien



Mobile Einheit zur Qualitätskontrolle von Baumaterialien in der frühen Bauphase - ein Beitrag zur längeren Lebensdauer und einer erhöhten Zuverlässigkeit von Schutzbauten (Autonome Provinz Bozen)

C6 - Sanierung einer alten Betonsperre



Eine Lösung zur Instandhaltung der Funktionsfähigkeit altersschwacher Sperren ist die Errichtung von massiven Stützbauten aus Stein, die mit den bestehenden Bauwerken verankert und verbunden werden und so zu einem Objekt verschmelzen (zwei Beispiele aus den Wildbächen Mačkov graben und Prošca, Foto: Hidrotehnik, Slowenien)

C7 - Erweiterung und Anpassung von alten Steinsperren



Neue Randbedingungen erfordern die Funktionserweiterung der bestehenden Schutzbauten - eine übliche Maßnahme ist die Erhöhung der Schutzsperren. Auf dem Foto sieht man ein solches Beispiel aus dem Wildbach Lučno: das Bauwerk wurde durch einen Zugang für Besitzer erweitert (mit beweglichen Holzstämmen), die in regelmäßigen Abständen Holz aus den bewaldeten Quellgebieten ausräumen müssen (Foto: Hidrotehnik, Slowenien)

C8 - Sanierung bestehende Sperrentreppe im Steinibach Hergiswil, NW

Die Sperrentreppe im Steinibach, Hergiswil, NW wurde 1956 als Blocksteinsperren erstellt, die auf einem Holzkastenbauwerk gelagert sind. Die durch Kolkbildung freigelegten Holzkastenbauwerke konnten die Stabilität des Systems nicht mehr gewährleisten. 2012/2013 wurden sie mittels einer Vorbetonierung saniert, ein verbesserter Kolkschutz eingesetzt und die Leitwerke saniert.



Situation vor der Sanierung
Quelle: Kanton NW



Situation nach der Sanierung
Quelle: BAFU



Vorbetonierung
Quelle: Kanton NW



Fertiggestellte Vorbetonierung und Holzabdeckung
Quelle: Kanton NW



Bau eines Ersatzdammes

Quelle: Schubiger AG



Vorbetonierungs- und Leitwerke

Quelle: Schubiger AG

C9 - Umbau Geschiebesammler Grosstanne, Steinibach, Hergiswil, NW wegen veränderter Szenarien (Rutschungen)

Da die Rückhaltekapazität des 1979 gebauten, aus 3 Kammern bestehenden Geschiebesammlers Grosstanne mit 15.000 m³ zu klein ist und kein Schwemmholzrückhalt garantiert, wurde er 2013/2014 baulich angepasst. Zur Verbesserung der Statik wurden einerseits die Rückwände der bestehenden Bogensperren aufgedoppelt und die Sperrfüsse mit Betonscheiben versteift. Um ein größeres Rückhaltevolumen zu schaffen, wurde die Bogensperre der mittleren Kammer erhöht. Die unterste Kammer wurde zu einer Holzrückhalte-Kammer umgebaut. Die Prozesse im Geschiebesammler wurden vorgängig durch physikalische Modellversuche simuliert.



Bogendämme 1 und 2 vor der Modifizierung

Quelle: Kanton NW



Bogendämme 1 und 2 nach der Modifizierung

Quelle: Kanton NW



Modifizierung von Bogendamm 3 zur Rückhaltung von Wildholz

Quelle: Kanton NW

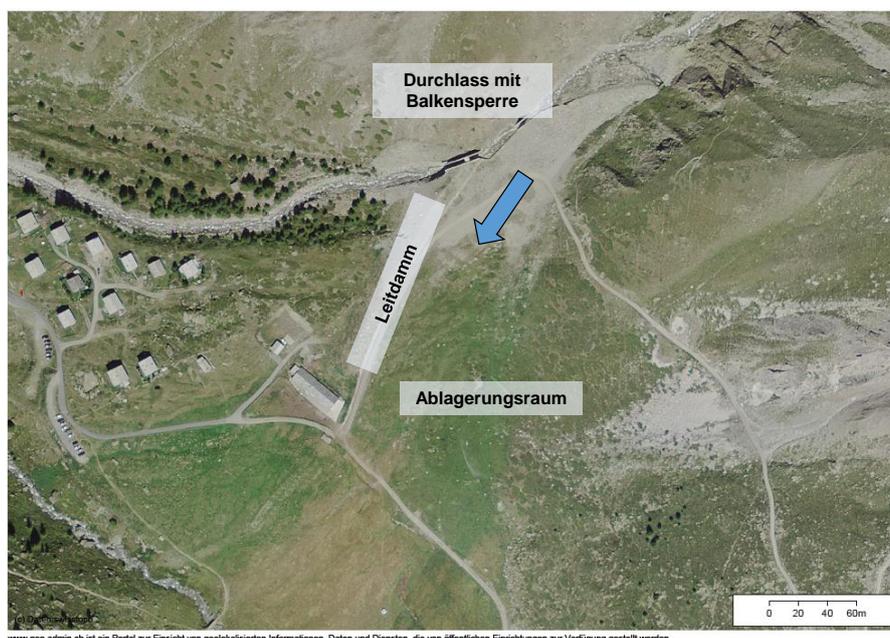


Blick auf die fertiggestellte Konstruktion

Quelle: Schubiger AG

C10 - Geschieberückhalt durch Leitdamm Ottawan, Täsch, VS wegen veränderter Szenarien (Klimawandel)

Durch Auftauen des Permafrosts, aktive Rutschungen und der Gefahr von Ausbrüchen eines Gletschersees ist das Geschiebepotential im Einzugsgebiet des Täschbachs praktisch unendlich und die Gefahr der Siedlung nicht alleine durch Geschiebesammler zu bewältigen. Aus diesem Grund wurde 2006 im Gebiet Ottawan auf der Täschalp ein flexibles Ausleitungssystem für Geschiebe erstellt. Das System beinhaltet einen Durchlass mit einer Balkensperre für den Abfluss und kleinere Ereignisse mit Geschiebe. Während größeren Ereignissen wird das Geschiebe aus dem Gerinne durch ein flexibles Ausleitungsbauwerk entlang eines Leitdamms in einen unbesiedelten Ablagerungsraum geleitet.



Übersicht über das Schutzsystem für das Täsch-Siedlungsgebiet

Quelle: BAFU



Auslaufsperr (rechts), Rechensperre (links von der Auslaufsperr) und Ablagerungsgebiet (links)
Quelle: BAFU

C11 - Umbau Geschiebesammler Humligenbach, Wolfenschiessen, NW zur Berücksichtigung des Überlastfalls

Damit der Geschiebesammler am Humligenbach im Überlastfall nicht in besiedeltes Gebiet, sondern rechts in den Wald entlastet und zusätzlich Schwemmh Holz zurückgehalten werden kann, wurde das Abschlussbauwerk des Sammlers 2004 umgebaut. Bereits bei einem Murgangereignis im August 2005 hat sich der Umbau bewährt.



Rückhaltebecken vor Modifizierung

Quelle: BAFU



Rückhaltebecken nach Modifizierung

Quelle: BAFU

C12 - Umbau Geschiebesammler Betelriedgraben, Blankenburg, BE aufgrund neuer Normen

Aufgrund der neuen Stauanlagenverordnung, die seit 1.1.2013 in der Schweiz in Kraft ist, müssen größere Geschiebesammler und Hochwasserrückhaltebecken neue statische Anforderungen erfüllen. Im Fall des Betelriedgrabens können die Anforderungen durch die bestehende Bogensperre nicht erfüllt werden. Der Umbau des Geschiebesammlers ist in Planung und wird voraussichtlich in den Jahren 2016/2017 realisiert.



Bisherige Bogensperre, Rückhaltebecken Betelriedgraben

Quelle: BAFU



Geplante Modifizierungsmaßnahmen im Rahmen des Hochwasserschutzprojektes

Quelle: Theiler Ingenieure AG

C13 - Durch seitlichen Gebirgsdruck gefährdete Schutzinfrastrukturen in Wildbächen

Wildbachverbauungen unter dem Einfluss von Talzuschüben stellen eine große Herausforderung dar. Vor allem der seitliche Gebirgsdruck hat negative Auswirkungen und führt manchmal zu einer rasanten Zerstörung konventioneller Wildbachsperrern. In Österreich wurden gute Erfahrungen mit einem Bautyp gemacht, bei dem die Flügel der Sperre sich (in gewissem Maße) gegen den stabilen Überlaufbereich bewegen können.



Rückhaltesperre mit verschiebbarem Flügel zum Ausgleich von seitlichem Gebirgsdruck,

Quelle: die.wildbach (Salzburg)

Beständigkeit von Schutzsystemen gegen Alpine Naturgefahren

Erfüllung vielseitiger Ansprüche durch die Anwendung der Prinzipien des *Systems Engineering* und des Lebenszyklusmanagements im Rahmen der Alpenkonvention

PLANALP Broschüre 2014

