

Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen

Erfahrungen und Empfehlungen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen

Erfahrungen und Empfehlungen

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Projektgruppe

Adrian Schertenleib (Vorsitz, BAFU)

Eva Gertsch-Gautschi (Projektleitung, BAFU)

Markus Zimmermann (Externe Beratung, NDR Consulting GmbH)

Catherine Berger (geo7 AG, geowissenschaftliches Büro)

Maike Schneider (geo7 AG, geowissenschaftliches Büro)

Sandro Ritler (HOLINGER AG)

Autorenschaft

Catherine Berger (geo7 AG, geowissenschaftliches Büro)

Maike Schneider (geo7 AG, geowissenschaftliches Büro)

Sandro Ritler (HOLINGER AG)

Begleitung

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Bernard Loup

Kantonale Fachstellen

Marco Achermann (vif Kanton Luzern, Abt. Naturgefahren),

Bruno Gerber (Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK II), Heinz Meier (Amt für Wasser und Energie Kanton St. Gallen, Abt. Wasserbau),

Peter Mosimann (Tiefbauamt Kanton Graubünden, Abt. Wasserbau), Christian Studer (Dienststelle Naturgefahren Kanton Wallis),

Viviana Prada (Ufficio dei corsi d'acqua, Kanton Tessin)

Private Fachbüros

Niki Beyer Portner (ehem. Stucky SA, neu Bureau d'ingénieurs

SABERT SA), Eva Frick (tur GmbH), Markus Gächter

(Marty Ingenieure AG), Stefan Jäggi (Leuzinger & Benz AG,

Kommunikation), Peter Scheiwiller (Schubiger AG Bauingenieure),

Roland Stalder (oeko-b AG)

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2022: Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen. Erfahrungen und Empfehlungen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2210: 74 S.

Lektorat

Fredy Joss, Beatenberg

Gestaltung

Funke Lettershop AG

Titelbild

Beschädigte Wildbachsperran an der Gürbe (BE) im Gebiet der Meieriesli-Rutschung.

© Ingenieurbüro Speerli GmbH

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-2210-d

Der Anhang liegt als separates PDF-Dokument vor.

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2022

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5
Vorwort	6
Zusammenfassung	7
1 Einleitung	8
1.1 Problemstellung	8
1.2 Zielsetzung und Abgrenzung	8
1.3 Methode, Inhalt und Aufbau der Publikation	10
2 Einführung ins Thema	12
2.1 Schutzsysteme in Wildbächen	12
2.2 Systems Engineering	15
2.3 Ansatz für die Entscheidungsfindung	18
3 Übersicht Fallbeispiele	20
3.1 Bisherige Schutzsysteme	21
3.2 Auslöser für das Überprüfen	22
3.3 Künftige Schutzsysteme	22
4 Erfahrungen aus der Praxis	27
4.1 Rahmenbedingungen	27
4.2 Verständnis für das bisherige Schutzsystem	31
4.3 Erarbeitung künftiges Schutzsystem	36
4.4 Übergreifende Aspekte	42
5 Verbindung von Theorie und Praxis	47
5.1 Zusammenführung der Konzepte	47
5.2 Anwendung des Konzepts	50
6 Hinweise zur Umsetzung	52
6.1 Abklärungsschritte	52
6.2 Handlungsempfehlungen	56
7 Ausblick	65
8 Literatur	66
8.1 Allgemein	66
8.2 Fallbeispiele	68
9 Abkürzungen	71
10 Glossar	72

Abstracts

Many torrent control measures in Switzerland are ageing and no longer meet the requirements. What next? Should the function of the existing protection system be maintained, adapted or replaced? This publication provides support in finding a holistic solution on the conceptual level. It guides the reader through the decision-making process in a structured manner and recommends an open-ended examination of all options. Experiences from ten Swiss torrents illustrate different possible solutions for dealing with their ageing protection systems. Step-by-step guidance and recommendations support decision makers and planners in finding solutions.

Viele Wildbachverbauungen in der Schweiz sind in die Jahre gekommen und erfüllen die an sie gestellten Anforderungen nicht mehr. Wie weiter? Soll das bestehende Schutzsystem in seiner Funktion erhalten, angepasst oder gewechselt werden? Die vorliegende Publikation unterstützt bei der gesamtheitlichen Lösungsfindung auf Konzeptstufe. Sie führt strukturiert durch den Entscheidungsprozess und regt zu einer ergebnisoffenen Prüfung aller Möglichkeiten an. Erfahrungen aus zehn Schweizer Wildbächen, bei welchen unterschiedliche Lösungen für den Umgang mit dem jeweiligen alternden Schutzsystem gefunden wurden, veranschaulichen das Vorgehen. Konkrete Abklärungsschritte und Handlungsempfehlungen unterstützen Planende und Verantwortliche bei der Lösungsfindung.

En Suisse, de nombreux ouvrages de protection contre les torrents ont pris de l'âge et ne répondent plus aux exigences imposées. Faut-il alors conserver, adapter ou changer la fonction du système de protection existant ? La présente publication aide à trouver une solution globale au niveau conceptuel. Elle guide de manière structurée à travers le processus de décision et incite à examiner l'ensemble des possibilités indépendamment du résultat. La procédure est illustrée par les expériences sur dix torrents suisses, pour lesquels différentes solutions ont été trouvées pour faire face au vieillissement des systèmes de protection. Les étapes de clarification concrètes ainsi que les recommandations d'action aident planificateurs et responsables à trouver des solutions.

In Svizzera molte opere di sistemazione dei torrenti sono arrivate alla fine della loro durata di vita e non soddisfano più i requisiti. Come procedere? La funzione del sistema di protezione esistente deve venir mantenuta, adeguata o cambiata? La presente pubblicazione fornisce un supporto a livello concettuale nel processo di individuazione di una soluzione. Essa guida il lettore in modo strutturato attraverso il processo decisionale e incoraggia a un esame aperto di tutte le possibilità. Il procedere è illustrato attraverso le esperienze fatte su dieci torrenti svizzeri, dove sono state trovate differenti soluzioni per la gestione dei rispettivi vecchi sistemi di protezione. Le fasi di approfondimento e le raccomandazioni pratiche sostengono i progettisti e i responsabili nell'individuazione della soluzione.

Keywords:

torrent, ageing protection systems, flood protection, life cycle, systems engineering

Stichwörter:

Wildbach, alternde Schutzsysteme, Hochwasserschutz, Lebenszyklus, Systems Engineering

Mots-clés :

torrent de montagne, systèmes de protection vieillissant, protection contre les crues, cycle de vie, ingénierie des systèmes

Parole chiave:

torrente, vecchio sistema di protezione, protezione contro le piene, ciclo di vita, ingegneria dei sistemi

Vorwort

Wildbachverbauungen haben in der Schweiz Tradition. Seit der Einführung des Eidg. Forstgesetzes im Jahr 1876 wurden unserer Wildbäche umfangreich mit Entwässerungsgräben, Hangsicherungen, Sperrentreppen, Geschiebesammlern, Dämmen und anderen Bauwerken verbaut. Diese Massnahmen ermöglichen seit dem 20. Jahrhundert eine intensivere Nutzung der Schwemmkegel.

Der Wiederbeschaffungswert der heute bestehenden Hochwasserschutzinfrastruktur in der Schweiz liegt bei 35 – 40 Mrd. CHF. Ein grosser Teil davon befindet sich in Wildbächen in Form von Tausenden von Schutzbauten unterschiedlichen Alters und Zustands. Mit Unterhalt und Schutzbautenmanagement lässt sich die Lebensdauer dieser Schutzsysteme verlängern. Viele Schutzsysteme kommen aber zunehmend dem Ende ihrer Lebensdauer entgegen. Bei der Diskussion über ihre Zukunft stellt sich oft die Frage, ob sie in ihrer ursprünglichen Art und Weise den heutigen Anforderungen noch genügen. Diese Anforderungen haben sich nämlich über die Jahrzehnte stark verändert. Der Umgang mit Naturgefahren besteht heute nicht mehr in einer reinen Gefahrenabwehr, sondern wird mittels integrelem Risikomanagement angegangen. Es stehen dabei nicht mehr nur rein bauliche Massnahmen im Fokus, sondern eine optimale Kombination aus raumplanerischen, organisatorischen, technischen und ingenieurbioologischen Massnahmen. Heute müssen Schutzsysteme höheren Ansprüchen genügen und robust bei Überlastung sowie flexibel gegenüber Unsicherheiten wie z. B. dem Klimawandel sein. Der wirtschaftliche Mitteleinsatz der öffentlichen Hand muss ebenfalls gewährleistet sein. Im Vergleich zu früher ist den ökologischen Aspekten mehr Beachtung zu schenken. Eine Überprüfung eines bestehenden Schutzsystems ist deshalb unumgänglich, bevor grössere Investitionen zu seinem Erhalt oder Ersatz getätigt werden.

Der Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen wird zunehmend eine Herausforderung. Dies hat das Bundesamt für Umwelt bewogen, Erfahrungen bei der Überprüfung von alternden Schutzsystemen aus der Praxis aufzuarbeiten und als Empfehlung einem breiten Publikum zugänglich zu machen. Dazu wurde eine Analyse von zehn Fallbeispielen aus der ganzen Schweiz durchgeführt, bei denen eine bewusste Überprüfung des alternden Schutzsystems stattgefunden hat. Daraus konnte ein strukturiertes Vorgehen entwickelt werden, das im Einzelfall hilft, den Übergang eines Schutzsystems in den nächsten Lebenszyklus optimal zu gestalten.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern dieser spannenden Publikation viel Inspiration für den künftigen Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen.

Paul Steffen, stellvertretender Direktor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Zusammenfassung

In den Wildbächen der Schweiz wurden seit Mitte des 19. Jahrhunderts Tausende Schutzbauten und Schutzsysteme erstellt. Viele dieser Schutzbauten haben das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und es stellt sich die Frage, ob und wie diese Bauten in die Zukunft überführt werden sollen. Über die Jahre fanden Veränderungen der Schutzsysteme statt, z. B. durch Ergänzungen, Anpassungen oder Auflösen von Massnahmen. Die Einzugsgebiete der Wildbäche haben sich z. B. durch veränderte Nutzung, Ereignisse oder den Klimawandel verändert. Der in der Gesellschaft stattfindende Wandel wird z. B. durch veränderte Schutzansprüche und Anforderungen an Schutzsysteme deutlich. In Anbetracht dieser vielfältigen Veränderungen und der zu erwartenden Entwicklungen ist die Frage nach einem geeigneten Umgang mit alternden Schutzsystemen in vielen Schweizer Wildbächen aktuell und das Bedürfnis, Antworten zu finden, wird in den nächsten Jahren zunehmen.

Die vorliegende Publikation unterstützt Fachpersonen aus der Praxis und von Behörden bei der Lösungsfindung beim Umgang mit alternden Schutzsystemen auf Konzeptstufe. Das Schutzsystem wird dabei in seiner Gesamtheit (Einzugsgebiet bis zur Mündung der Wildbäche in den Vorfluter und unter der Berücksichtigung von Wechselwirkungen, bedingt durch gesellschaftliche Aspekte) betrachtet. Neben der aktuellen Situation werden sowohl vergangene als auch künftige Entwicklungen berücksichtigt. Das vierteilige Konzept dieser Publikation führt strukturiert zu nachvollziehbaren Entscheidungen (Abb. 1):

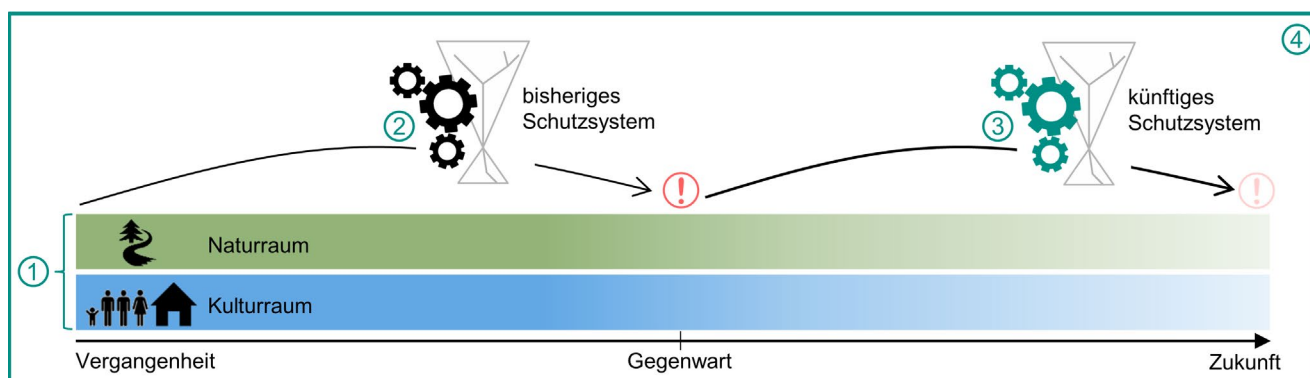
- **Schritt 1:** Kenntnis der einstigen, aktuellen und künftigen Rahmenbedingungen aus Naturraum und Kulturräum.
- **Schritt 2:** Verständnis für das bisherige Schutzsystem und die Auslösung seines Überprüfens.
- **Schritt 3:** Erarbeitung eines Schutzkonzepts für ein zweckmässiges und nachhaltiges künftiges Schutzsystem.
- **Schritt 4:** Berücksichtigung von übergreifenden Aspekten wie dem allgemeinen Umgang mit Naturgefahren, die sich wandelnden Ansprüche an ein Schutzsystem oder die Kommunikation mit den Beteiligten.

Im Rahmen dieser Betrachtung wird die Geschichte bekannt, die Gegenwart verstanden und die Zukunft nachhaltig geplant. Die vier Schritte leiten durch eine ergebnisoffene und systematische Prüfung von alternden Schutzsystemen und regen an, über alle Möglichkeiten für ein künftiges Schutzkonzept nachzudenken. Das künftige Schutzsystem wird bereits bei der Planung in seinem gesamten, anstehenden Lebenszyklus betrachtet.

Zehn Fallbeispiele veranschaulichen den Umgang mit alternden Schutzsystemen. Konkrete Abklärungsschritte und Handlungsempfehlungen unterstützen Fachpersonen aus der Praxis und von Behörden beim nachhaltigen Umgang mit alternden Schutzsystemen.

Abb. 1: Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen

ⓘ Zeitpunkt des Überprüfens eines Schutzsystems



1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Seit ca. 160 Jahren wird an der Gürbe in den Berner Voralpen Hochwasserschutz betrieben. Herzstück des bisherigen Schutzsystems im Gürbeoberlauf ist eine Sperrentreppe mit über 100 Einzelsperren. Der Bau der Sperren begann 1858 und vor allem nach Ereignissen wurden sie bis in die späten 1990er-Jahre stetig erneuert, ergänzt und angepasst (Abb. 2). Die ursprüngliche strategische Zielsetzung hinter der Verbauung, nämlich der «Rückhalt des Geschiebes im Einzugsgebiet» insbesondere bei häufigen kleinen und mittleren Ereignissen, wurde über die Jahre beibehalten. Der Naturraum und die Gesellschaft haben sich indes über die Zeit verändert. Beispielsweise hat sich die Walddzusammensetzung im Einzugsgebiet entwickelt und Rutschungen haben tiefgreifende Änderungen im System verursacht. Auch Schutzansprüche, das Verständnis für den Umgang mit Naturgefahren und die technischen Möglichkeiten haben sich gewandelt. Ist das bestehende, über die Zeit gewachsene Schutzsystem an der Gürbe heute noch zeitgemäss? Erfüllt es die Anforderungen z. B. in Bezug auf Schutzwirkung, Wirtschaftlichkeit und Ökologie? Um Antworten auf diese Fragen an der Gürbe zu finden, wurde ein «Schritt zurück» gemacht. Dieser ermöglichte, das bestehende Schutzsystem mit Abstand, in seinem Gesamtkontext und in seiner Entwicklung über die Zeit zu betrachten. Auch mussten langjährige Gewohnheiten hinterfragt werden. An der Gürbe wird von allen Akteuren im Hochwasserschutz die langfristig beste Lösung für den Umgang

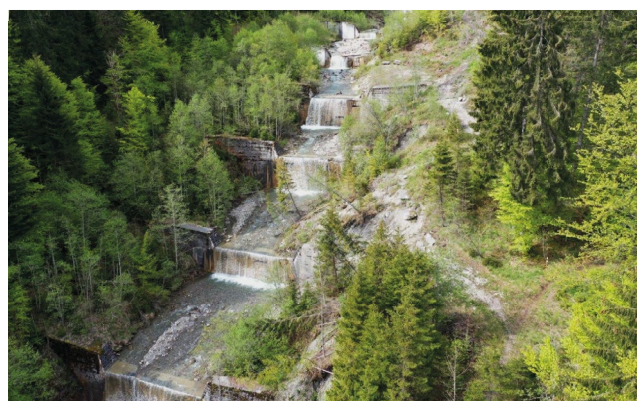
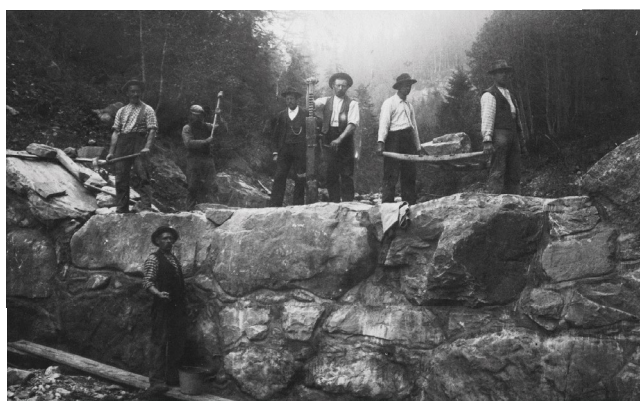
mit dem alternden Schutzsystem und dessen Überführung in ein zweckmässiges künftiges Schutzsystem gesucht. Die finanziellen Mittel sind beschränkt und die Ausgangslage ist komplex, sowohl fachlich als auch in Bezug auf die Emotionen, die mit dem alternden Schutzsystem verbunden sind. Die Diskussionen an der Gürbe sind zum aktuellen Zeitpunkt (Ende 2021) noch im Gange. Sie haben durch eine grosse Rutschung, welche im Frühjahr 2018 viele Sperren stark beschädigt hat, an Aktualität gewonnen.

Die Gürbe ist kein Einzelfall. Die Frage nach einem geeigneten Umgang mit alternden Schutzsystemen ist in sehr vielen Schweizer Wildbächen aktuell und das Bedürfnis, Antworten zu finden, wird in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Zur Unterstützung der Lösungsfindung liess das Bundesamt für Umwelt BAFU die vorliegende Publikation erarbeiten.

1.2 Zielsetzung und Abgrenzung

Die vorliegende Publikation richtet sich an interessierte Fachpersonen, die mit der Thematik Hochwasserschutz vertraut sind, bisher aber wenig Erfahrung im Umgang mit alternden Schutzsystemen sammeln konnten. Die Publikation zeigt auf, wie ein Umgang mit alternden Schutzsystemen gefunden werden kann und in verschiedenen Beispielen auch gefunden wurde. Weiter unterstützt sie Fachpersonen bei den konzeptionellen Überlegungen auf dem Weg zu einem konkreten Projekt.

Abb. 2: Gürbesperren um 1900 (links, C. Bähler aus [52]) und im Jahr 2021 (rechts, Ingenieurbüro Speerli GmbH)



Ausgangslage für die vorliegende Publikation ist der Bedarf für das Überprüfen von bestehenden Schutzsystemen in Wildbächen. Bevor erneut Investitionen getätigt werden, ist zu prüfen, ob das gewählte Schutzsystem das Richtige ist. Der Zeitpunkt der Auslösung der konzeptionellen Überprüfung des Gesamtsystems wird in der vorliegenden Publikation mit dem Symbol eines Ausrufezeichens ⚠ gekennzeichnet. Anhand von Vorgehensweisen und Erfahrungen aus der Praxis wird aufgezeigt, wie ein gesamtheitlicher und lebenszyklusbezogener Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen gefunden werden kann. Ein theoretisches Konzept bildet dazu die Basis und zehn Fallbeispiele aus der ganzen Schweiz zeigen exemplarisch Möglichkeiten für die Lösungsfindung. Die Erfahrungen verschiedener Betroffener und Fachpersonen helfen beim Entscheidungsprozess, es können jedoch keine Standardlösungen und -vorgaben erwartet werden. Anstelle davon hilft ein systematisches Vorgehen, das strukturiert durch den ergebnisoffenen Entscheidungsprozess führt, die relevanten Themen anspricht und dazu inspiriert, über eine mögliche Veränderung oder Anpassung bestehender Schutzsysteme nachzudenken. Obschon in der vorliegenden Publikation zum Teil sehr alte (vor 1900 erstellte) Schutzsysteme untersucht wurden, bezieht sich das Wort «alternd» weniger auf das absolute Alter als vielmehr auf die Tatsache, dass ein bestehendes Schutzsystem den aktuellen Ansprüchen nicht mehr gerecht wird. Dies kann bereits bei wenigen Jahre oder Jahrzehnte alten Bauten der Fall sein. Beispielsweise haben einige in den 1990er-Jahren an der Gürbe erstellten Betonsperren das Lebensende bereits erreicht.

Betrachtet wird in der vorliegenden Publikation das gesamte Schutzsystem mit dem ihm zugrunde liegenden Schutzkonzept. Der Fokus liegt auf dem Aufzeigen von generellen Überlegungen auf Stufe eines Konzeptstudiums. Die vorliegende Publikation gliedert sich in eine Reihe von Literatur zum Thema Umgang mit Naturgefahren und Risikomanagement im Allgemeinen sowie zum Umgang mit alternden Schutzbauten im Speziellen. Die in bestehender Literatur bereits behandelten Themen werden im Rahmen der vorliegenden Publikation nicht repetiert, sondern an gegebener Stelle wird auf entsprechende Quellen verwiesen. Ausgewählte ergänzende Publikationen sind im Folgenden aufgeführt.

Literatur, die sich auf internationaler Ebene mit der Thematik alternder Schutzsysteme befasst, ist z. B.

- PLANALP (2014): Beständigkeit von Schutzsystemen gegen Alpine Naturgefahren. [21]
- Kokai G. et al. (2014): Auffassung entbehrllicher Sperrbauwerke in einem Wildbacheinzugsgebiet – Ein integrales Sanierungskonzept. [18]
- Rimböck A. et al. (2012): Integrale Wildbachentwicklungskonzepte – Ein neuer Ansatz, um Erhalt und Zukunftsanforderungen in Einklang zu bringen? [23]
- Rudolf-Miklau F., Rimböck A. (2016): Komplexe Schutzsysteme gegen Naturgefahren: Systemdesign und Lebenszyklusmodell. [25]
- Stauder F., Rimböck A. (2014): Historisch gewachsene Wildbachschutzsysteme – Fit für die Zukunft? [33]

Antworten auf Fragen zum detaillierten technischen Umgang mit Schutzbauten (Einzelbauwerke) werden in der vorliegenden Publikation nicht behandelt, sondern können beispielsweise in folgenden Arbeitsgrundlagen nachgeschlagen werden:

- AWN Graubünden et al. (2018): Handbuch Schutzbautenkontrolle. [1]
- BAFU (2018): Konzept Management von Schutzbauten gegen gravitative Naturgefahren in der Schweiz. [6]
- BAFU (Hrsg.) (2020): Datenmodell Schutzbauten Naturgefahren. [10]
- Romang H. (2008): Wirkung von Schutzmassnahmen. PROTECT. [24] (derzeit in Überarbeitung)
- SIA 469 (1997): Erhaltung von Bauwerken. [32]
- Suda J. (2012): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren. [34]
- Suda J., Mehlhorn S. (2013): Schutzbauwerke der Wildbachverbauung. [35]

Bei der Projektorganisation, der zeitlichen Abfolge und Gliederung von Arbeitsschritten bei Hochwasserschutzprojekten sowie bei der Kommunikation unterstützen z. B.

- BWG (2001): Hochwasserschutz an Fließgewässern. Wegleitung. [14] (derzeit in Überarbeitung)
- BAFU (2016): Von der Risikoanalyse zur Massnahmenplanung. Arbeitsgrundlage für Hochwasserschutzprojekte. [3]
- BAFU (2019): Handbuch für die Partizipation bei Wasserbauprojekten. [8]

- BAFU (2020): Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz. [9]
- PLANAT (2015): Praxiskoffer Risikodialog Naturgefahren. [22]
- SIA 102 (2020): Planungsphasen. [31]

Weiter sind beim Umgang mit alternden Schutzsystemen u. a. folgende gesetzliche Grundlagen und Vollzugshilfen zu beachten:

- Bundesgesetz über den Wasserbau (Wasserbaugesetz WBG). [27] (derzeit in Überarbeitung) [28]
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz GschG). [29]
- Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz WaG). [30]
- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG). [26]
- BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018): Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020–2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1817. [7]

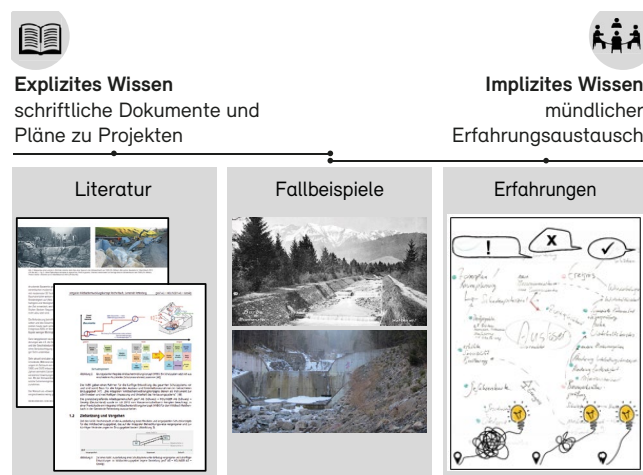
Konkrete, detaillierte Angaben für die Beurteilung der Zweckmässigkeit inkl. Zuverlässigkeit bestehender Schutzsysteme liegen im Moment noch nicht vor. Verbindliche Anweisungen für einen allfälligen Rückbau bestehender Schutzbauten lassen sich nicht verallgemeinern und müssen im Einzelfall betrachtet werden.

1.3 Methode, Inhalt und Aufbau der Publikation

Die Publikation baut auf Literatur, der Analyse von Fallbeispielen sowie dem Austausch mit Fachpersonen und Betroffenen auf. Das vorhandene Wissen zum Umgang mit alternden Schutzsystemen kann nur zum Teil aus Dokumenten erlangt werden, weshalb Gespräche eine zentrale Rolle spielten (Abb. 3).

Literatur: Die Einführung ins Thema erfolgt in Kapitel 2 dieser Publikation. Bestehende Konzepte für den Umgang mit Naturgefahren im Allgemeinen (integrales Risikomanagement, Kapitel 2.1.2) und für den Umgang mit alternden Schutzbauten (Lebenszyklusmodell und Schutzbautenmanagement, Kapitel 2.1.3) sowie Schutzsystemen (Systems Engineering, Kapitel 2.2) werden vorgestellt.

Abb. 3: Methodische Basis der Publikation



Auf ausgewählte Literatur wird an gegebener Stelle verwiesen. Die Quellenangaben und Verweise sind als Auswahl zu verstehen und haben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

Fallbeispiele: Zehn Fallbeispiele, bei welchen ein Umgang mit alternden Schutzsystemen gefunden wurde, bilden das Kernstück der Publikation. Die Beispiele werden in Kapitel 3 vorgestellt und in Kapitel 4 werden die beim Entscheidungsprozess gemachten Erfahrungen präsentiert. Im Anhang wird jedes Fallbeispiel in einem Faktenblatt vorgestellt. Die Auswahl der betrachteten Beispiele erfolgte durch Fachpersonen: Aus einer breiten, durch die Begleitgruppenmitglieder zusammengetragenen Sammlung von ca. 40 Wildbächen wurden durch die Projektgruppe zehn Beispiele bestimmt (Abb. 13). Die Auswahl erfolgte nach den in Tabelle 1 präsentierten Kriterien, wobei ausgewählte Anforderungen (Umgang gefunden, Grobplanung abgeschlossen und Dokumentation vorhanden) zwingend erfüllt sein mussten.

Erfahrungen: Die Erfahrungen der Begleitgruppenmitglieder und Beteiligten aus den Fallbeispielen zu konkreten Anwendungsschritten und Handlungsempfehlungen für den Umgang mit alternden Schutzsystemen werden in Kapitel 6 zusammengefasst. Im Gegensatz zu den vorherigen, allgemeineren Kapiteln, richtet sich das detaillierte Kapitel 6 primär an die Fachpersonen, die sich mit einer konkreten Lösungsfindung auseinandersetzen.

Die Verbindung zwischen Theorie (Kapitel 2) und Praxis (Fallbeispiele Kapitel 3 und 4) wird in Kapitel 5 hergestellt. Dort wird die allgemeine Struktur für den Umgang mit alternden Schutzsystemen zusammengefasst. Im Ausblick (Kapitel 7) wird an die nächsten Schritte im Projektierungsprozess angeknüpft und der übergeordnete Lebenszyklus der Schutzsysteme wird noch einmal aufgenommen.

Die in der vorliegenden Publikation zusammengestellten Informationen stammen aus den umfangreichen Projektdokumentationen (technische Berichte, Pläne etc.) der einzelnen Fallbeispiele, dem Austausch mit der Begleitgruppe und einem mündlich durchgeführten Erfahrungsaustausch pro Fallbeispiel. Am Erfahrungsaustausch nahmen Vertreterinnen und Vertreter der kantonalen Wasserbaufachstelle, der betroffenen Gemeinde und/oder für den Gewässerunterhalt zuständigen Organisation (z. B.

Schwellenkorporation) und Fachpersonen aus der Planung teil. Die verwendeten Unterlagen sind im Literaturverzeichnis aufgeführt, die Gesprächspartnerinnen und -partner werden im Anhang bzw. im Impressum genannt. Um die Lesbarkeit der folgenden Kapitel zu vereinfachen und den Datenschutz zu gewährleisten, wurde auf ein detailliertes Referenzieren der Aussagen verzichtet. Für eine optimale Vergleichbarkeit der Fallbeispiele wurden die Informationen möglichst strukturiert und einheitlich dargestellt, was z. T. Verallgemeinerungen und Vereinfachungen bedingte.

Für das Verständnis wichtige Begriffe sind im Glossar aufgeführt und im Text **fett** hervorgehoben. Eine Einführung ins Thema erfolgt im nächsten Kapitel. Ein Grundverständnis für den Hochwasserschutz wird dabei vorausgesetzt.

Tab. 1: Kriterien für die Auswahl der zehn analysierten Fallbeispiele

Kriterium	Beschreibung
Fragestellung (!)	Es muss ein Umgang mit dem alternden Schutzsystem gefunden worden sein.
Projektstand (!)	Planung vorzugsweise abgeschlossen oder weit fortgeschritten.
Dokumentation (!)	Das Beispiel ist umfassend dokumentiert. Es liegen schriftliche Unterlagen und Pläne sowohl zum bisherigen als auch zum künftigen Schutzsystem vor.
Regionale Abdeckung	Die Beispiele sind über den gesamten Schweizer Alpen- und Voralpenraum verteilt und decken verschiedene Sprachregionen und Kantone ab.
Einzugsgebiet	Verschiedene Einzugsgebietsgrössen und -charakteristiken werden berücksichtigt.
Projektumfang	Die Investitionen in die künftigen Schutzsysteme umfassen unterschiedliche Grössenordnungen.
bisheriges Schutzsystem	Die Beispiele zeigen eine breite Palette an bestehenden Schutzsystemen, u. a. in Bezug auf Alter und Schutzmassnahmen.
Funktionaler Systemwechsel, -anpassung oder -erhalt	Es gibt keinen allgemeingültigen «richtigen» Umgang mit alternden Schutzbauten und keine für alle Systeme geltende Lösung. Die Beispiele decken die generellen Möglichkeiten ab: Systemwechsel, Systemanpassung, Systemerhalt.

(!) Ausschlusskriterium, falls nicht erfüllt

2 Einführung ins Thema

Für das Verständnis der folgenden Ausführungen werden ausgewählte Begriffe und Konzepte erläutert. Der Fokus liegt auf Konzepten zum Umgang mit Naturgefahren im Allgemeinen und zum Umgang mit alternden Schutzbauten und Schutzsystemen im Speziellen, in die sich die Publikation einordnet.

2.1 Schutzsysteme in Wildbächen

2.1.1 Wildbäche und Wildbachprozesse

«Wildbäche sind oberirdische Gewässer mit zumindest streckenweise grossem Gefälle, rasch und stark wechselndem Abfluss und zeitweise hoher Feststoffführung» (DIN 19663, 1985). Obwohl ein jeder Wildbach aufgrund seiner Einflussfaktoren und Einzelprozesse einzigartig ist, gleichen sich die räumliche Gliederung und die darin vorherrschenden Prozesse (Abb. 4) [16]. Hochwasser, Geschiebe- und Schwemmholtztransport, Murgänge, Gerinneerosion, Seitenerosion, Gerinneausbrüche, Oberflächenerosion und Rutschungen sind die hauptsächlichen Prozesse, die in Wildbächen auftreten und die Risiken für Menschen und ihren Lebensraum erhöhen können [24]. Charakteristisch für Wildbäche ist, dass sich diese Prozesse überlagern und gegenseitig beeinflussen.

2.1.2 Integrales Risikomanagement (IRM) und Schutzsysteme

Der Umgang mit Naturgefahren richtet sich in der Schweiz nach dem **integralen Risikomanagement (IRM)**. Dabei

werden Gefahren und Risiken in einem systematischen Vorgehen ganzheitlich analysiert und bewertet. Wichtig ist auch, dass unterschiedliche Handlungsoptionen unter Miteinbezug aller Akteure geprüft werden. Die optimale Kombination von **Schutzmassnahmen** bildet ein **Schutzsystem** (Abb. 5). Jedem Schutzsystem liegt ein **Schutzkonzept** zugrunde, also ein konkretes Vorgehen für die effektive und wirtschaftliche Massnahmensetzung, mit welchem die strategischen Zielvorgaben erreicht werden sollen. Gemäss der laufenden Revision des Wasserbaugesetzes sollen künftig alle Typen von Massnahmen berücksichtigt werden, die das Risiko reduzieren. Während **Schutzbauten (bauliche Massnahmen)**, **ingenieurbio-logische Massnahmen** und der Gewässerunterhalt die Gefahr vermindern, wirken **raumplanerische Massnahmen** auf das Schadenpotential [28]. **Organisatorische Massnahmen** beeinflussen primär die Präsenzwahrscheinlichkeit und Verletzlichkeit von Schadenobjekten, teilweise auch die Gefahr. Weitere Ausführungen zur Abgrenzung von Wildbachsystemen, den darin ablaufenden Prozessen und möglichen Schutzmassnahmen können z. B. in [11] oder [24] nachgelesen werden.

Abb. 4: Räumliche Gliederung von Wildbachsystemen nach [16] am Beispiel Merdenson (VS) (links)

Räumliche Gliederung		Vorherrschende Prozesse
1	Einzugsgebiet	• Abflussbildung • Geschiebeaufbereitung – Gerinne • Geschiebeaufbereitung – Hang • Geschiebemobilisierung im Gerinne • Geschiebetransport im Gerinne • Geschiebeablagerung im Gerinne
2	Kegelhals	• Mögliche Ausbruchsstelle Wasser/Geschiebe
3	Schwemmkegel	• Geschiebeablagerung i.d.R. dominierend • evtl. Austritt Wasser/Geschiebe • Eintrag Wasser/Geschiebe in Vorfluter

Abb. 5: Schutzsystem, Schutzmassnahme und Massnahmentyp im integralen Umgang mit Naturgefahren

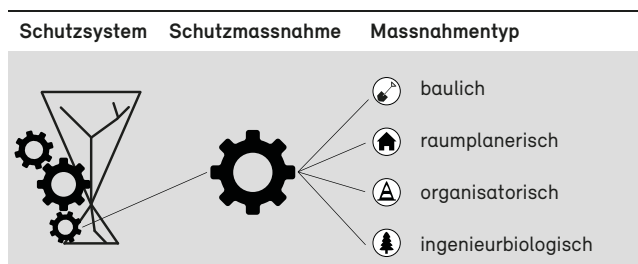
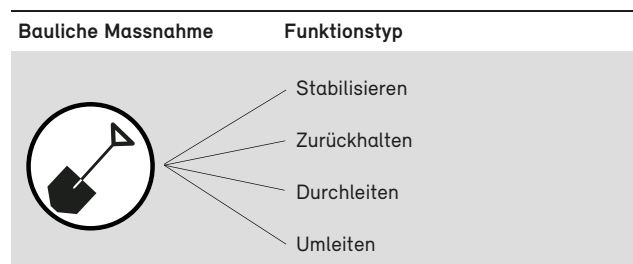


Abb. 6: Kategorisierung der baulichen Massnahmen nach ihrem Funktionstyp



2.1.3 Schutzbauten und Schutzbautenmanagement

Lange Zeit lag der Fokus beim Umgang mit Naturgefahren auf den baulichen Massnahmen und der Gefahrenabwehr. Ansätze wie das integrale, risikobasierte Vorgehen und die Ausarbeitung einer optimalen Massnahmenkombination kamen erst später auf. Bauliche Massnahmen sind in den alternden Schutzsystemen daher meist Hauptelemente und bilden auch in der vorliegenden Publikation zentrale Elemente. Je nach genereller Wirkung der baulichen Massnahmen auf den Gefahrenprozess werden verschiedene Funktionstypen unterschieden (Abb. 6 und Tab. 2).

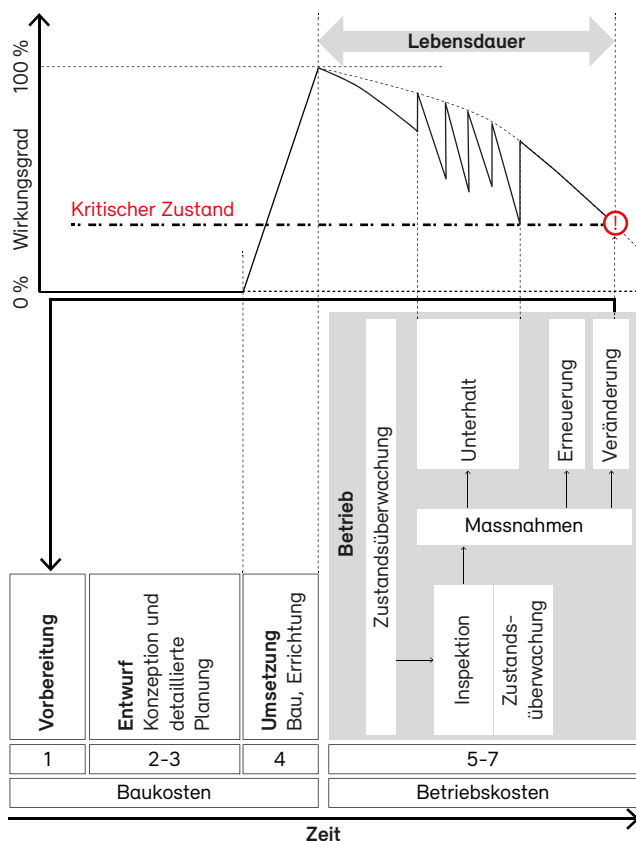
An den **Schutzbauten** (bauliche Einzelmassnahme), unabhängig welchen Funktionstyps, wird das Altern von Schutzsystemen besonders offensichtlich. Nachdem eine Schutzbaute errichtet wurde (Umsetzung), hat sie eine Schutzwirkung (Wirkungsgrad), die mit zunehmender Lebensdauer abnimmt. Durch regelmässigen Unterhalt kann die Wirkung von Schutzbauten verlängert und über die Dauer ihrer Nutzung gewährleistet werden (Abb. 7).

Während der Betriebsphase von Schutzbauten soll das **Schutzbautenmanagement** gemäss [6] ablaufen: Der Zustand der Schutzbauten wird periodisch systematisch erfasst und bewertet. Als Reaktion auf festgestellte Mängel werden Massnahmen geplant und umgesetzt. Der **Schutzbautenkataster** bildet eine Übersicht, wo sich welche Schutzbauten in welchem Zustand befinden. Im Rahmen des Schutzbautenmanagements wird festgehalten, wie zukünftig mit diesen Schutzbauten umgegangen werden soll. Das Schutzbautenmanagement ist Teil der Gesamtplanung zur Umsetzung des IRM in einem Gebiet. Während des Betriebs beschränkt sich die Überprüfung (Inspektion, Abb. 7) in der Regel auf einzelne Bauwerke. Bevor Erhaltungsmassnahmen ergriffen werden, ist jeweils zu prüfen, ob das Bauwerk noch das Richtige ist. Ist dies nicht der Fall und/oder ist das Ende der Lebensdauer einer oder mehrerer Schutzbauten erreicht, bei ausserordentlichen Schäden oder begründeten Zweifeln an der Zuverlässigkeit eines Bauwerks, wird die konzeptionelle Überprüfung ausgelöst (⚠ in Abb. 7). Dabei wird nicht mehr nur das einzelne Bauwerk, sondern «das

Tab. 2: Funktionstypen und Massnahmenziele von baulichen Massnahmen (nach [11])

Funktionstyp	Massnahmenziel	Bauliche Massnahmen (Auswahl)
Stabilisieren	Massnahmen dienen dazu, Sohle und Ufer des Wildbachgerinnes gegen Seiten- und Tiefenerosion zu sichern und/oder angrenzende Hänge durch Anheben der Gerinnesohle zu unterstützen.	Sperre/Sperrentreppe Schwelle/Schwellentreppe Blocksatz/Blockwurf Ingenieurb biologische Massnahmen zum Böschungs- und Hangverbau
Zurückhalten	Rückhalt von Wasser und/oder Feststoffen durch natürliche oder künstliche Rückhalteräume.	Geschiebesammler, Schwemmholzrechen, Murgangnetz, Gerinneaufweitung
Durchleiten	Massnahmen, um Fliessprozesse wie Hochwasser oder Murgänge am Schadengebiet vorbeizuführen.	Bachschale/Kanal/Raubettgerinne Lenkdamm, Lenkmauer
Umleiten	Massnahmen umfassen die gezielte Richtungsänderung von Fliessprozessen und leiten diese am Schadengebiet vorbei.	Umleitgerinne Korridore Lenkdamm, Lenkmauer

Abb. 7: Lebenszyklusmodell von Schutzbauten nach [34], angepasst



gesamte Verbauungssystem inkl. Gefahren- und Schadenpotential, daraus abgeleitetem Bemessungsereignis und Überlastung sowie den entsprechenden **Schutzziele**» überprüft [6].

Abbildung 7 bezieht sich auf den Lebenszyklus von Schutzbauten (Einzelmassnahmen). Es liegen einige weitere Publikationen und Vorgaben, z. B. des SIA, zum Thema Schutzbauten vor. Im Zentrum der vorliegenden Publikation steht jedoch nicht das Einzelbauwerk, sondern das gesamte Schutzsystem, das ein Schutzkonzept verfolgt, sich aus einer optimalen Massnahmenkombination zusammensetzt und in Wechselwirkung mit dem Natur- und Kulturräum tritt. In Bezug auf den Planungsprozess gemäss Projektphasen des SIA [31] stellen sich die in der Publikation behandelten Fragen der konzeptionellen Überprüfung primär in den Phasen 1 (Strategische Planung) und 2 (Vorstudien). Auf den Umgang mit Einzelbauwerken und notwendigen Detailuntersuchungen wird nicht eingegangen. Unterstützung bei der detaillierten Beurteilung

und dem Umgang mit alternden Schutzbauten (bauliche Einzelmassnahmen) geben z. B. die in Kapitel 1.2 aufgeführten Publikationen.

2.1.4 Bisherige und künftige Schutzsysteme

Für die weiteren Ausführungen zum Umgang mit alternden Schutzsystemen wird in der vorliegenden Publikation zwischen dem bisherigen und dem künftigen Schutzsystem unterschieden (Abb. 8). Das **bisherige Schutzsystem** stellt das bestehende System dar, das am Ende seiner Lebensdauer steht und überprüft wird. Das **künftige Schutzsystem** ist das Resultat des Überprüfens und zeigt, wie die angestrebte Sicherheit in Zukunft unter Einbezug aller Akteure und mit einer optimalen Massnahmenkombination erreicht und langfristig gewährleistet werden kann.

In Bezug auf die Funktionstypen der baulichen Massnahmen werden in der vorliegenden Publikation drei Möglichkeiten für den Umgang mit den alternden Schutzsystemen unterschieden (Abb. 8):

- **Funktionaler Systemerhalt:** Beibehalten der bewährten Funktionsweise des bisherigen Schutzsystems. Beispiel: Die Sperrentreppe im Einzugsgebiet eines Wildbachs wird saniert oder mit einem gleichartigen System ersetzt, welches ebenfalls das Gerinne mit den anschliessenden Hangpartien sichert (Erhalt der Funktion Stabilisieren).
- **Funktionale Systemanpassung:** Teilweise Veränderung von Funktionstyp und/oder geographischer Lage der Schutzbauten. Beispiel: Von der Sperrentreppe im Einzugsgebiet eines Wildbachs werden nur die Schlüsselbauwerke erhalten. Ergänzt wird das System durch einen Geschiebesammler am Kegelhals (Anpassung der Funktion Stabilisieren und Ergänzen mit Funktion Zurückhalten).
- **Funktionaler Systemwechsel:** Funktionstypen und/oder die geographische Lage der Schutzbauten unterscheiden sich im bisherigen und im künftigen Schutzsystem. Beispiel: Die Sperrentreppe im Einzugsgebiet eines Wildbachs wird vollständig aufgelassen. Am Kegelhals wird ein neuer Geschiebesammler errichtet (Wechsel von der Funktion Stabilisieren auf Zurückhalten).

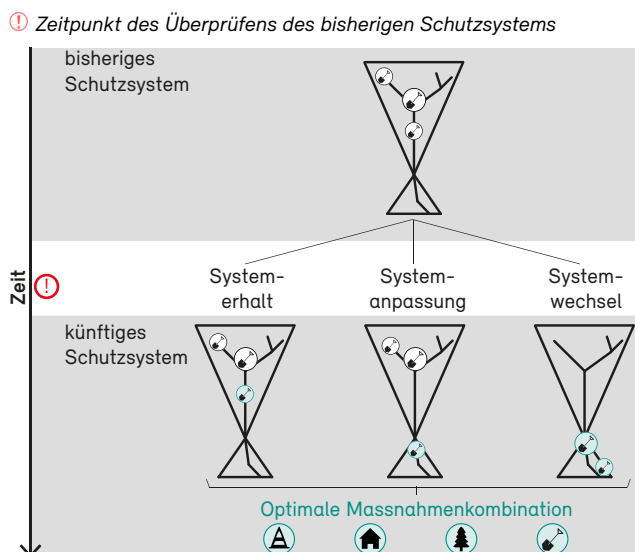
Die Übergänge zwischen funktionalem Systemerhalt, Systemanpassung und Systemwechsel sind fließend. Die

Abgrenzung ist nicht an einzelnen Bauten erkennbar, sondern erst durch das gesamte Schutzsystem verständlich.

Im Gegensatz zur Betrachtung von einzelnen Schutzbauwerken (Kapitel 2.1.3 und Abb. 7) wird in den folgenden Ausführungen (wie auch in Abb. 8) das gesamte Schutzsystem mit dem Zusammenwirken aller Einzelmassnahmen betrachtet. Auch im Falle eines funktionalen Systemerhalts ist zu prüfen, ob bestehende Bauten durch Alternativen des gleichen Funktionstyps aus dem naturnahen Wasserbau ersetzt werden können (z. B. fischgängige Blockrampen als Alternative zu Schwellen [2]). Unabhängig von der Wahl im Umgang mit dem alternden Schutzsystem in Bezug auf die Funktion der baulichen Massnahmen (Systemerhalt, Systemanpassung oder Systemwechsel), soll das künftige Schutzsystem durch weitere Massnahmentypen des IRM (raumplanerisch, organisatorisch, ingenieurbologisch) optimiert werden. Dabei sind insbesondere die aktuellen Anforderungen z. B. betreffend Robustheit, Überlast, Ökologie und Wirtschaftlichkeit zu beachten.

Für den Umgang mit alternden Schutzsystemen bestehen bereits Konzepte. Eines davon, das Systems Engineering, wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

Abb. 8: Verständnis Schutzsystem und verwendete Begriffe



2.2 Systems Engineering

Die Frage nach dem Umgang mit alternden Schutzsystemen stellt sich nicht nur in der Schweiz, sondern im gesamten Alpenraum. Die Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention PLANALP kommt in [21] zum Schluss, dass die Anwendung der Prinzipien des Systems Engineerings zu zukunftsorientierten Strategien und Massnahmen führt. Im Folgenden wird das Konzept des Systems Engineerings für Schutzsysteme aus [21] und [25] vorgestellt.

Systems Engineering (SE) beschreibt eine Methodik für das ganzheitliche Management komplexer Systeme über ihren gesamten Lebenszyklus. Mit diesem Ansatz können auch Schutzsysteme betrachtet werden und es werden das ganze Problem (Schutzbedarf bzw. Risiko), das ganze System (Einzugs- und Wirkungsgebiet) und der gesamte Lebenszyklus (Zeit) berücksichtigt.

Der höchste Anspruch an die Schutzsysteme ist, dass sie den Erwartungen und Bedürfnissen der Menschen vor Ort zu jeder Zeit gerecht werden und ihnen sowohl strukturelle als auch subjektive Sicherheit bieten. Die Anforderungen sind komplex, wie z. B. folgende Aspekte verdeutlichen:

- Schutzsysteme sind Teil eines komplexen Gesamtsystems:

Die einzelnen Untersysteme, in welchen sich Naturgefahren abspielen, sind allein schon komplexe Systeme. Das Einzugs- und Wirkungsgebiet mit seinen Wechselwirkungen und Prozessen oder das soziale System, das ein gewisses **Sicherheitsniveau** verlangt, sind an sich schon vielschichtig.

- Schutzsysteme sind Gefüge, die dem zeitlichen Wandel unterliegen: Schutzsysteme setzen sich aus verschiedenen Schutzmassnahmen und Schutzbauten in unterschiedlichem Zustand und Alter zusammen. Die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems muss zu jeder Zeit gewährleistet sein.

Beim Systems Engineering Ansatz für Schutzsysteme [21] ist die Erhaltung des bestehenden bzw. das Erreichen des angestrebten Sicherheitsniveaus das Ziel. Dies bedingt die Analyse des Gesamtsystems (Wechselbeziehungen zum Systemumfeld sowie zwischen den Einzelmassnahmen) über seinen gesamten Lebenszyklus unter Berücksichtigung der sich ändernden Bedingungen.

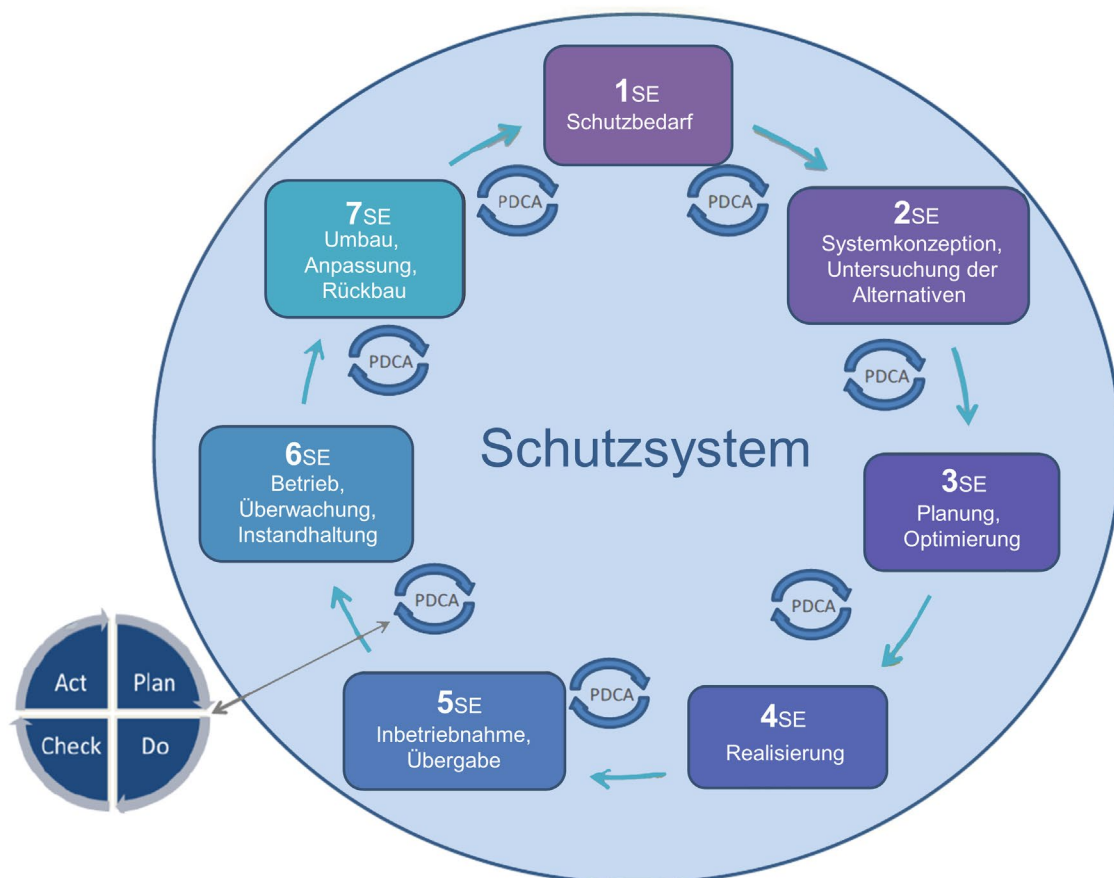
Der Lebenszyklus im Systems Engineering beinhaltet Konzept, Planung, Realisierung, Betrieb und Instandhaltung sowie Rückbau bzw. Wiederaufbau (Lebenszyklusmodell, Abb. 7). Diese Phasen werden im Systems Engineering Ansatz für Schutzsysteme berücksichtigt und durch regelmässiges Überprüfen ergänzt (Abb. 9 und Tab. Tab. 3).

Entscheidend ist der ganzheitliche Ansatz des Systems Engineerings, bei dem zuerst der Schutzbedarf ermittelt wird, darauf aufbauend ein System konzipiert und mögliche Alternativen gesucht werden [19]. Das bewusste Durchlau-

fen jeder dieser Phasen bildet die Basis für ein gesamtheitliches und lebenszyklusbezogenes Management von Schutzsystemen gegen Naturgefahren und ist ein erfolgversprechender Ansatz für den Umgang mit alternden Schutzsystemen. Ein klarer Ablauf unterstützt die verschiedenen Akteure und Entscheidungstragenden, die sowohl über unterschiedliche Rollen und Zuständigkeiten als auch über voneinander abweichende Erfahrungen, Kompetenzen, technische und wirtschaftliche Möglichkeiten und über unterschiedliches Risikobewusstsein verfügen.

Abb. 9: Systems Engineering für Schutzsysteme mit 7 Phasen des System-Lebenszyklus

Ergänzt mit zyklischem Feedback über den gesamten Lebenszyklus anhand des PDCA-Zyklus (Phase 8SE). Abbildung aus [21], angepasst.



Tab. 3: Phasen des Lebenszyklus von Schutzsystemen

nach [21], [25]. Die in der Tabelle angegebenen Phasen-Nummern sind ebenfalls im Lebenszyklusmodell von Schutzbauten (Abb. 9) aufgeführt.

1 _{SE}	Schutzbedarf	Identifizierung des Schutzbedarfs und Definition der Schutzziele: Gefahren- und Risikobeurteilung, Schwachstellenanalyse, Bestimmung des Sicherheitsniveaus (Grenzwerte), Bestimmung der Systemanforderungen. Kriterien für die Anforderungen an ein Schutzsystem sind die objektiven Schutzdefizite sowie subjektiven Sicherheitserwartungen.	8_{SE}* Feedback (PDCA-Zyklus) * Keine eigentliche Phase, sondern Daueraufgabe. Qualitätssicherung durch kontinuierliches und regelmässiges Feedback jeder einzelnen der oben genannten Phasen. Das Feedback folgt den Grundsätzen Planen, Umsetzen, Überprüfen und Handeln (PDCA = Plan, Do, Check, Act).
2 _{SE}	Systemkonzeption und Untersuchung der Alternativen	Variantenuntersuchungen einschliesslich der Beurteilung von Alternativen. Ziel ist die Planung eines Schutzsystems nach den Grundlagen des integralen Risikomanagements. Neben Sicherheitszielen sind ebenfalls ökologische, ökonomische, soziale und regionalwirtschaftliche Ziele zu berücksichtigen. Ausser dem akzeptierten Risiko sollen Ressourceneffizienz erreicht und Umweltqualitäten gefördert werden.	
3 _{SE}	Planung und Optimierung	Optimierung der Schutzwirkung: Schutzkonzept, Entwicklung von Massnahmen, Funktionsbeurteilung, Untersuchung der Wirtschaftlichkeit. Die Kostenkalkulation ist dabei nicht auf die Planungs- und Bauphase einzugrenzen, sondern soll den gesamten Lebenszyklus der Schutzbauten inkl. Betriebs- und Erhaltungskosten berücksichtigen (« Lebenszykluskosten »).	
4 _{SE}	Realisierung	Errichtung (Bau) des Schutzsystems bzw. der Schutzbauten.	
5 _{SE}	Inbetriebnahme und Übergabe	Qualitätsprüfung, Funktionstest, Übergabe an die Besitzer und Besitzerinnen (Betreibende) des Schutzsystems.	
6 _{SE}	Betrieb, Überwachung und Instandhaltung	Wartung, Inspektion, periodische Zustandsbeurteilung, Reparatur und Sanierung. Das Erhaltungsmanagement ist Voraussetzung für eine nachhaltige Wirkung der Schutzsysteme über die gesamte Lebensdauer.	
7 _{SE}	Umbau, Anpassung oder Rückbau	Wenn das Ende der Lebensdauer erreicht ist, folgen Wiederaufbau, Ersatz, Anpassung von Bedingungen oder Anforderungen, Rückbau (Entsorgung) oder kontrollierter Zerfall. Aufgrund der sich ändernden Umweltbedingungen, Ereignissen, technologischen Entwicklung sowie sich ändernder Risikoakzeptanz unterliegen Schutzsysteme einem ständigen Anpassungsbedarf. Änderungen sind bewusst vorzunehmen und zu dokumentieren. Jede Anpassung erfordert eine Überprüfung der Schutzziele und des Sicherheitsniveaus.	

Ausgangspunkt der vorliegenden Publikation ist Phase 7_{SE} (Umbau, Anpassung, Rückbau) des Systems Engineerings für Schutzsysteme und der darin enthaltenen Frage, wie mit Schutzsystemen am Ende ihrer Lebensdauer umgegangen werden soll. Diese Herausforderung steht am Ende eines Lebenszyklus und ist der Beginn einer neuen Runde im Kreislauf des Systems Engineerings. Basierend auf der Theorie des Systems Engineerings wurde ein Ansatz für die Entscheidungsfindung entwickelt, der im folgenden Kapitel präsentiert wird.

2.3 Ansatz für die Entscheidungsfindung

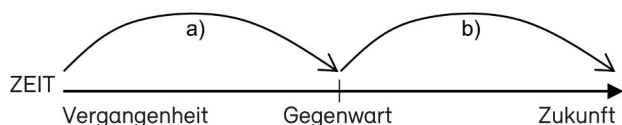
In der vorliegenden Publikation werden Schutzsysteme analog zum Systems Engineering Ansatz (Kapitel 2.2) in ihrer Gesamtheit und über die Zeit erfasst. Die Dimensionen Zeit und Raum bilden daher die Eckpfeiler des Konzepts, mit welchem alternde Schutzsysteme betrachtet werden. Dieser Ansatz soll auch eine Hilfestellung für die Entscheidungsfindung bei konkreten Projekten bieten (Kapitel 6).

Zeit: Die natürliche und kulturelle Umwelt sowie die Schutzsysteme und ihre Bedeutung verändern sich mit der Zeit. Die Kenntnis der Geschichte ist Grundlage für das Verständnis der Gegenwart (a) und damit auch Grundlage für das Gestalten der Zukunft (b) (Abb. 10). Heute erfordern insbesondere bereits stattgefundene oder erwartete Veränderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel ein Überprüfen von bestehenden Schutzsystemen. Im Folgenden wird die Gegenwart mit dem Zeitpunkt des Überprüfens des bisherigen Schutzsystems gleichgesetzt.

Abb. 10: Wandel der Zeit

a) Die Geschichte hilft uns, die Gegenwart zu verstehen

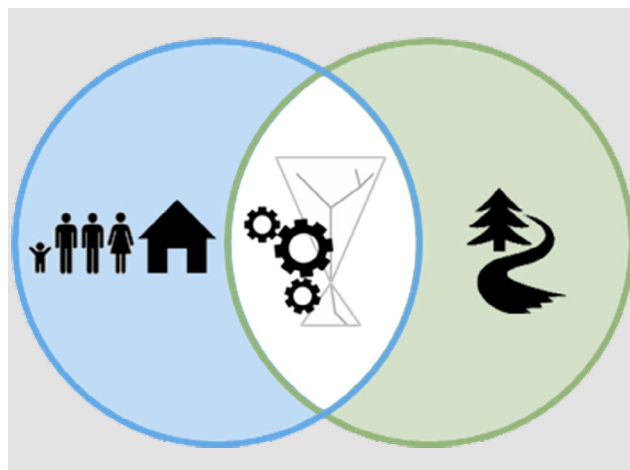
b) Das Verstehen der Gegenwart ist Grundlage für das Gestalten der Zukunft



Raum: Neben der zeitlichen Dimension erstrecken sich Schutzsysteme über unterschiedliche Betrachtungsebenen bzw. Raumskalen. Beispielsweise setzen sich verschiedene bauliche Einzelmassnahmen (Mikroskala) zu einem Verbund von Schutzbauten zusammen (Mesoskala) und diese wiederum sind Teil des gesamten Schutzsystems (Makroskala). In der vorliegenden Publikation liegt der Fokus auf dem Gesamtsystem und somit auf der Makroskala.

Das Gesamtsystem eines Wildbachs setzt sich aus physischen Gegebenheiten (**Naturraum** wie z. B. Klima und Topographie) sowie deren Nutzung und Inwertsetzung durch den Menschen (**Kulturraum** z. B. durch Infrastruktur, wirtschaftliche und gesellschaftliche Nutzung) zusammen. Aus Natur- und Kulturraum ergeben sich Rahmenbedingungen, welche ein Schutzsystem und dessen Wahrnehmung beeinflussen (Abb. 11).

Abb. 11: Schutzsysteme sind eingebettet in Naturraum und Kulturraum



Konzept: Basierend auf diesem Verständnis von Schutzsystemen in Raum und Zeit wird der Umgang mit alternden Schutzsystemen im Folgenden mit vier Schritten beschrieben (Abb. 12).

- **Schritt 1:** Kenntnis der Rahmenbedingungen aus Naturraum und Kulturraum (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft)
- **Schritt 2:** Verständnis bisheriges Schutzsystem inkl. Auslösung seines Überprüfens (Vergangenheit, Gegenwart)
- **Schritt 3:** Erarbeitung künftiges Schutzsystem (Gegenwart, Zukunft bis zum erneuten Überprüfen)
- **Schritt 4:** übergreifende Aspekte (vorwiegend zeitlich unabhängige Aspekte)

«Wer bist du? Woher kommst du? Wohin gehst du?» Auf diesen drei Fragen, die der Schweizer Forstwirtschaftler Hans Leibundgut ursprünglich für Eingriffe in den Wald und für die Forstwirtschaft formulierte, baut auch das Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen auf [17]. Bevor gestaltend eingegriffen wird, sollen Geschichte und Gegenwart bekannt sein (Wer bist du? Woher kommst du? Schritt 2) sowie die mögliche und gewünschte Zukunft skizziert werden (Wohin gehst du? Schritt 3). Die Fragen unterstützen bei der Einschätzung der Divergenz zwischen aktueller Zweckmässigkeit des Schutzsystems (oder des Waldbestandes) und dem Zielzustand. Anschliessend kann steuernd eingegriffen werden.

Das vierteilige Konzept aus Abbildung 12 unterstützt ein transparentes und systematisches Vorgehen, das auf der

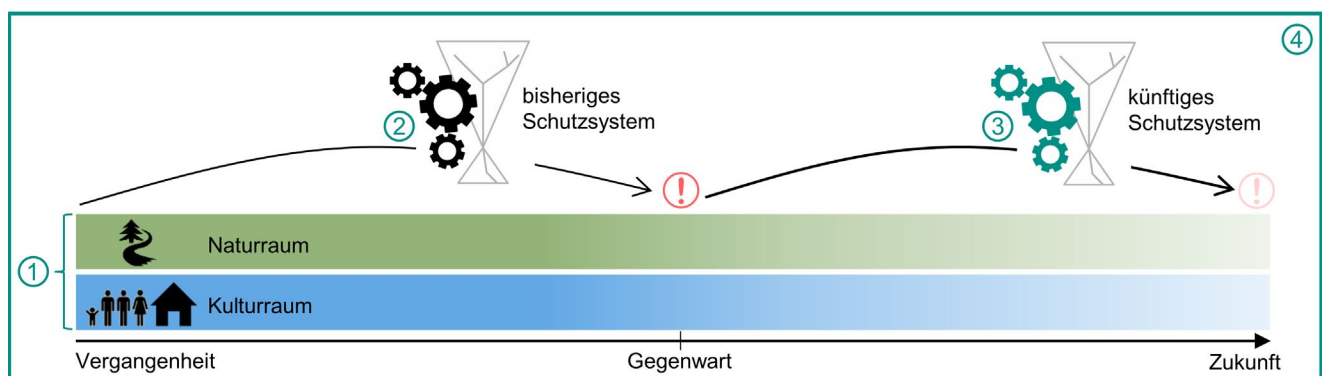
Betrachtung vergangener und künftiger Entwicklungen basiert. Es ist jedoch nicht als zeitliche Projektabfolge zu verstehen. Für die zeitliche Abfolge und Gliederung von Arbeitsschritten bei Hochwasserschutzprojekten wird auf bestehende Normen wie [31] und Literatur wie z. B. [3] verwiesen.

Im Kapitel 4 werden die Inhalte der vier Konzeptschritte genauer beschrieben und mit Erfahrungen aus den Fallbeispielen ergänzt. Durch die Beispiele wird das hier theoretisch vorgestellte Konzept fassbar und die Bedeutung für eine strukturierte Analyse anhand der vier Konzeptschritte deutlich.

Abb. 12: Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen

Hinweis: Die verblassende Farbe symbolisiert die zunehmende Prognoseunsicherheit für die Zukunft.

① (①) Zeitpunkt des Überprüfens des bisherigen (des künftigen) Schutzsystems.



3 Übersicht Fallbeispiele

Die zehn ausgewählten Fallbeispiele, auf welchen die folgenden Ausführungen basieren, sind über den gesamten Alpen- und Voralpenraum, verschiedene Kantone und Sprachregionen der Schweiz verteilt (Abb. 13). Es wurden vorwiegend Wildbäche mit kleineren Einzugsgebieten untersucht, die sich aufgrund der jeweiligen massge-

benden Prozesse und der Grundszenarien z. T. wesentlich voneinander unterscheiden. Detailinformationen zu den einzelnen Fallbeispielen sind in den Faktenblättern im Anhang aufgeführt. Tabelle 4, Tabelle 5 und Abbildung 15 fassen den Umgang mit alternden Schutzsystemen bei den untersuchten Beispielen zusammen.

Abb. 13 Übersicht über die zehn analysierten Wildbäche aus dem Schweizer Alpen- und Voralpenraum



Datengrundlage © swisstopo

Wildbach	Kanton (Gemeinde)
Formigario	Tessin (Faido)
Guppenrunse	Glarus (Glarus Süd)
Gürbe	Bern (viele Gemeinden vom Gantrischgebiet bis Wattenwil)
Kleine Melchaa	Obwalden (Giswil, Sachseln)
Lammbach	Bern (Brienz, Hofstetten, Schwanden)
Merdenson	Wallis (Val de Bagnes)
Nasenbach	St. Gallen (Wildhaus – Alt St. Johann)
Palanggenbach	Uri (Seedorf, Attinghausen)
Ri del Bess	Graubünden (Mesocco)
Steinibach b. Hergiswil	Nidwalden (Hergiswil)

Tab. 4: Fakten zu den Fallbeispielen

Wildbach	EZG	Relevanter Prozess		Alter des Schutzsystems	Auslöser für das Überprüfen												Projektstart	Projektstand Ende 2021		
		Fläche [km²]	Murgang		geschiebeführendes Hochwasser	bauliche Massnahmen im bisherigen Schutzsystem	Hochwasserereignis mit Schäden	Hochwasserereignis ohne Schäden	Schweizweite Hochwasserkatastrophe	Erarbeitung Gefahrenkarte	Überprüfung Zustand der Schutzbauten	Aufwand Unterhalt	Überlegungen Wirtschaftlichkeit	Raumplanung/Schadenpotential	Externe Vorgaben (z. B. BAFU oder BFE)	HWS-Projekt Nebenbach		Defizite beim Zustand der Schutzbauten	Schutzdefizit	Grobplanung abgeschlossen
Formigario (TI)	4.2	x		seit 1870				x	x			x	x		x	x	2003			x***
Guppenrunse (GL)	3.0	x		seit 1890	x			x			x	x			x	x	2011			x
Gürbe (BE)	12.1*		x	seit 1858						x	x		x				2014	x		
Kleine Melchaa (OW)	27.8		x	seit 1900	x			x		x		x				x	2006			x
Lammbach (BE)	3.6	x		seit 1896			x	x				x			?**	x	2010		x	
Merdenson (VS)	3.6	x		seit 1942						x	x		x		x	x	2010		x	
Nasenbach (SG)	1.5		x	seit 1910		x						x		x		x	2013	x		
Palanggenbach (UR)	10.8		x	seit 1890				x	x			x			x	x	2017		x	
Ri del Bess (GR)	3.0	x		seit 1945	x				x			x			x	x	2017		x	
Steinibach b. Hergiswil (NW)	3.0		x	seit 1900	x	x		x	x	x	x	x			x	x	2009		x	

* Teileinzugsgebiet bis zum Hohli

** Zum Zeitpunkt der Auslösung des Überprüfens ungewiss, aber infrage gestellt

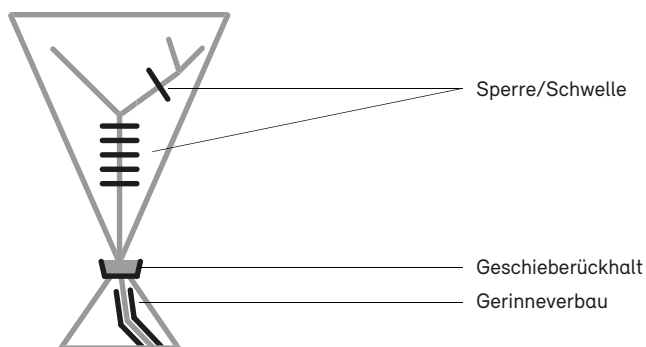
*** Teilprojekt

3.1 Bisherige Schutzsysteme

In den Beispielen sind die bestehenden Schutzsysteme alt und gehen auf die Zeit um 1860 bis 1945 zurück. Das angegebene Alter in Tabelle 4 bezieht sich auf die ältesten vorhandenen Schutzbauten und bildet damit das Alter des ursprünglichen Schutzkonzepts ab. Dies ist jedoch nicht gleichbedeutend mit dem Alter des gesamten Schutzsystems. In allen Fällen hat das bisherige Schutzsystem eine langjährige Entwicklung bis zum Zeitpunkt des Überprüfens durchlaufen. Bestehende Massnahmen und v. a. Bauten wurden mit der Zeit und insbesondere nach Schadenereignissen in jedem der Fallbeispiele angepasst und ergänzt.

Hauptelement aller untersuchten bisherigen Schutzsysteme waren die baulichen Massnahmen mit dem entsprechenden Unterhalt (v. a. Geschiebeentnahmen) (vereinfacht dargestellt in Tab. 5 und Abb. 15). Die Schutzbauten wurden z. T. durch organisatorische Massnahmen, raumplanerische Massnahmen (z. B. bewusstes Freihalten von Flächen) und forstliche Massnahmen im Einzugsgebiet (z. B. Aufforstung) ergänzt. Zu beachten ist, dass nicht-bauliche Massnahmen oft nicht dokumentiert wurden (z. B. die bewusste oder unbewusste Meidung von Gefahrengeländen). In Tabelle 5 und Abbildung 15 sind die für das ursprüngliche Schutzkonzept zentralen Massnahmen aufgeführt. Diese entsprechen nicht allen Massnahmen, die zum Zeitpunkt des Überprüfens im jeweiligen Schutzsystem vorhanden waren. Beispielsweise lag für

Abb. 14: Verallgemeinerte Darstellung der baulichen Massnahmen der bisherigen Schutzsysteme in den Fallbeispielen



alle untersuchten Bäche zum Zeitpunkt des Überprüfens eine Gefahrenkarte vor. Im ursprünglichen Schutzsystem waren raumplanerische Massnahmen aber nur bei wenigen Beispielen dokumentierter Teil des Gesamtkonzepts.

Das ursprüngliche Schutzkonzept konzentrierte sich in den meisten Beispielen auf das Zurückhalten des Geschiebes im Einzugsgebiet. Die baulichen Massnahmen der bisherigen Schutzsysteme zielten auf die Beeinflussung des Gefahrenprozesses im Einzugsgebiet durch Stabilisierung und Geschieberückhalt durch Sperren oder Schwellen ab. Nur bei der Kleinen Melchaa wurden im Einzugsgebiet keine wasserbaulichen Massnahmen realisiert. Auf dem Kegel war es in allen Beispielen das Ziel, den Gefahrenprozess ohne Schäden bis zum Vorfluter durchzuleiten – meist mit vorgängiger Reduktion des Geschiebeeintrags durch einen Geschiebesammler am Kegelhals oder auf dem Kegel (Abb. 14).

3.2 Auslöser für das Überprüfen

Die Auslöser für das Überprüfen der bisherigen Schutzsysteme sind vielfältig (Tab. 4). In der Regel waren es keine Einzelereignisse, sondern Anstösse aus verschiedenen Richtungen, welche das Hinterfragen des Bestehenden auslösten. Die Beispiele verdeutlichen, dass sich das Altern von Schutzsystemen nicht ausschliesslich am Altern der Einzelelemente oder durch Schäden an Bauwerken zeigt. Es kann auch sein, dass das System als Ganzes die aktuellen Bedürfnisse der Gesellschaft nicht mehr erfüllt.

Nur bei sechs der zehn untersuchten Beispiele waren es Mängel beim Zustand der alternden Schutzbauten, die für das Überprüfen des Gesamtsystems zentral waren. Ausser bei der Gürbe bestand in allen Beispielen ein Schutzdefizit, welches das Überprüfen begründete – aber nicht dessen alleiniger Auslöser war. Zusätzlichen Anstoss gaben z. B. die sich aus der Umsetzung von Gefahrenkarten ergebenden Einschränkungen für die Siedlungsentwicklung («rote Gefahrengebiete» z. B. beim Steinibach b. Hergiswil), immer wiederkehrende grössere Unterhaltsaufwände (z. B. Merdenson und Kleine Melchaa), ständige Kontrolle zur Auslösung der Massnahmen (*Kleine Melchaa*) und die Möglichkeit der finanziellen Unterstützung im Rahmen der Programmvereinbarung mit dem Bund (*Steinibach b. Hergiswil*). In praktisch allen Beispielen war die deutliche Zunahme des Schadenpotentials seit der Errichtung des bisherigen Schutzsystems zentral für dessen Überprüfung.

3.3 Künftige Schutzsysteme

Unabhängig vom Projektstand ist allen untersuchten Beispielen gemeinsam, dass ein systematisches Überprüfen des bisherigen Schutzsystems stattgefunden hat und zumindest auf Konzeptstufe eine Lösung für den Umgang mit dem alternden Schutzsystem gefunden wurde (Tab. 5 und Abb. 15). Eine Besonderheit in Bezug auf den Projektstand ist das Fallbeispiel Gürbe, bei welchem die Strategie zum Umgang mit dem alternden Schutzsystem besteht, die konkreten Massnahmen des künftigen Schutzsystems aber noch nicht definitiv vorliegen und aktuell mit einer Begleitgruppe diskutiert werden (Stand Ende 2021).

Der Vergleich der Funktionstypen der Schutzbauten des bisherigen und künftigen Schutzsystems zeigt auf, ob im jeweiligen Beispiel ein funktionaler Systemwechsel, eine Systemanpassung oder ein Systemerhalt stattgefunden hat. Die Unterscheidung lässt sich nicht allein aus Abbildung 8 erschliessen, sondern ergibt sich aus der Gesamtbetrachtung. Hierfür können die Faktenblätter der Fallbeispiele im Anhang konsultiert werden. Bei der Unterscheidung zwischen Systemerhalt, Systemanpassung oder Systemwechsel steht die Funktionalität der Bauwerke im Fokus und es wird nicht zwischen verschiedenen Ausführungsarten unterschieden. Diese unterscheiden sich z. T. sehr stark voneinander und auch im

Fälle eines funktionalen Systemerhalts können naturnahe, ökologischere Ausführungen mit derselben Funktion realisiert werden (Beispiel: Die Bachschale auf dem Kegel des Steinibachs b. Hergiswil war im bisherigen Schutzsystem ein harter Verbau, im künftigen Schutzsystem ist es ein naturnahes Raubettgerinne).

Verallgemeinern lassen sich die künftigen Schutzsysteme nicht. Die Schutzkonzepte sind vielfältiger als bei den bisherigen Schutzsystemen (Tab. 5 und Abb. 15). Es stehen nicht mehr allein die Schutzbauten im Zentrum, sondern die optimalen Massnahmenkombinationen. Der Fokus liegt nicht mehr primär auf der Beeinflussung des Gefahrenprozesses, sondern richtet sich auf die Risikoreduktion. Jedes einzelne untersuchte Schutzsystem wurde durch eine optimale Massnahmenkombination und der konkreten Ausführung der Einzelelemente an den aktuellen Zeitgeist und das Verständnis des integralen Risikomanagements (IRM) angepasst – unabhängig davon, ob ein Systemerhalt, eine Systemanpassung oder ein Systemwechsel stattfand. In diesem Sinne fand in jedem untersuchten Beispiel ein Wechsel im Verständnis für das Schutzsystem und im Umgang mit Naturgefahren (Risikokultur statt reiner Gefahrenabwehr) und dessen effektiver Umsetzung (optimale Massnahmenkombination) statt. Gewisse Risiken werden akzeptiert, verbleibende Risiken mit organisatorischen Massnahmen reduziert und neue Risiken mittels raumplanerischer Massnahmen möglichst verhindert [28].

Weitere Erfahrungen zu den Fallbeispielen und deren Analyse anhand des vierteiligen Konzepts zum Umgang mit alternden Schutzsystemen aus Abbildung 12 folgen in Kapitel 4. Detaillierte Informationen pro Fallbeispiel sind in den Faktenblättern im Anhang zusammengestellt.

Tab. 5: Vergleich der bisherigen und künftigen Schutzsysteme aus den Fallbeispielen

Hinweise zu den baulichen Massnahmen des künftigen Schutzsystems:

schwarz: bereits bestehende Bauten saniert/angepasst; türkis: neue Schutzbauten

x Wirkung der baulichen Massnahmen im bisherigen Schutzsystem

Vergleich der Funktionstypen der baulichen Massnahmen des künftigen mit dem bisherigen Schutzsystem:

→ Wirkung entspricht in etwa dem bisherigen Schutzsystem

↓ bisherige Wirkung besteht nicht mehr bzw. wurde stark reduziert

↑ Wirkung deutlich verändert/heraufgesetzt

Wildbach (Kanton)	Schutzsystem	zentrale Massnahmen für das (ursprüngliche) Schutzkonzept				Fokus auf bauliche Massnahmen Schutzbauten			Funktionstypen								Umgang			
						EZG	Kegelhals	Kegel	EZG	Kegelhals	Kegel	EZG	Kegelhals	Kegel	EZG	Kegelhals	Kegel	Systemerhalt	Systemanpassung	Systemwechsel
Formigario (TI)	bisher					Sperrentreppe	Geschieberückhalt (Sammler)	Bachschale	x	x		x		x				x		
	künftig					Sperrentreppe	Geschieberückhalt (Sammler)	Bachschale	→	→		→		→						
Guppenrunse (GL)	bisher					Sperrentreppe	—***	Sammler, Bachschale	x	x	x		x	x	x					
	künftig					Auflassen Sperrentreppe, Erhalt von zwei Sperrentrep-penabschnitten	—***	Geschieberückhalt (2 neue Sammler, 1 bestehender), Bachschale	↓	↓	→		→	↑	→					x
Gürbe (BE)	bisher					Sperrentreppe	—	Gerinneverbau: Dämme, Schwellen, Geschieberückhalt (Aufweitung)	x	x				x	x	x				
	künftig					Sperrentreppe: Konzentration auf Schlüsselbauwerke	weiterhin keine Massnahmen geplant*	allfällige Anpassung/Ergänzung des Bestehenden*	↓	↓				→*	→*	→*				x
Kleine Melchaa (OW)	bisher					—	Geschieberückhalt (Aufweitung)	Bachschale, Dämme			x			x		x	x**			
	künftig					—	Geschieberückhalt (neuer Sammler)	neuer Bachlauf					↑		↑		↑			x
Lambach (BE)	bisher					Sperrentreppe	Dämme	Bachschale, Dämme, Geschieberückhalt (Sammler)	x	x			x	x	x	x				
	künftig					Sperrentreppe	Dämme, Geschieberückhalt (neuer Sammler)	Bachschale, Dämme, Geschieberückhalt (Sammler)	→	→		↑	→	→	→	→				x

Wildbach (Kanton)	Schutzsystem	zentrale Massnahmen für das (ursprüngliche) Schutzkonzept				Fokus auf bauliche Massnahmen			Funktionstypen								Umgang			
						EZG	Kegelhals	Kegel										Systemerhalt	Systemanpassung	Systemwechsel
Merdenson (VS)	bisher					Sperrentreppe	Dämme	Schwellen	x	x			x	x	x					
	künftig					Auflassen Sperrentreppe, Erhalt von 3–4 Sperren	Dämme (vergrössert)	Dämme, Schwellen												x
Nasenbach (SG)	bisher					Schwellen- treppe	–	Bachschale, Geschieberück- halt (Sammler)	x					x	x	x				
	künftig					Auflassen Schwellen- treppe	–	Bachschale (Ver- legung), Geschie- berückhalt (Sammler erwei- tert)												x
Palanggenbach (UR)	bisher					Einzel Sperren	Geschie- berückhalt (Sammler)	Gerinnever- bau: Dämme und Schwellentreppe	x	x		x		x		x				
	künftig					Einzel Sperren	Geschiebe- rückhalt (1 neuer Sammler, 1 bestehender)	Gerinnever- bau: Dämme und Schwellentreppe										x		
Ri del Bess (GR)	bisher					Sperrentreppe	–	Bachschale	x	x				x		x				
	künftig					Sperrentreppe: Konzentration auf Schlüssel- bauwerke	–	Bachschale										x		
Steinibach b. Hergiswil (NW)	bisher					Sperrentreppe	Geschiebe- rückhalt (Sammler)	Schwellentreppe, Bachschale	x	x		x		x		x				
	künftig					Sperrentreppe	Geschiebe- und Holz- rückhalt (Erweiterung Sammlerkapa- zität)	Schwellentreppe, Bachschale (Raubettgerinne), Einbau von «Brü- ckenschürzen»										x		

* Strategie sieht Beibehaltung bestehender Massnahmen vor, die konkrete Massnahmenplanung ist noch nicht abgeschlossen (Stand Ende 2021).

** Umleitung der Kleinen Melchaa durch Siedlungsgebiet für Wasserkraftnutzung.

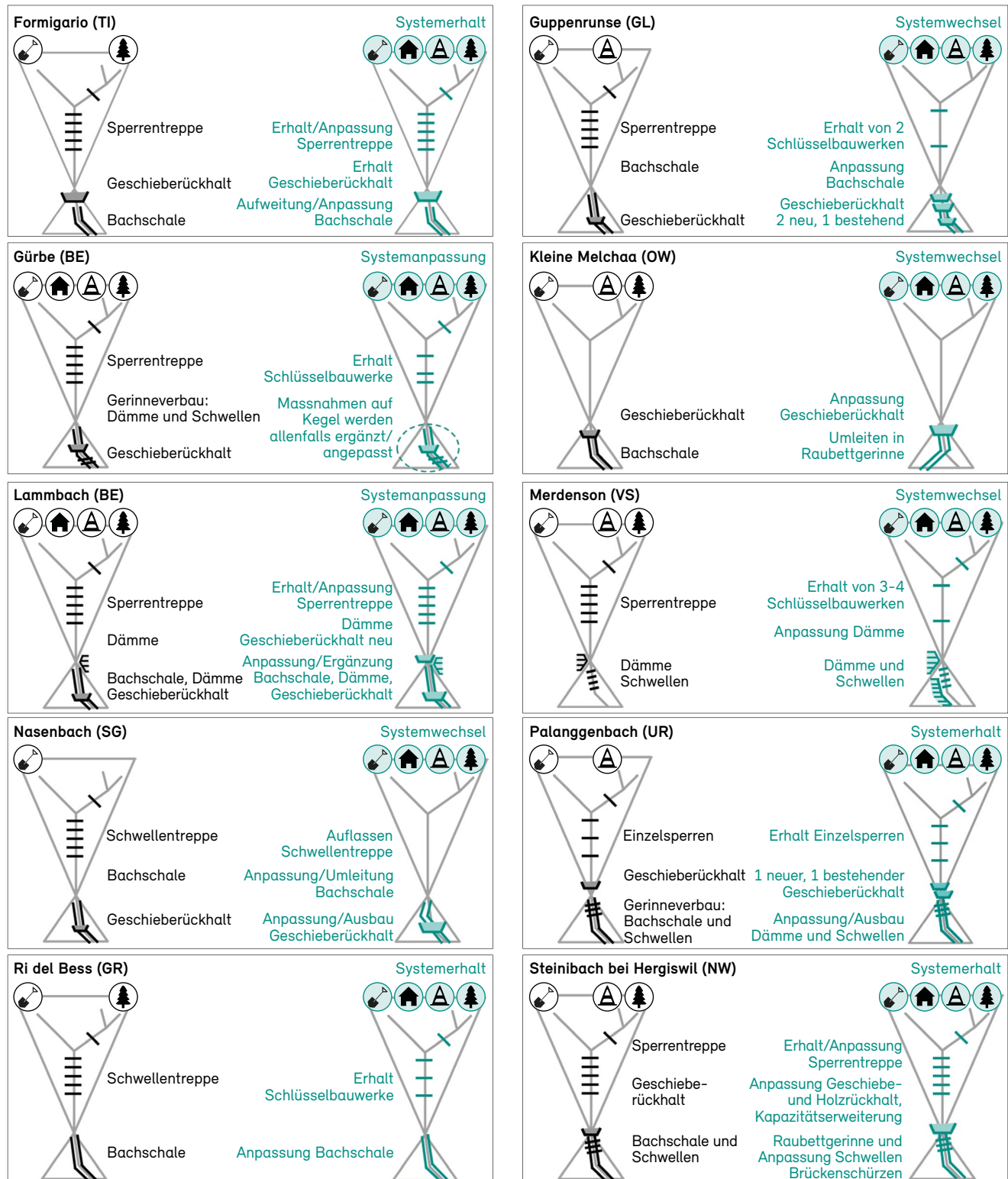
*** Bei der Guppenrunse ist der Übergang vom Kegelhals zum Kegel nicht klar abgrenzbar. Dieser Bereich umfasst eine grössere Strecke. Der Erhalt der beiden Schlüsselbauwerke wie auch der Bau der neuen Sammler erfolgt in diesem Bereich.

Abb. 15: Verallgemeinerte Darstellung der Massnahmen im bisherigen und künftigen Schutzsystem der Fallbeispiele

schwarz: für das ursprüngliche Schutzkonzept zentrale Massnahmen, türkis: künftige Massnahmen

Schutzbauten: — Sperre/Schwelle ▒ Geschieberückhalt E Damm // Gerinneverbau

Enthaltener Massnahmenentyp: ● baulich 🏠 raumplanerisch ⚙ organisatorisch 🌳 ingenieurbologisch



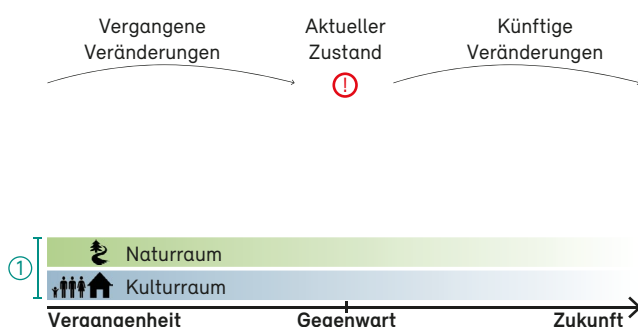
4 Erfahrungen aus der Praxis

Die Struktur des folgenden Kapitels entspricht dem vierteiligen Konzept aus Abbildung 12. Eine kurze Erläuterung der Theorie zu den einzelnen Themen wird jeweils mit ausgewählten Erfahrungen aus den Fallbeispielen illustriert. Diese Erfahrungen sind **blau hinterlegt** und mit einem Hinweis auf ein Fallbeispiel versehen. Ähnliche oder gleiche Erfahrungen können jedoch auch in weiteren, nicht explizit genannten Beispielen gemacht worden sein. Die präsentierten Erfahrungen veranschaulichen die Theorie exemplarisch. Der Fokus des Präsentierten liegt stets auf den Aspekten, die speziell bei Projekten mit bestehenden, historisch gewachsenen Schutzsystemen zu berücksichtigen sind, und auf der übergeordneten Betrachtung der Schutzsysteme.

4.1 Rahmenbedingungen

Die Kenntnis und das Verständnis des Natur- und Kulturrums, wie z. B. Wald, Schadenpotential, Gesetze etc., sowie der aktuellen und künftigen Handlungsspielräume bilden die Basis, um einen geeigneten Umgang mit alternenden Schutzsystemen zu finden. Dabei sind die Entwicklungen in der Vergangenheit bis zum Zeitpunkt des Überprüfens (Gegenwart), der aktuelle Zustand sowie die möglichen zukünftigen Entwicklungen zu erfassen. Das Ergebnis zeigt die Entwicklung, die zum aktuellen Systemkontext geführt hat, die aktuellen Bedürfnisse sowie die Möglichkeiten, Einschränkungen und Ansprüche an das künftige Schutzsystem. Die Prognoseunsicherheit nimmt zu, je weiter in die Zukunft geblickt wird – dies symbolisieren die verblassenden Farben in den folgenden Abbildungen.

Abb. 16: Rahmenbedingungen aus Natur- und Kulturräum über die Zeit



Rahmenbedingungen erfassen

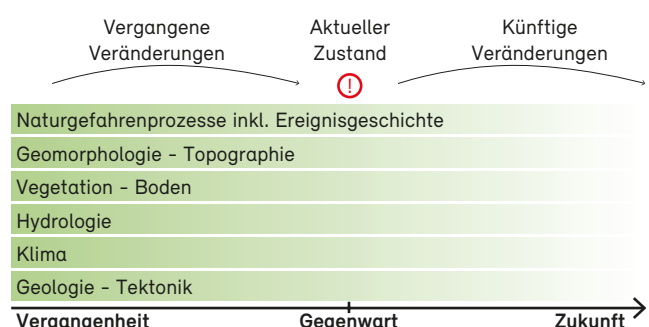
Rahmenbedingungen sowohl aus dem Naturraum (z. B. Topographie, Nebenbäche) als auch aus dem Kulturräum (z. B. Schadenpotential wie Siedlungsgebiet, Infrastrukturanlagen oder gesetzliche Vorgaben) können vorhandene Platzverhältnisse und somit das Variantenstudium für den Umgang mit bestehenden Schutzsystemen einschränken (*Steinibach b. Hergiswil*).

Es ist wichtig, dass Personen zum Projektteam gehören, die das Gebiet und seine Geschichte kennen. Nicht alle Änderungen des Natur- und Kulturrums sind dokumentiert oder vor Ort ersichtlich (*Lammbach*). Neben Fachwissen sind Gebietskenntnisse für das Erfassen der Rahmenbedingungen von grosser Bedeutung (*Merdenson*).

4.1.1 Entwicklung des Naturraums

Die Kenntnis des aktuellen Zustands und der möglichen künftigen Entwicklung des Einzugsgebiets und der darin vorherrschenden Prozesse ist bei jedem Hochwasserschutzprojekt zentral. Mit Fokus auf das bisherige Schutzsystem ist insbesondere von Interesse, ob und wie sich der Naturraum seit der ursprünglichen Planung des Schutzsystems verändert hat. Zu untersuchen sind u. a. die in Abbildung 17 aufgeführten Aspekte des Naturraums, ihre Zusammenhänge und Entwicklung.

Abb. 17: Naturräumliche Aspekte im Einzugsgebiet über die Zeit



Ereignisse

Naturgefahrenereignisse mit oder ohne Schadenfolgen üben nebst ihren Auswirkungen auf den Naturraum Einfluss auf viele weitere Bereiche aus. Ereignisse im entsprechenden Bach, in benachbarten Gebieten oder schweizweite Hochwasserkatastrophen können bewirken, dass:

- Fragen in Bezug auf die Ausgangslage geklärt werden. Vorgängig gemachte theoretische Untersuchungen können durch ein Ereignis unterstützt (*Gürbe*) oder widerlegt werden (*Guppenrunse*).
- die Ausgangslage und damit ein bestehendes Schutzsystem von Grund auf neu beurteilt wird. Der Zustand sowie die funktionale und emotionale Bedeutung von Schutzbauten können vor und nach einem Ereignis komplett unterschiedlich sein (*Guppenrunse*).
- das Bewusstsein über eine Gefahr gefördert und die Bevölkerung sensibilisiert wird (*Formigario*).
- sich die Sichtweise und Wahrnehmung von Risiken und Risikoreduktion verändern (*Ri del Bess*).
- das Infragestellen eines bestehenden Schutzsystems überhaupt möglich wird (*Steinibach b. Hergiswil*).
- die Notwendigkeit für einen Systemwechsel vor Augen geführt wird (*Merdenson*).
- die Bereitschaft für Massnahmen und die Akzeptanz von Massnahmen vergrößert werden (*Nasenbach*).
- Entscheidungsprozesse zur Verbesserung beschleunigt werden (*Kleine Melchaa*).
- Massnahmen überstürzt in Angriff genommen werden. Eine vorgängig ausgearbeitete Strategie für den Umgang mit dem bestehenden Schutzsystem im jeweiligen Bach hilft, dass unter Zeit- und Handlungsdruck keine wenig reflektierten Sofortmassnahmen ergriffen werden (*Palanggenbach*).
- Gremien für die Ereignisbewältigung gegründet sowie Kommunikationswege und administrative Abläufe geschaffen werden, die auch für spätere Hochwasserschutzprojekte genutzt werden können (*Lammbach*).

Abb. 18: Schutzbauten an der Guppenrunse, vor (links) und nach (rechts) dem Murgangereignis von 2011 [41]



Veränderungen im Naturraum

Die untersuchten Beispiele zeigen, dass vergangene Entwicklungen im Naturraum die Gefahrenprozesse und die Beanspruchung der bisherigen Schutzsysteme beeinflussen. Eine deutliche Waldzunahme kann Einzugsgebiete stabilisieren und den Geschiebeeintrag verringern (*Lammbach, Ri del Bess*). Andererseits kann der Geschiebeeintrag zunehmen, wenn z. B. Gletscher schmelzen (*Guppenrunse*) oder Rutschungen aktiviert werden (*Formigario*).

Abb. 19: Waldbedeckung im Einzugsgebiet des Lammbachs

Links: Stand 1927 [swisstopo]

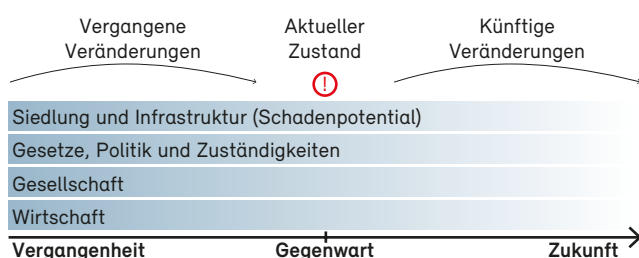
Rechts: Stand 1995 [Documenta Natura, Huber/Kobi]



4.1.2 Entwicklung des Kulturrums

Nutzungsansprüche an den Raum werden durch die Rahmenbedingungen aus dem Kulturräum sichtbar. Vergangene Veränderungen im Kulturräum geben Hinweise auf veränderte Anforderungen an ein Schutzsystem. Aus materiellen und ideellen Gegebenheiten (aktueller Zustand) und künftigen Entwicklungen der Raumnutzung ergeben sich Möglichkeiten und Einschränkungen für das künftige Schutzsystem. Neben unterschiedlichen

Abb. 20: Mögliche Rahmenbedingungen des Kulturrums über die Zeit



Themenbereichen aus dem Kulturrum (Abb. 20) sind ausser den fachlichen und physisch vorhandenen Aspekten auch Meinungen und Bedürfnisse zu erfassen.

Siedlung und Infrastruktur

In allen untersuchten Beispielen hat das Schadenpotential seit Errichtung des bisherigen Schutzsystems aufgrund intensiverer Nutzung des Kegels und der Ausbreitung von Siedlungsgebieten stark zugenommen (Abb. 21). Das Verkehrsnetz (insbesondere Bahnlinien, National- und Kantonsstrassen) kann eine sehr starre Rahmenbedingung setzen und das Variantenstudium stark einschränken (*Formigario*).

Das vorhandene Schadenpotential beeinflusst:

- Möglichkeiten in Bezug auf die räumliche Ausdehnung des künftigen Schutzsystems (*Steinibach b. Hergiswil*). Wo ist Platz vorhanden? Können z. B. für das künftige Schutzsystem weitere/andere Räume in Anspruch genommen werden als bisher?
- das akzeptierte Risiko (*Palanggenbach*). Wie gross darf das Restrisiko sein? Ist z. B. die Schutzwirkung des bisherigen Schutzsystems ausreichend?

Die Fallbeispiele haben gezeigt, dass es in der Regel einfacher ist, ein künftiges Schutzsystem umzusetzen, wenn sich Platzbedarf des bisherigen und des künftigen Systems entsprechen (*Formigario*), als wenn neue Räume in Anspruch genommen werden (*Kleine Melchaa*). Bei veränderten Raumansprüchen sind

Massnahmen einfacher umzusetzen, wenn das benötigte Land nicht in Privatbesitz, sondern in Gemeindefbesitz ist (Guppenrunse), oder wenn Realersatz geboten werden kann (*Kleine Melchaa*).

Die Zugänglichkeit und Erreichbarkeit bestehender Schutzbauten beeinflussen die Kosten für Bauarbeiten (Unterhalt und Neubau) sowie das Bewusstsein für die Bauten (Kapitel 4.2.1). Was nicht sichtbar ist, wird in der Regel schneller vergessen (*Ri del Bess*).

Abb. 21: Zunahme des Schadenpotentials auf dem Kegel des Ri del Bess seit Erstellung des bisherigen Schutzsystems (© swisstopo)



Gesetze, Politik und Zuständigkeiten

Gesetzliche Vorgaben haben sich seit Erstellung der betrachteten Schutzsysteme verändert. Beispielsweise sind die Ansprüche an den Natur-, Heimat- und Landschaftsschutz gestiegen. Schutz- und Landwirtschaftsgebiete (Fruchtfolgefleichen) werden heute stärker geschützt als früher (*Kleine Melchaa*). Die Orientierung an gesetzlichen Vorgaben aus den Bereichen Wasserbau und Gewässerschutz hilft, ein bestehendes Schutzsystem unvoreingenommen und objektiv zu prüfen und das künftige Schutzsystem an die aktuellen Bedürfnisse anzupassen (*Nasenbach*). Unterliegt eine Schutzbaute der Stauanlagenverordnung (StAV), hat dies Einfluss auf das Bemessungsszenario sowie auf Massnahmen wie Bauwerkskontrolle und -inspektion (*Formigario*). Zuständigkeiten für den Wasserbau und Gewässerunterhalt sind in der Schweiz kantonale geregelt und unterscheiden sich in den Fallbeispielen stark. Im Umgang mit alternden Schutzsystemen wurden je nach Fallbeispiel und Kontext unterschiedliche Erfahrungen gemacht:

- Lokale Verantwortungstragende erleichterten in einigen Beispielen den Einbezug von Gebiets- und Geschichtskennntnissen sowie weiteren lokalen Eigenheiten (*Gürbe*). Sie kennen die betroffene Bevölkerung, deren Bedürfnisse und Verbundenheit zum bestehenden Schutzsystem (*Formigario*). Die lokalen Verantwortlichen können angesehene Meinungsmacher sein, für ein Projekt eintreten und Veränderungen ermöglichen (*Lammbach*).
- In anderen Beispielen erleichterte es die Umsetzung von Veränderungen, dass die Zuständigkeit bei einer übergeordneten, unvoreingenommenen und emotional wenig betroffenen Institution lag (*Nasenbach*). Kantonale Stellen, die für mehr Projekte und grössere Gebiete zuständig sind, konnten z. T. mehr Erfahrungen beim Umgang mit alternden Schutzsystemen sammeln als einzelne betroffene Gemeinden (*Ri del Bess*).

Die Zuständigkeiten für den Wasserbau und Gewässerunterhalt haben sich seit der Erstellung des bisherigen Schutzsystems in allen Beispielen ausser dem *Ri del Bess* verändert. In der Regel fand eine Verschiebung von kleinräumigen, lokalen Zuständigkeiten zu räumlich

grösseren Zuständigkeitsgebieten (meist durch Fusionen von Gemeinden oder Organisationen) statt. Änderungen in der Zuständigkeit für ein Schutzsystem, z. B. durch Gemeindefusionen, verändern die Betroffenheit und damit das Interesse an einem Projekt (*Merdenson*). Die Umverteilung von Verantwortlichkeiten und Zahlungspflichtigen kann zu Unstimmigkeiten und Projektverzögerungen führen (*Guppenrunse*).

Gesellschaft

Wertvorstellungen, Gefahrenwahrnehmung und Risikobewusstsein der Gesellschaft haben sich im Verlauf des letzten Jahrhunderts geändert. Am Übergang des 19. zum 20. Jahrhunderts war die Vorstellung weit verbreitet, der Mensch könne die Natur zu einem grossen Teil beherrschen und Wildbäche durch technische und forstliche Massnahmen «zähmen» (*Lammbach*). Anstelle dieser Überzeugung steht heute ein integraler Umgang und das Bewusstsein, dass ein vollständiger Schutz vor Naturgefahren nicht möglich ist (Kapitel 4.4.3: Umgang mit Naturgefahren). Dennoch sind die aktuellen Erwartungen an den Schutz vor Naturgefahren in der Regel gross. Gleichzeitig wurde in allen Fallbeispielen angemerkt, dass die Bevölkerung ihre Bäche, die davon ausgehenden Gefahren und die vom Siedlungsgebiet aus wenig sichtbaren Schutzbauten tendenziell weniger gut kennt als früher.

Wirtschaft

Die Finanzierung von Projekten wurde in allen Fallbeispielen als Schlüsselement und meist als eines der Hauptkriterien für oder gegen den Erhalt, die Anpassung oder den Wechsel eines Schutzsystems genannt (siehe Erfahrungen zum Variantenentscheid in Kapitel 4.3.2).

- Die Finanzierung des künftigen Schutzsystems, dessen Unterhalt und langfristige Erneuerung muss über seine gesamte Lebensdauer gewährleistet sein (*Ri del Bess*).
- Unstimmigkeiten bei der Aufteilung der Finanzlast konnten bei einigen Beispielen durch einen als gerecht empfundenen Kostenteiler, bei welchem Nutzen und

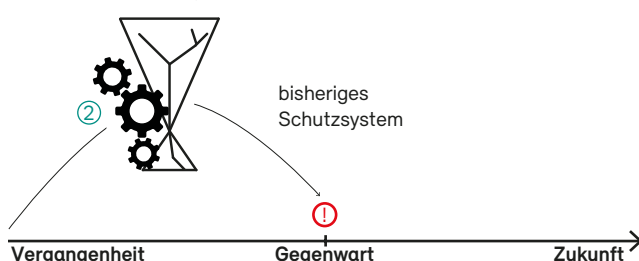
Kosten bei den gleichen Institutionen liegen, vermieden werden (*Guppenrunse*).

- Zweckgebundene Gelder wie z. B. bei einer Schwellenkorporation, die konkurrenzlos für den Hochwasserschutz eingesetzt werden, beugen Interessenskonflikten vor (*Lammbach*).
- Die künftigen Schutzsysteme der Beispiele sind ganz im Sinne des IRM meist keine reinen Wasserbauprojekte. Synergien wurden genutzt und neben dem Wasserbau sind oft weitere Bereiche betroffen. Daher wurde jeweils grosser Wert auf die Begründung des Kostenteilers gelegt (*Nasenbach*).
- Finanzielle Unterstützungen wie Subventionen beeinflussen, ob, wann und welche Massnahmen im Zuge der Überprüfung eines Schutzsystems ergriffen werden (*Ri del Bess*).

4.2 Verständnis für das bisherige Schutzsystem

Aus dem umfassenden Blick in die Vergangenheit ergibt sich ein Verständnis für das bisherige Schutzsystem. Ziel dieses Schrittes ist die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses aller Planenden, Betreibenden und Nutzniessenden für das bisherige Schutzsystem sowie der Akzeptanz für das Überprüfen und allfällige Anpassen. Es sind sowohl die einzelnen Massnahmen (einzelne Bauwerke, raumplanerische, organisatorische und ingenieurbio-logische Massnahmen) als auch das Gesamtsystem (Zusammenwirken des gesamten Verbauungssystems und aller weiteren Massnahmen) mit dem ihm zugrunde liegenden ursprünglichen Schutzkonzept zu untersuchen.

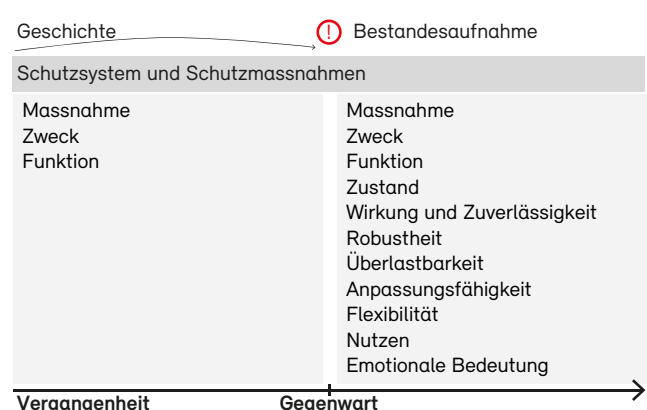
Abb. 22: Über die Geschichte wird das Verständnis für das bisherige Schutzsystem erlangt



4.2.1 Kenntnis und Verständnis der Massnahmen

Um das alternde Gesamtsystem zu verstehen, sind sowohl seine Geschichte inkl. des ursprünglichen Schutzkonzepts als auch das aktuell vorhandene System zu erfassen (Bestandesaufnahme) (Abb. 23). Der Rückblick auf den Ursprung und die Gründe für die Erstellung bzw. Einführung und Anpassungen des bisherigen Schutzsystems gibt Hinweise auf die Ziele (das einstige Schutzkonzept), die damit verfolgt wurden. Die Bestandesaufnahme ist das Erfassen der verschiedenen aktuell vorhandenen primär baulichen, aber auch organisatorischen, raumplanerischen und ingenieurbio-logischen Massnahmen. Zur Bestandesaufnahme gehört die technische Beurteilung von Massnahmen, insbesondere von Bauten (Funktion, Zustand, Wirkung und Zuverlässigkeit mit Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit; die technische Beurteilung ist Teil des Schutzbautenmanagements [6]). Weiter sollen die Anforderungen ans Schutzsystem sowie die Robustheit, Überlastbarkeit, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit sowie der jeweilige Nutzen und die emotionale Bedeutung der Schutzmassnahmen beurteilt werden.

Abb. 23: Ausgewählte Aspekte und Entwicklungen des bisherigen Schutzsystems



Geschichte des Schutzsystems

Das Aufzeigen von Entstehung und Entwicklung des bisherigen Schutzsystems und wenn möglich des ursprünglichen Schutzkonzepts trägt zum Verständnis des Bestehenden bei und dient der Argumentation beim Umgang mit alternden Schutzsystemen (*Nasenbach*). Die Gründe für die Errichtung eines Schutzsystems sind meist vielfältig und können nicht einzig auf den bestehenden Schutzbedarf zurückgeführt werden. Beispielsweise ist der wirtschaftliche Faktor von Schutzbauten zu berücksichtigen und die Möglichkeit, dass der Bau von Schutzmassnahmen ein Mittel zur Arbeitsbeschaffung war (*Nasenbach*).

Bei den Fallbeispielen zeigte sich, dass die Dokumentation der konzeptionellen Überlegungen zu den bisherigen Schutzsystemen oft fehlt. Projekt- und **Massnahmenziele** können meist nur indirekt z. B. mittels Interpretation von Bauwerksplänen oder Kartenvergleichen hergeleitet werden (*Lammbach*). Auch Art, Standort und Funktionstyp von Massnahmen können Auskunft über das einstige Massnahmenziel geben (*Formigario*).

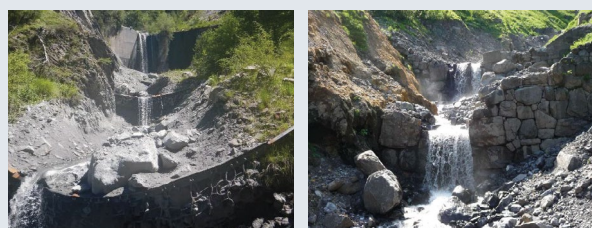
In den Fallbeispielen sind die bisherigen Schutzsysteme nicht Resultat einer einmaligen Planung, sondern sie sind über die Zeit gewachsen. Ergänzungen oder Anpassungen erfolgten meist als Reaktion auf Ereignisse. Schutzsysteme sowie die damit verfolgten Ziele können sich im Verlauf der Geschichte wandeln, wie sich z. B. am Palanggenbach zeigt: Der Standort der Schutzbauten verlagerte sich mit der Zeit nach unten, immer näher zum Kegel hin. Investitionen in bestehende Bauten und regelmässige Unterhaltsarbeiten geben Hinweise darauf, dass ein Gefahren- bzw. Risikobewusstsein besteht und den Schutzbauten Bedeutung beigemessen wird (*Guppenrunse*). Das Unterlassen von Massnahmen (z. B. keine Instandstellung/Reparaturen von Schutzbauten nach Ereignissen) kann ebenfalls ein wichtiges Zeichen sein und einen Wechsel oder eine Anpassung des bestehenden Schutzsystems in die Wege leiten (*Gürbe*). Ein unhinterfragtes und unbegründetes Ändern oder Auflassen von z. T. emotional bedeutenden Bauten kann als «Verrat am Lebenswerk» aufgefasst werden (*Gürbe*).

Wirksamkeit und Zuverlässigkeit

Die Fallbeispiele zeigen, dass sowohl die konzeptionelle Überprüfung als auch die technische Beurteilung bestehender Schutzsysteme und ihrer Elemente in der Regel sehr aufwändig und komplex sind und grosse Anforderungen an das Fachwissen der Planenden stellen (*Lammbach*). Hilfestellung bei der technischen Beurteilung von Funktion, Wirkung und Zustand bestehender Schutzbauten gibt z. B. PROTECT [24]. Wissenslücken und Unsicherheiten in Bezug auf die Ausgangslage können ein Projekt massgeblich erschweren und verzögern (*Formigario*). Unsicherheiten können meist nicht vermieden, aber z. B. durch verschiedene, unabhängige Abklärungen reduziert werden (*Lammbach*).

Die Geschichte kann aufzeigen, wenn ein Schutzsystem nicht wirksam und zuverlässig, d.h. nicht tragfähig, gebrauchstauglich und dauerhaft ist. Im Merdenson hat sich beispielsweise der Bau von Sperren im Einzugsgebiet als nicht nachhaltig erwiesen. Schon nach kurzer Zeit waren die Bauten hinterfüllt und beschädigt. Aufgrund der Geschichte drängte sich beim Merdenson ein Systemwechsel auf. Der Umkehrschluss ist dagegen nicht möglich: Schadlos abgeführte Ereignisse können zwar Indiz für die Wirksamkeit eines Schutzsystems sein, sind aber kein Beweis dafür und die Indizien gelten nicht auf Dauer. Zum Beispiel haben sich die Sperren im Einzugsgebiet der Guppenrunse bei mehreren Ereignissen bewährt [13]. Das Vertrauen in das bestehende System war vonseiten Bevölkerung und Fachpersonen gross. Murgangereignisse 2010 und 2011 stellten jedoch dann das ganze System infrage (Abb. 24).

Abb. 24: Sperren im bisherigen Schutzsystem Merdenson (links [64]) und Guppenrunse (rechts [43])



Nutzen

Neben der Wirksamkeit bestehender Bauten und Massnahmen muss deren aktueller Nutzen beurteilt werden (*Nasenbach*). Dieser stimmt nicht zwingend mit der Wirksamkeit einer Massnahme überein. Auch bei gut unterhaltenen, intakten und wirksamen Bauwerken kann der Nutzen in Bezug auf das Schutzkonzept des Schutzsystems beschränkt und ein Auflassen oder ein Rückbau zweckmässig sein (*Gürbe*).

Ist die Verbundenheit zu einem Schutzsystem gross, dann muss bei einer Überprüfung und allfälligen Abkehr vom bestehenden System von vorgefertigten Meinungen und grösseren Widerständen ausgegangen werden (*Gürbe*). Sind mit einem Bach und den Massnahmen dagegen v. a. negative Gefühle (Angst, unästhetische Bauwerke etc.) verbunden, stossen Neuerungen erfahrungsgemäss auf weniger Widerstand (*Kleine Melchaa*).

Verbundenheit

Die Verbundenheit der Bevölkerung kann neben technischen und funktionalen Aspekten die Bedeutung eines Systems massgeblich beeinflussen (*Steinibach b. Hergiswil*). Hinweise auf die Verbundenheit können z. B. der Zustand, Unterhalt und die getätigten sowie die geplanten Investitionen in ein Schutzsystem geben (*Nasenbach*). Gut unterhaltene und intakte Bauwerke haben oft auch emotional eine grosse Bedeutung und werden selten infrage gestellt (*Guppenrunse*). Ist der räumliche Zugang zu den Schutzbauten nicht gewährleistet und sind diese im Alltag der Bevölkerung nicht sichtbar, geschieht die Auseinandersetzung mit dem Bestehenden nicht von selbst, sondern muss bewusst und aktiv angegangen werden (*Lammbach*). Hilfestellung bei der Einschätzung der Verbundenheit mit einem Schutzsystem kann neben Gesprächen mit der lokalen Bevölkerung die Einordnung des Schutzsystems in das Schema in Abbildung 25 geben, das exemplarisch für die Beispiele Nasenbach (N) und Gürbe (G) ausgefüllt wurde.

Abb. 25: Schema zur Einschätzung der Verbundenheit zum bisherigen Schutzsystem am Beispiel Gürbe (G) und Nasenbach (N)

Zustand	gut	G	N	schlecht
Unterhalt	regelmässig	G	N	selten
Getätigte Investitionen	hoch	G	N	tief
Künftige Aufwände	tief	N	G	hoch
Sichtbarkeit	offensichtlich	G	N	versteckt
Zugänglichkeit	gut	G	N	schwierig
Vertrauen	gross	G	N	n. vorhanden
Verbundenheit	gross	G	N	gering

4.2.2 Beurteilung der Zweckmässigkeit

Die Zweckmässigkeit eines Schutzsystems beinhaltet dessen Wirkung auf den Gefahrenprozess, die Zuverlässigkeit (im Sinne von Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit gemäss [24]) sowie Robustheit, Überlastbarkeit, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Die Ansprüche an ein zweckmässiges Schutzsystem sind demnach gross. Da sich die einzelnen Aspekte wie objektiv bestehender und subjektiv wahrgenommener Schutzbedarf, gesetzliche Anforderungen, Wirtschaftlichkeit etc. mit der Zeit und der Gesellschaft wandeln (Kapitel 4.1 Rahmenbedingungen), verändert sich im Endeffekt auch die Zweckmässigkeit eines Schutzsystems über die Zeit. Es ist zu prüfen, ob das Bestehende im Einzelnen und Ganzen den aktuellen und künftigen Anforderungen entspricht – erst dann ist es zweckmässig. Wenn nicht, besteht Handlungsbedarf und ein Überprüfen des bisherigen Schutzsystems steht an (Kapitel 4.2.3 Auslösung des Überprüfens).

Zweckmässigkeit des bisherigen Schutzsystems

Die veränderten Ansprüche an die Schutzsysteme, die Zunahme des Schadenpotentials, sowie das Altern der Schutzbauten haben in den Fallbeispielen dazu geführt, dass die Zweckmässigkeit der Schutzsysteme seit ihrer Errichtung bis zum aktuellen Überprüfen insgesamt abgenommen hat. Nicht immer sind es ausserordentliche Schäden an den Bauwerken, welche die Wirksamkeit und damit die Zweckmässigkeit eines Schutzsystems herabsetzen (*Guppenrunse*). Auch wirtschaftliche Überlegungen (*Gürbe*), ökologische Anforderungen (*Nasenbach*) oder gesetzliche Vorgaben (*Formigario*) können ein bestehendes System infrage stellen und zu dessen Überprüfen führen.

Die Einschätzung der Zweckmässigkeit eines Schutzsystems durch die Bevölkerung kann deutlich von der Beurteilung durch Fachpersonen abweichen (*Steinibach b. Hergiswil*). Ohne ersichtliche Mängel (beim Steinibach b. Hergiswil Unterspülung der bestehenden Bachschale; Gefahr eines Systemkollapses bei grösseren Ereignissen) und bei einem dem Anschein nach funktionierenden System sind Neuerungen schwierig umzusetzen (*Steinibach b. Hergiswil*). Massnahmen zur ökologischen Aufwertung, z. B. Renaturierungsprojekte, geben meist mehr Anlass zu Diskussionen als Schutzprojekte (*Palanggenbach*). Die Beispiele zeigen, dass Massnahmen umso leichter umzusetzen sind, wenn Handlungsbedarf nicht nur vorhanden, sondern auch anerkannt wird.

4.2.3 Auslösung des Überprüfens

Das Überprüfen eines bisherigen Schutzsystems wird ausgelöst, wenn dessen Zweckmässigkeit infrage gestellt wird. Auslöser können vielfältig sein und sind z. B. Einwirkungen im Naturraum, der Zustand von Schutzbauten oder Anforderungen an das Schutzsystem.

Mögliche Auslöser für das Überprüfen

In den Fallbeispielen waren es mehrere Auslöser, die zum Überprüfen des Bestehenden Anlass gaben (Tab. 4). Tabelle 6 zeigt eine nicht abschliessende Zusammen-

stellung möglicher Auslöser, die zusätzlich zu den Erkenntnissen aus den Fallbeispielen auf den Erfahrungen der Begleitgruppenmitglieder beruht.

Tab. 6: Mögliche Auslöser für das Überprüfen

	Thematik	Beschreibung
Aspekte aus dem Naturraum	Ereignis	• Zerstörung von Schutzbauten • Schäden an Schutzbauten • Wiederholte Ereignisse, u.U. mit Auswirkungen auf Unterhalt • Verändertes Gefahrenbewusstsein
	Gebiet	• Veränderung Klima • Veränderung der Aktivität von Prozessen (z. B. Reaktivierung Rutschungen) • Veränderung Gebietseigenschaften (z. B. Waldbestand, Gletscherbedeckung, Permafrost)
	Prozessbeurteilung	• Überarbeitung Gefahrenkarte/neue Prozessbeurteilung: Festlegung Szenarien, Ereignisabläufe, Prozesseinwirkungen, Wirkungsbereiche
Anforderungen	Raumplanung	• Schutzdefizit und eingeschränktes Entwicklungspotential Gemeinde, z. B. aufgrund Überarbeitung Gefahrenkarte • Zonenplanung, allenfalls auch Richtplanung • Veränderung Schadenpotential: zunehmend, gleichbleibend, aber auch abnehmend möglich (z. B. neue Umfahrungsstrasse) • Drittprojekte (z. B. Trinkwasserversorgung, Brückenbau, Tourismus)
	Umwelt	• Ökologie/naturnaher Wasserbau • Sanierung Geschiebehaushalt • Natur- und Landschaftsschutz
	Schutzbautenmanagement*	• Bauwerksüberprüfung • Sanierung und Instandsetzung • Unterhalt, ggf. auch Zugänglichkeit • Änderung Unterhaltungskonzept
	Finanzierung	• Finanzielle Rahmenbedingungen • Überprüfung Finanzen • Hohe Unterhaltskosten • Wirtschaftlichkeitsüberlegungen
	Zuständigkeit	• Änderung Zuständigkeit • Unterschiedliche Risikomethoden (z. B. BAFU/ASTRA) • Neue Ansprechpersonen/Akteure (z. B. Wechsel Gemeinderat)
	Bau und Planung	• Neue Massnahmenarten (mit entsprechender Wirtschaftlichkeit) • Neue technische Möglichkeiten • Neue Normen/Methoden • Arbeitssicherheit • Zugänglichkeit • Überlast und Versagen • Robustheit und Flexibilität • Angepasste Methoden (z. B. neue Versionen EconoMe)
	Gesellschaft	• Erhöhte Sensibilität der Bevölkerung • Medialer Druck (z. B. Massnahmen bei benachbartem Bach als Anstoss) • Emotionen, Ereignisecho • Änderung des Risikobewusstseins • Nutzen und Territorium von Schutzmassnahmen liegen bei unterschiedlichen Personen
	Integrale Überprüfung	• Wirkungsziel • Risikoanalyse und Risikobewertung • Raumplanung • Ökologie/naturnaher Wasserbau

*bedingt Schutzbautenkataster

4.3 Erarbeitung künftiges Schutzsystem

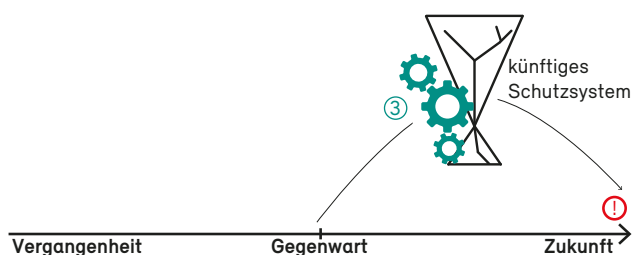
Ziel des folgenden Schritts ist die Konzeption eines durch alle Beteiligten getragenen, zweckmässigen und zukunftsgerichteten Schutzsystems. Das Vorgehen von der Risikoanalyse bis zur Massnahmenplanung bei Hochwasserschutzprojekten wird in [3] ausführlich beschrieben. Die vorliegenden Ausführungen sind als Ergänzung zu verstehen und legen den Fokus auf Eigenheiten, die beim Entscheidungsprozess von einem bestehenden, bisherigen Schutz-

system zum künftigen Schutzsystem zu berücksichtigen sind. Der Weg vom bisherigen zum künftigen Schutzsystem kann nicht losgelöst von den Rahmenbedingungen (Schritt 1, Kapitel 4.1) und dem bisherigen Schutzsystem (Schritt 2, Kapitel 4.2) gegangen werden. Bereits bei der Konzeption soll dem Altern des künftigen Schutzsystems Rechnung getragen werden, denn auch dieses wird den Punkt erreichen, dass es überprüft werden muss (Abb. 26).

4.3.1 Zielformulierung und Zielvergleich

Projektziele für die Bereiche Hochwasserschutz, Gesellschaft, Ökologie und Ökonomie zeigen den angestrebten Systemzustand an. Die Formulierung des Zielzustandes unterscheidet sich beim Umgang mit alternden Schutzsystemen nur unwesentlich von sonstigen Hochwasserschutzprojekten. Stimmen die Projektziele des künftigen Schutzsystems nicht mit denjenigen des bisherigen Schutzsystems (Kapitel 4.2.1) überein, oder haben sich Rahmenbedingungen verändert (Kapitel 4.1), dann kann ein Systemwechsel oder eine Systemanpassung sinnvoll sein.

Abb. 26: Vom bisherigen zum künftigen Schutzsystem



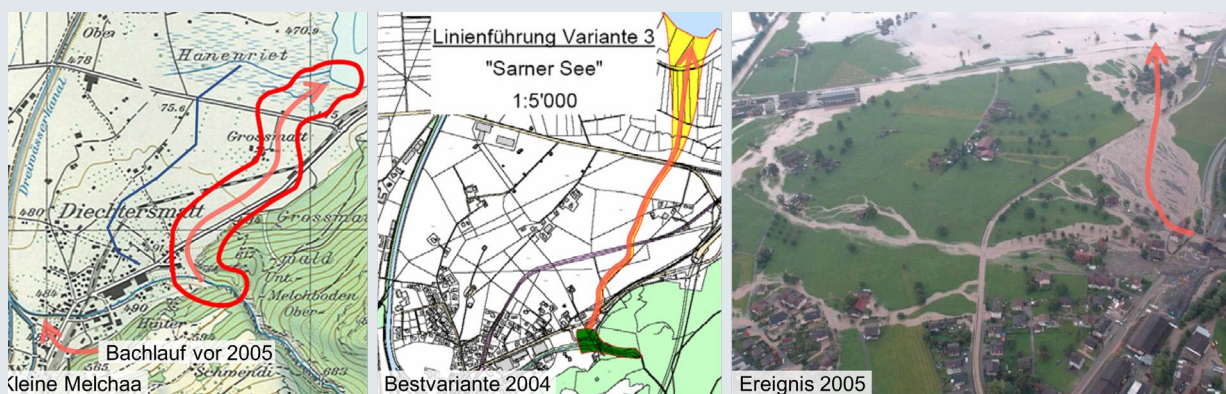
Zielformulierung

Projektziele geben die Leitplanken für den Umgang mit dem bisherigen Schutzsystem vor und sind meist entscheidender als die ausgearbeiteten Detailvarianten (*Lammbach*). Breit abgestützte Projektziele erleichtern das Finden

von akzeptierten Lösungen zum Umgang mit dem bisherigen Schutzsystem (*Kleine Melchaa*) und helfen dabei, den Überblick in grossen, über mehrere Jahre andauernden Projekten zu bewahren (*Merdenson*). Ereignisse können genutzt werden, um ein vorgängig definiertes Ziel zu

Abb. 27: Variantenstudium an der Kleinen Melchaa

Die Ableitung bzw. Verlegung des ursprünglichen Bachlaufs (links) direkt in den Sarnersee wurde bereits 2004 als Bestvariante beurteilt (Mitte). Das Schadenereignis von 2005, bei dem das Wasser von selbst den direkten Weg in den Sarnersee suchte (rechts), ebnete den Weg für die Umsetzung [56].



erreichen und eine Strategie voranzutreiben (*Kleine Melchaa*, Abb. 27). Ohne Vorarbeiten muss im schlimmsten Fall unter Zeitdruck auf ein Ereignis reagiert werden und es bleibt nicht genug Zeit für eine Gesamtanalyse des Schutzsystems.

Vergleich der bisherigen und künftigen Projektziele

Die untersuchten bisherigen Schutzkonzepte und Schutzsysteme zielten in der Regel darauf ab, den Gefahrenprozess direkt zu beeinflussen und das Geschiebe im Einzugsgebiet zu halten (Abb. 14). In Zukunft soll das Geschiebematerial aus dem Einzugsgebiet dosiert abgeführt werden (Abb. 15). Die Ansprüche an ein Schutzsystem sowie die Möglichkeiten, dieses umzusetzen, haben sich im letzten Jahrhundert verändert:

- Die Ansprüche an die künftigen Schutzsysteme umfassen neben dem Schutz ebenfalls ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Aspekte (*Nasenbach*).
- Die finanziellen Ressourcen sind begrenzt und insbesondere Arbeitskräfte teurer als früher (*Formigario*).
- Der Arbeitssicherheit wird grössere Bedeutung beigemessen (*Guppenrunse*).
- Aus neuen Techniken (z. B. naturnaher Wasserbau), Baumaterialien und Maschinen bieten sich für das künftige Schutzsystem neue und andere Massnahmenmöglichkeiten als früher (*Palanggenbach*).

Sich wandelnde Werte und Möglichkeiten beeinflussen die Ziele und Schutzkonzepte. Stimmen die mit dem bisherigen Schutzsystem verfolgten Ziele nicht (mehr) mit den aktuellen Projektzielen überein, müssen auch die Massnahmen verändert werden, um das Ziel zu erreichen (*Gürbe*).

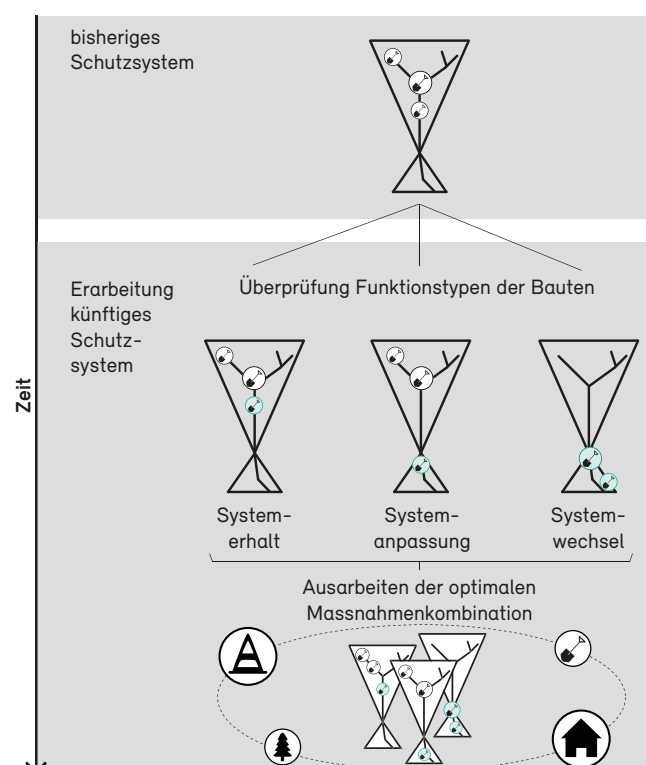
4.3.2 Variantenstudium und Variantenentscheid

Das Variantenstudium besteht aus einer breiten Auslegung von Möglichkeiten, wie mit dem bisherigen Schutzsystem umgegangen werden kann und die Projektziele erreicht werden können. Das Variantenstudium erfolgt vom Groben ins Detail. Im Hinblick auf den Umgang mit altern-

den Schutzsystemen sind die Funktionstypen der baulichen Massnahmen des künftigen Schutzsystems zu betrachten. Minimal zu prüfen sind die übergeordneten, konzeptionellen Basisvarianten funktionaler Systemerhalt, Systemanpassung und Systemwechsel (Abb. 28). Bauliche, organisatorische, raumplanerische und ingenieurbio-logische Massnahmen sind aufeinander abzustimmen, so dass eine optimale Massnahmenkombination resultiert. Die einzelnen Elemente werden schliesslich weiter konkretisiert. So ist auch beim Systemerhalt zu prüfen, ob bestehende Massnahmen durch optimierte Lösungen mit gleicher Funktion möglich sind, z. B. werten Massnahmen aus dem naturnahen Wasserbau das Schutzsystem ökologisch auf.

Das Vorgehen beim Variantenentscheid unterscheidet sich nicht von regulären Hochwasserschutzprojekten. Aus einer breiten Palette an Varianten wird durch Abwägen der jeweiligen Vor- und Nachteile nach möglichst objektiven Kriterien und aus unterschiedlichen Perspektiven die jeweilige Bestvariante herausgeschält. Der Entscheid stützt sich auf die Projektziele, wird bewusst getroffen und transparent kommuniziert [3].

Abb. 28: Variantenstudium auf Konzeptstufe



Variantenstudium

Grösse, Zustand und Wirkung von Schutzbauten sind in jedem Fallbeispiel unterschiedlich (Abb. 29). Die Systematik des Überprüfens ist aber in allen Einzugsgebieten die Gleiche. Bei allen Fallbeispielen mit Sperren oder Sperrentreppen im z. T. schwer zugänglichen Einzugsgebiet wurde geprüft, ob die bestehenden Bauten beibehalten werden sollen, ob der Erhalt einzelner Schlüsselbauwerke zweckmässig ist oder ob ein Auflösen der Sperren/Sperrentreppe möglich ist. Die angeordneten Varianten beeinflussen die Prozessszenarien, z. B. die auf dem Kegel zu erwartende Geschiebefracht (*Merdenson*). Bei allen Fallbeispielen wurde das künftige Schutzsystem durch eine gebietsspezifische Kombination von Massnahmen optimiert.

In Bezug auf den Umgang mit einem bisherigen Schutzsystem bestehen häufig direkt oder indirekt kommunizierte Erwartungen an das Resultat von Untersuchungen und an das Variantenstudium (*Gürbe*). Die Beispiele zeigen, dass die Prüfung des Systemerhalts, der Sys-

temanpassung und des Systemwechsels in jedem Fall einen Mehrwert bringt. Auch wenn sich eine Bestvariante bereits bei Projektbeginn abzeichnet, macht ein Variantenvergleich den Entscheid nachvollziehbar (*Nasenbach*) und belastbarer, z. B. gegen Einsprachen. Ein funktionaler Systemwechsel ist nicht immer möglich und auch nicht immer sinnvoll (*Formigario*). Andernorts drängt er sich dagegen auf (*Merdenson*). Unabhängig von der Funktionsweise der baulichen Massnahmen wurde in allen Fallbeispielen ein zweckmässiges zukünftiges Schutzsystem entwickelt. Am Steinibach b. Hergiswil beispielsweise wurde eine bisher harte Bachschale auf dem Kegel durch ein Raubettgerinne ersetzt (Abb. 30). Die ursprüngliche Funktion «Durchleiten» blieb bestehen (Systemerhalt), doch die einzelnen baulichen Massnahmen unterscheiden sich stark. Sie wurden an die aktuellen Gegebenheiten und Ansprüche angepasst und erfüllen die Kriterien des IRM und der Nachhaltigkeit.

Abb. 29: Verbauungen in verschiedenen Einzugsgebieten

Links: Kombinierte Stein-Holzschwellen im Nasenbach [67], Mitte: Sperren im Val de Gervan, Ri del Bess [73], Rechts: Sperre im Einzugsgebiet des Lammbachs [60].

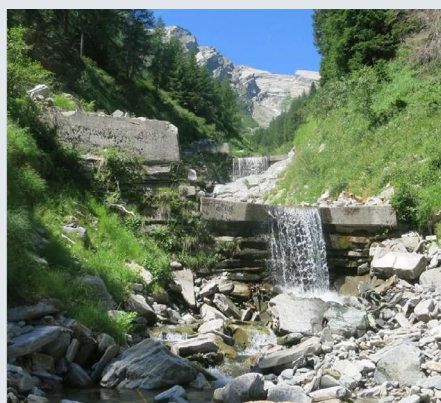
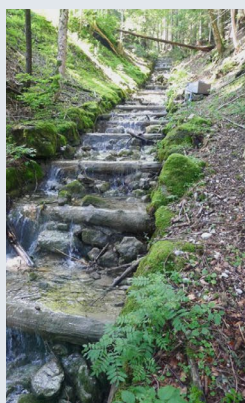


Abb. 30: Bauliche Massnahme am Steinibach b. Hergiswil vom Funktionstyp «Durchleiten»

Links: Harte Bachschale im bisherigen Schutzsystem [78], rechts: Raubettgerinne im neuen Schutzsystem [77].



Variantenentscheid

Die Kriterien für den Variantenentscheid bei den Fallbeispielen umfassen jeweils die vier Bereiche Schutz, Wirtschaftlichkeit/Kosten, Gesellschaft, Natur/Ökologie und unterscheiden sich kaum von üblichen Hochwasserschutzprojekten. Verschiedene Bewertungskriterien werden je nach Situation und Beteiligten unterschiedlich gewichtet (*Ri del Bess*). Anschaulich ist bei vielen Beispielen die ökologische Aufwertung durch das künftige Schutzsystem, die unabhängig ist vom Entscheid zum Funktionstyp der baulichen Massnahmen (Abb. 30 und Abb. 31).

Im Gegensatz zu allgemeinen Hochwasserschutzprojekten liegt der Fokus nicht primär auf der Planung von neuen Massnahmen, sondern insbesondere auf dem

Umgang mit dem Bestehenden. Eine Besonderheit beim Umgang mit alternden Schutzsystemen ist, dass viele bestehende Bauten nicht nur eine funktionale, sondern auch eine emotionale Bedeutung haben (*Lammbach*, Abb. 32). Der Blick auf bereits getätigte Investitionen (in das bisherige Schutzsystem) kann ein Projekt in eine bestimmte Bahn lenken (*Ri del Bess*). Aus diesem Grund ist oft auch das «Aufgeben» eines bisherigen Schutzsystems bzw. seiner Bauwerke, in die grosse Arbeit gesteckt wurde, schwierig (*Merdenson*). Ein ersatzloser Rückbau oder die Aufgabe funktionierender Schutzbauten ist schwer verständlich (*Gürbe*). Der temporäre Erhalt von Schlüsselbauwerken anstelle eines sofortigen vollständigen Auflassens einer Sperrentreppe bewirkt z. B. an der Gürbe, dass einerseits die Übergangsphase

Abb. 31: Nasenbach bisher (links) und künftig (rechts, Visualisierung) [66]

Abb. 32: Sperrenbau im Lammbach um 1900 (OIK I, 2009 aus [63])



bis zum vollständigen Auflassen betreffend anfallenden Geschiebefrachten über einen längeren Zeitraum und somit kontrollierter und gedämpfter abläuft. Andererseits kann damit auch die politische Akzeptanz erhöht werden, indem die Veränderung am System nicht plötzlich, sondern stetig und kontrolliert umgesetzt wird.

Der finanzielle Aspekt war in jedem der Fallbeispiele zentrales Entscheidungskriterium für oder gegen eine Variante. Beim Umgang mit alternden Schutzsystemen fallen nicht nur die Kosten für Neubauten, Sanierung und Unterhalt von Massnahmen an, sondern ebenso die Kosten für einen allfälligen Rückbau oder das überwachte Verfallenlassen von Bauten (*Ri del Bess*). Am Nasenbach wurden die vergleichsweise grossen, einmalig anfallenden Investitionen für die Umsetzung eines funktionalen Systemwechsels mittels Beurteilung der Wirtschaftlichkeit über die gesamte Lebensdauer der einzelnen bestehenden Bauwerke relativiert. In allen vier untersuchten Beispielen mit einem funktionalen Systemwechsel (*Nasenbach, Guppenrunse, Merdenson und Kleine Melchaa*), wurde dieser Wechsel als Investition in die Zukunft betrachtet und es wird erwartet, dass die künftigen Erneuerungskosten des Schutzsystems tiefer ausfallen als bisher.

Der Variantenentscheid beeinflusst die aktuelle Situation und wirkt sich auf die künftige Entwicklung des Einzugsgebiets und des Schutzsystems sowie auf künftige Entscheidungen aus (*Formigario*). Mit einem Schutzsystem wird ein Vermächtnis an die nächsten Generationen weitergegeben, welches deren spätere Entscheide und Möglichkeiten beeinflussen wird (*Palanggenbach*).

4.3.3 Überführung des bisherigen Schutzsystems in ein zweckmässiges künftiges Schutzsystem

Ist der Variantenentscheid für ein künftiges Schutzsystem einmal gefällt, gilt es dieses umzusetzen und seine Zweckmässigkeit möglichst lange aufrechtzuerhalten. Die Umsetzung des künftigen Schutzsystems beinhaltet Entscheidungen in Bezug auf allfällige Neubauten, Sanierungen und/oder Rückbauten. Dabei ist neben dem jeweiligen Endzustand ebenfalls die Übergangsphase vom bisherigen zum künftigen Schutzsystem zu beachten und zu planen. Sobald das künftige Schutzsystem realisiert ist, startet ein neuer Lebenszyklus. Auch das neue Schutzsystem altert und erreicht irgendwann den Punkt, an dem es überprüft wird. Mit einem sorgfältigen **Erhaltungsmanagement** kann bei allen Hochwasserschutzprojekten ein vorzeitiges Altern vermieden werden. Dazu gehören das Schutzbautenmanagement [6] mit der Führung eines Schutzbautenkatasters, kontinuierliche Inspektion (Moni-

toring, Kontrollen), Zustands- und Funktionsbewertung, Unterhalt und Instandsetzung von Einzelmassnahmen und dem Gesamtsystem (Lebenszyklusmodell in Abb. 7). Die vollständige und nachvollziehbare Dokumentation unterstützt den Entscheidungsprozess und erleichtert ein künftiges, erneutes Überprüfen.

Überführung in das künftige Schutzsystem

Die Erarbeitung eines künftigen Schutzsystems ist kein punktueller Entscheid, sondern ein Prozess, der meist mehrere Jahre dauert (*Merdenson*). Insbesondere die Auseinandersetzung mit Veränderungen benötigt Zeit (*Guppenrunse*). Dementsprechend muss ein allfälliger Systemwechsel nicht in einem einzigen Schritt erfolgen, sondern kann sich mit der Zeit entwickeln (*Palanggenbach*). Die Überführung in ein neues Schutzsystem kann aktiv geschehen (durch Ergreifen von Massnahmen, wie z. B. an der Guppenrunse) oder passiv eingeleitet werden (durch das Unterlassen von Unterhaltsmassnahmen, wie z. B. an der Gürbe). Wichtig ist, dass eine Vision bzw. ein Projektziel besteht (Kapitel 4.3.1), auf welches hingewirkt wird. Dies bildet auch eine gute Basis, falls ein Ereignis zu sofortigen Taten drängt (*Palanggenbach*).

Rückbau vs. Verfallenlassen von Bauten

Neben Neubauten und Sanierungen ist auch der Umgang mit nicht mehr benötigten Schutzbauten bewusst zu treffen und zu planen (*Formigario*). Je nach Versagensmechanismus von Schutzbauten ist ein Auflassen möglich oder ein Rückbau nötig. Stellen beschädigte Bauwerke eine Gefahr für Mensch, Tier oder Umwelt dar oder beeinflussen sie den Gefahrenprozess oder das Landschaftsbild negativ, ist das Verfallenlassen nicht zweckmässig. Die Bauwerke müssen zurückgebaut werden, was finanzielle Auswirkungen hat (*Ri del Bess*). In anderen Fällen üben Schutzbauwerke auch während des Zerfalls noch eine gewisse Zeit lang eine stabilisierende Wirkung auf die Bachsohle aus. Ist der Entscheid gefallen, dass Schutzbauten eines Schutzsystems nicht mehr unterhalten werden, dürfen sie dennoch nicht vergessen werden (*Merdenson*). Um Risiken frühzeitig zu erkennen, wird das Auflassen von Bauwerken durch Monitoring begleitet und überwacht (*Nasenbach*).

Übergangsphase

Die Übergangsphase vom bisherigen zum zukünftigen Schutzsystem kann insbesondere bei einem Systemwechsel eine grosse Herausforderung sein, z. B. bei grossem Geschiebeanfall hinter Sperren, die aufgelassen werden (*Formigario*). Mit dem dauerhaften oder temporären Erhalt von Schlüsselbauwerken kann in diesem Fall dafür gesorgt werden, dass sich die Gefahrensituation nicht verschärft und die Entwicklung eines neuen Gleichgewichts eher sanft und über längere Zeit erfolgt (*Gürbe*). Die Priorisierung von Massnahmen und Fokussierung auf Schlüsselbauwerke kann, sofern dies eine robuste Lösung bietet, auch im Hinblick auf die Kostenwirksamkeit eines Systems sinnvoll sein (*Ri del Bess*, *Gürbe*).

Auch das künftige Schutzsystem wird altern

Das Altern eines Schutzsystems hat Auswirkungen auf die Schutzwirkung und ebenso wirtschaftliche Konsequenzen (*Ri del Bess*). Betrachtet man bereits bei Projektbeginn die gesamte Lebensdauer eines Bauwerks bzw. eines Schutzsystems, kann man sich darauf vorbereiten (*Nasenbach*). Für ein nachhaltiges Schutzsystem bedarf es nicht nur Abklärungen für Neubauten oder Sanierungen, auch Zugang und Unterhalt müssen gewährleistet und das Geschiebemanagement muss frühzeitig geplant werden (*Formigario*).

4.4 Übergreifende Aspekte

Im Folgenden wird auf die zeitlich unabhängigen Aspekte Projektgrundlagen, Kommunikation und den sich mit der Zeit wandelnden Umgang mit Naturgefahren eingegangen. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass diese Themen beim Umgang mit alternden Schutzsystemen zentral sind. Sie beschränken sich aber nicht auf die alternden Schutzsysteme. Die wichtigsten Erkenntnisse gelten grösstenteils für alle Hochwasserschutzprojekte. Aufgeführt wird eine Auswahl von Erfahrungen der Teilnehmenden aus den Fallbeispielen und der Begleitgruppenmitglieder.

4.4.1 Projektgrundlagen

Thematische Projektgrundlagen sind sowohl Basis für die nachvollziehbare Entscheidungsfindung beim Umgang mit alternden Schutzsystemen als auch für die sachliche und anschauliche interne und externe Kommunikation. Zu den Projektgrundlagen zählt alles verfügbare oder erarbeitbare dokumentierte Wissen (Fakten, Vermutungen, Bedürfnisse und Meinungen) und Anschauungsmaterial zu den Schritten 1–3 in Abbildung 12 bzw. in den Kapiteln 4.1 – 4.3.

Wichtige Informationen können z. B. aus Dokumenten (Literatur, Karten, Bilder etc.), im Gelände, aus Modellen und aus Gesprächen mit verschiedenen Akteuren erschlossen werden. Es sind jeweils die Relevanz und Glaubwürdigkeit der Informationen zu prüfen. Der Erfahrungsschatz der Fachpersonen und Beteiligten, zusammen

mit Hinweisen aus verschiedenen Untersuchungen, die miteinander verglichen und verifiziert werden, ergeben schliesslich ein Gesamtbild (Abb. 33).

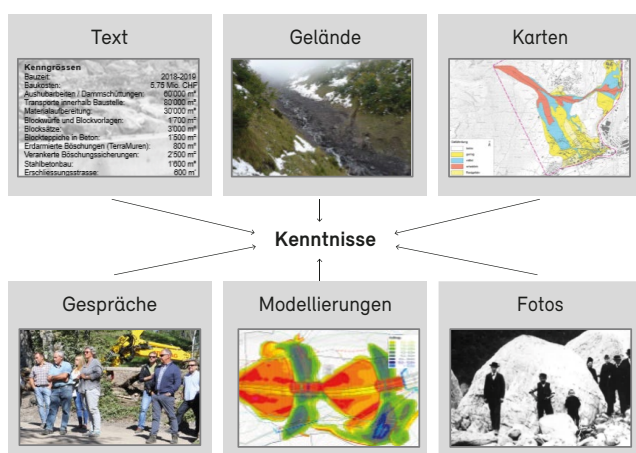
Die thematischen Projektgrundlagen zu den Rahmenbedingungen und dem bisherigen Schutzsystem können mittels Recherche, Studien und Gesprächen durch Fachpersonen erschlossen werden. Für die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen (z. B. Projektziele, Kriterienkatalog für den Variantenentscheid etc.) braucht es zwingend die Partizipation und das Zusammenwirken verschiedener Akteure [8].

Thematische Projektgrundlagen

Das dokumentierte Wissen über Rahmenbedingungen und das bisherige Schutzsystem (sowohl zur Entwicklung als auch zum aktuellen Zustand) bildet den Grundpfeiler für alle Entscheidungen (*Gürbe*). Die Erarbeitung erfordert meist viel Aufwand, Erfahrung und Fachwissen:

- Bei der Grundlagenarbeit zu Projektbeginn können Aufwände entstehen, ohne dass die Geldgebenden (z. B. Gemeinden) konkrete Projektfortschritte erkennen (*Nasenbach*).
- Bei den Fallbeispielen haben sich fundierte Abklärungen zu Projektbeginn gelohnt. Andernfalls kommt meist der Zeitpunkt, wo diese Projektgrundlagen benötigt und nachträglich erarbeitet werden müssen (*Guppenrunse*).
- Bei fehlenden, unklaren oder nicht korrekten Projektgrundlagen kann es zu Verzögerungen und hohen Mehrkosten eines Projekts kommen, da nachträgliche Abklärungen erforderlich werden (*Ridel Bess*).
- Gleichzeitig ist die Abklärung der Ausgangslage, z. B. des Sperrenzustands im Einzugsgebiet, nicht immer bis in alle Details möglich (*Formigario*).
- Für Entscheidungen auf Konzeptstufe (z. B. Systemerhalt, Systemanpassung oder Systemwechsel) sind qualitative Beurteilungen oft ausreichend (*Gürbe*).

Abb. 33: Informationen aus verschiedenen Quellen ergeben ein Gesamtbild (Beispiele aus [46])



Die Besonderheit beim Umgang mit alternden Schutzsystemen ist, dass viele Personen, insbesondere die lokale Bevölkerung, einen z. T. sehr persönlichen Bezug zum bisherigen Schutzsystem, dessen Geschichte und Rahmenbedingungen haben. Neben dem Vorhandensein der bekannten thematischen Projektgrundlagen für ein Hochwasserschutzprojekt (z. B. [3] [9] [14]) war in den Fallbeispielen insbesondere von Bedeutung, dass diese anschaulich aufbereitet und verständlich vermittelt wurden (Kapitel 4.4.2 Kommunikation).

4.4.2 Kommunikation

Kommunikation ist in jedem Projekt zentral. Das bestätigen die Begleitgruppenmitglieder und zeigen die Erfahrungen aus den Fallbeispielen. Daher wird der Kommunikation auch in der vorliegenden Publikation Platz eingeräumt, obschon die Erfahrungen nicht spezifisch für den Umgang mit alternden Schutzsystemen, sondern für alle (Hochwasserschutz-)Projekte relevant sind. Unter Kommunikation wird, analog zu [8], «jegliche Einzeltätigkeit der Vermittlungsarbeit in Planungsprozessen von der Information über die Koordination bis zur Partizipation und Kooperation» verstanden. Es sind die in Tabelle 7 beschriebenen Kommunikationsformen zentral.

Für die Kommunikation gibt es kein standardisiertes Vorgehen. Sie findet je nach involvierten Personen, Inhalten und Rahmenbedingungen anders statt [8]. Welche Themenfelder für eine erfolgreiche Kommunikation bei Hochwasserschutzprojekten zu beachten sind, wird ebenfalls in [8] beschrieben. Die im Folgenden exemplarisch aufgeführten Erfahrungen bieten weitere Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Kommunikationsmassnahmen.

Organisation der Kommunikation

Eine klare Regelung und Offenlegung der Projektorganisation ist Voraussetzung und vereinfacht die Abläufe sowie die interne und externe Kommunikation (*Palanggenbach*). Zum Projektmanagement gehören u. a.:

- die Identifikation der relevanten Beteiligten (Akteuranalyse) (*Lammbach*)
- die Bekanntgabe von Handlungsspielräumen (*Steinibach b. Hergiswil*)
- die Klärung von Aufgaben, Zuständigkeiten und Kompetenzen (*Guppenrunse*)
- die Definition von Ansprechpersonen und Kommunikationswegen (*Kleine Melchaa*)

Die Gesamtkoordination eines Projekts über eine zentrale Stelle hat sich z. B. am Palanggenbach bewährt. Das Hauptprojektteam wurde bewusst klein gehalten. Via Koordinationsstelle wurden bei Bedarf weitere Fachpersonen beigezogen.

Die Beispiele zeigen, dass sich eine sorgfältige Organisation und frühzeitige Umsetzung der Kommunikation inkl. Partizipation auszahlt, da sie sonst zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden muss. In der Diskussion mit der Begleitgruppe zeigte sich, dass es eine Herausforderung ist, ein ausgewogenes Mittel zwischen zu viel und zu wenig Kommunikation zu finden.

Tab. 7: Für Hochwasserschutzprojekte mit alternden Schutzsystemen relevante Kommunikationsformen (nach [8])

Interne Kommunikation	Externe Kommunikation	
Kommunikation innerhalb Projektteam Herbeiführung von Entscheiden (Projektverantwortliche und -team), durch welche ein einheitlicher und klarer Auftritt nach aussen sichergestellt wird.	Information Umfasst alle einseitigen Kommunikationstätigkeiten: Briefe, Medienbeiträge, Anzeigen, Infoplate, Informationsvideos etc.	Dialog Dialogische Kommunikationsmassnahmen ermöglichen einen gegenseitigen Austausch zwischen den Projektverantwortlichen und Zielgruppen: Gespräche, Diskussionsveranstaltungen, Website mit Rückmeldemöglichkeiten (z. B. Web-Foren). Im weitesten Sinne sind alle dialogischen Massnahmen Partizipationsmassnahmen.

Beteiligte und Zusammenarbeit

Wie jeder Entscheidungsprozess ist auch der Umgang mit alternden Schutzsystemen stark personenabhängig:

- Ein erfahrenes Projektteam mit den richtigen Kontakten und gegenseitiger, sich ergänzender Unterstützung kann durch das Herbeiführen von gemeinsam getragenen Entscheiden sehr viel bewirken (*Lammbach*).
- Wechsel im Projektteam bergen die Gefahr, dass Wissen verloren geht (*Guppenrunse*).
- Die Aufnahme lokaler Leaderfiguren in das Projektteam hat sich in etlichen Beispielen bewährt (*Kleine Melchaa, Gürbe, Formigario*). Die lokalen Leader sind in der Bevölkerung akzeptiert und geniessen Vertrauen. Dank ihnen können mögliche Widerstände antizipiert werden und es kann darauf eingegangen werden (*Lammbach*).
- Die Ansprüche an die Mitglieder des Projektteams sind hoch und es wird grosses persönliches Engagement vorausgesetzt (*Kleine Melchaa*). Gleichzeitig müssen die Beteiligten mit Kritik umgehen können, denn jedes Projekt trifft auf kritische Stimmen (*Steinibach b. Hergiswil*).

Eine gute Zusammenarbeit wurde in den Fallbeispielen erreicht, wenn sich die Projektbeteiligten auf allen Ebenen (Kanton, Planende, Gemeinde(n), Bevölkerung) vertrauten. Dieses Vertrauen ist meist nicht von Anfang an da, sondern entwickelt sich mit der Zeit (*Nasenbach*). Planende können sich Vertrauen z. B. durch fundierte Abklärungen und Grundlagenaufbereitung erarbeiten (Kapitel 4.4.1) (*Kleine Melchaa*). Erfahrungen und Kenntnisse (des Fachs, des Gebiets und der beteiligten Personen) sowie der Rückhalt durch die Behörden erleichtern den Planenden die Projektumsetzung (*Steinibach b. Hergiswil*). Durch unterschiedliche Sprachen und/oder Mentalitäten der Projektbeteiligten kann die Zusammenarbeit erschwert werden (*Ri del Bess*).

Art und Inhalt der Kommunikation

Kommunikation findet auf ganz unterschiedliche Weise statt und verfolgt jeweils ein Ziel:

- Absichten und Strategien werden nicht immer direkt durch Dokumente oder Gespräche mitgeteilt (*Gürbe*). Zum Teil sind sie indirekt aus durchgeführten oder unterlassenen Handlungen ersichtlich, z. B. aus unterlassenen Unterhaltsmassnahmen eines bisherigen Schutzsystems (*Palanggenbach, Gürbe*).
- Wenn das Projektteam gegen aussen einstimmig, sachlich und faktenbasiert kommuniziert, fördert dies das Vertrauen in ein Projekt und das Projektteam (*Lammbach*).
- Vertrauen und Bereitschaft zur Mitgestaltung eines Projekts kommt auf, wenn echtes Mitwirken möglich ist. Deutlich werden diese Absichten des Projektteams, wenn die Diskussion mit Direktbetroffenen auf Skizzenbasis anstelle von vorgefertigten Plänen stattfindet oder ein Kriterienkatalog für den Variantenentscheid gemeinsam mit allen Beteiligten ausgearbeitet wird (*Kleine Melchaa*).
- Die Sprache beeinflusst das Verständnis und ebenfalls die Gesprächsbereitschaft der Beteiligten, z. B. ob Arbeiten gemeinsam besprochen werden oder bei Bedarf Unterstützung angefordert wird etc. (*Ri del Bess*).

Zeitliche Aspekte der Kommunikation

Die Beispiele zeigen, dass zentral ist, wann Kommunikation stattfindet:

- Der frühzeitige Einbezug aller Entscheidungstragenden und deren Zusammenarbeit von Projektbeginn an unterstützt gegenseitiges Vertrauen, fördert die Identifikation mit einem Projekt und das Erreichen eines gemeinsam angestrebten Ziels (*Lammbach*).
- Kommunikation während der gesamten Projektdauer ohne grössere Unterbrechungen fördert die stetige Auseinandersetzung mit dem Thema. Dies unterstützt den Wissenszuwachs der Beteiligten sowie das Aufweichen allfälliger vorgefertigter Haltungen und Überzeugungen (*Gürbe*).

- Durch lückenlose und kontinuierliche Informationsvermittlung können die Erwartungen an das Projekt gesteuert und der Zeitdruck für die Entscheidungsfindung minimiert werden (*Lammbach*).
- Für die Einführung bzw. Kommunikation über den Umgang mit alternden Schutzsystemen – insbesondere, wenn es sich um grosse Veränderungen handelt (Systemwechsel oder Systemanpassung) – gibt es meist geeignete Zeitpunkte (*Gürbe*).
- Liegt eine vorgängig ausgearbeitete Strategie für den Umgang mit alternden Schutzsystemen vor, kann nach einem Ereignis der Zeitpunkt für die Umsetzung günstig sein (*Palanggenbach*).
- Ohne vorliegende Strategie fällt es insbesondere nach Ereignissen schwer, abzuwarten und genügend Zeit für die Entscheidungsfindung zu gewährleisten (*Guppenrunse*).

4.4.3 Umgang mit Naturgefahren

Die Erfahrungen der Teilnehmenden aus den Fallbeispielen und der Begleitgruppe zeigen deutlich, dass sich der Umgang mit Naturgefahren im Verlauf des 20./21. Jahrhunderts stark verändert hat. Er wird auch künftig stetigem Wandel unterliegen. Das Wissen über diesen Wandel ist für den Umgang mit alternden Schutzsystemen und für die Erarbeitung künftiger Schutzsysteme wichtig.

Umgang mit Naturgefahren, Anforderungen und Zuständigkeiten

Sowohl die Möglichkeiten für den Umgang mit Naturgefahren als auch die Werte und Ansprüche haben sich verändert (Tab. 8). Deutlich zeigen sich die veränderten Anforderungen an Schutzsysteme in den bestehenden gesetzlichen Rahmenbedingungen (Kapitel 4.1.2). An die Stelle der vorwiegend durch bauliche Massnahmen erreichten Gefahrenabwehr trat das integrale Risikomanagement. Schutzziele werden differenziert betrachtet und das Risiko wird mit der optimalen Kombination verschiedener Massnahmentypen reduziert [6]. Künftige Schutzsysteme müssen nicht mehr nur Schutzziele erreichen, sondern sollen die Gesamtsituation auch in den Bereichen Ökologie, Ökonomie und

Gesellschaft verbessern. Zudem besteht die Herausforderung, dass auch künftige Entwicklungen z. B. in Bezug auf die Gefahrensituation berücksichtigt werden. Die Zuständigkeit für Bau und Unterhalt der Schutzmassnahmen liegt zunehmend bei regionalen oder kantonalen Verantwortungstragenden, nicht mehr allein bei den lokalen Betroffenen. Das führte bei der lokalen Bevölkerung tendenziell zu abnehmender Eigenverantwortung und reduzierter Kenntnis der Risiken. Beim Umgang mit Naturgefahren zählt heute nicht mehr nur das bauliche Resultat des Schutzsystems. Von mindestens ebenso grosser Bedeutung sind dessen Erarbeitungsprozess und die von verschiedenen Akteuren gemeinsam getragenen Entscheidungen.

Tab. 8: Ausgewählte Veränderungen beim Umgang mit Naturgefahren

Bereiche	Vergangenheit	Gegenwart und Zukunft
Gesetzliche Vorgaben	Forstgesetz (Ursprung 1876) und Wasserbaugesetz (Ursprung 1877) fördern Prävention gegen Hochwasser, insbesondere gegen Wildbachereignisse [12]	Zu den Gesetzen ergänzende Richtlinien und Empfehlungen sind für viele verschiedene Bereiche vorhanden, z. B. Hochwasserschutz, Gewässerschutz, Natur- und Heimatschutz, Raumplanung etc.
Fachlicher Fokus	Schutz (auf einzelne Prozesse bezogen)	Schutz (alle Naturgefahren), Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft
Räumlicher Fokus	Gefahrenprozess (Massnahmen)	gesamtes Einzugsgebiet (strategische Gesamtplanung)
Ziel	Gefahrenabwehr	Risikoreduktion, differenzierte Schutzziele
Massnahmentypen	vorwiegend baulich	optimale Kombinationen baulicher, raumplanerischer, organisatorischer und ingenieurbioologischer Massnahmen
Technik	menschliche Arbeitskraft	neue technische Möglichkeiten, Materialien und Maschinen, menschliche Arbeitskraft unterliegt höherem Schutz (Arbeitssicherheit) und ist teurer
Auslegung Schutzsystem auf	aktuelle Situation	aktuelle Situation und mögliche zukünftige Entwicklung
Akteure (organisatorisch)	vorwiegend lokale Akteure	lokale, kantonale und nationale Ebene ist involviert
Akteure (fachlich)	Betroffene	Entscheidungstragende, Betroffene und Interessierte aus verschiedenen Fachbereichen
Eigenverantwortung	tendenziell grösser	tendenziell abnehmend
Erarbeitung fokussiert auf	bauliches Resultat	optimale Massnahmenkombination, Erarbeitungsprozess und Zusammenspiel verschiedener Akteure

5 Verbindung von Theorie und Praxis

Die in Kapitel 3 und 4 präsentierten Beispiele zeigen, dass sich sowohl das in der vorliegenden Publikation dargestellte Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen (Abb. 12, Kapitel 2.3) als auch der Ansatz des Systems Engineerings mit seinem Lebenszyklusmodell (Abb. 9, in Kapitel 2.2) bewähren. Beides wird bewusst oder unbewusst bereits oft angewandt. Im Kapitel 5.1 werden die beiden Konzepte zusammengebracht und in Kapitel 5.2 wird eine allgemeine Struktur für die Anwendung präsentiert. Detailliertere Hinweise für die Umsetzung folgen in Kapitel 6 und sind an diejenigen Fachpersonen gerichtet, welche sich detaillierter mit der Thematik auseinandersetzen möchten.

5.1 Zusammenführung der Konzepte

Das Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen kann mit dem Lebenszyklusmodell des Systems Engineerings [21] zusammengeführt werden (Abb. 34). Im Systems

Engineering wird ein Lebenszyklus eines Schutzsystems in sieben Phasen (1_{SE}–7_{SE}) betrachtet. Dieser Lebenszyklus läuft wiederholt ab. Das vorgestellte Konzept aus Abbildung 12 beinhaltet einen retrospektiven (Schritt 2: Verständnis bisheriges Schutzsystem) und prospektiven Ansatz (Schritt 3: Erarbeitung künftiges Schutzsystem), berücksichtigt Rahmenbedingungen (Schritt 1) und übergreifenden Aspekte (Schritt 4). Damit unterstützt es den Übergang vom bisherigen zum künftigen Schutzsystem und entspricht dem Wechsel von einem SE-Zyklus in den nächsten.

Ausgangslage ist der Zeitpunkt des Überprüfens des Bestehenden und der Frage nach dem Umgang mit dem alternden Schutzsystem. Das in der Publikation vorgestellte Konzept mit den Schritten 1–4 unterstützt bei der Lösungsfindung auf Konzeptstufe, ausgehend vom Überprüfen des bisherigen Schutzsystems bis zur Konzeption des künftigen Schutzsystems (Phasen 7_{SE} bis zum Übergang in Phase 3_{SE} des Lebenszyklusmodells, hervorge-

Abb. 34: Anknüpfung Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen an das Lebenszyklusmodell des Systems Engineerings (nach [21])

⚠ Zeitpunkt des Überprüfens eines Schutzsystems

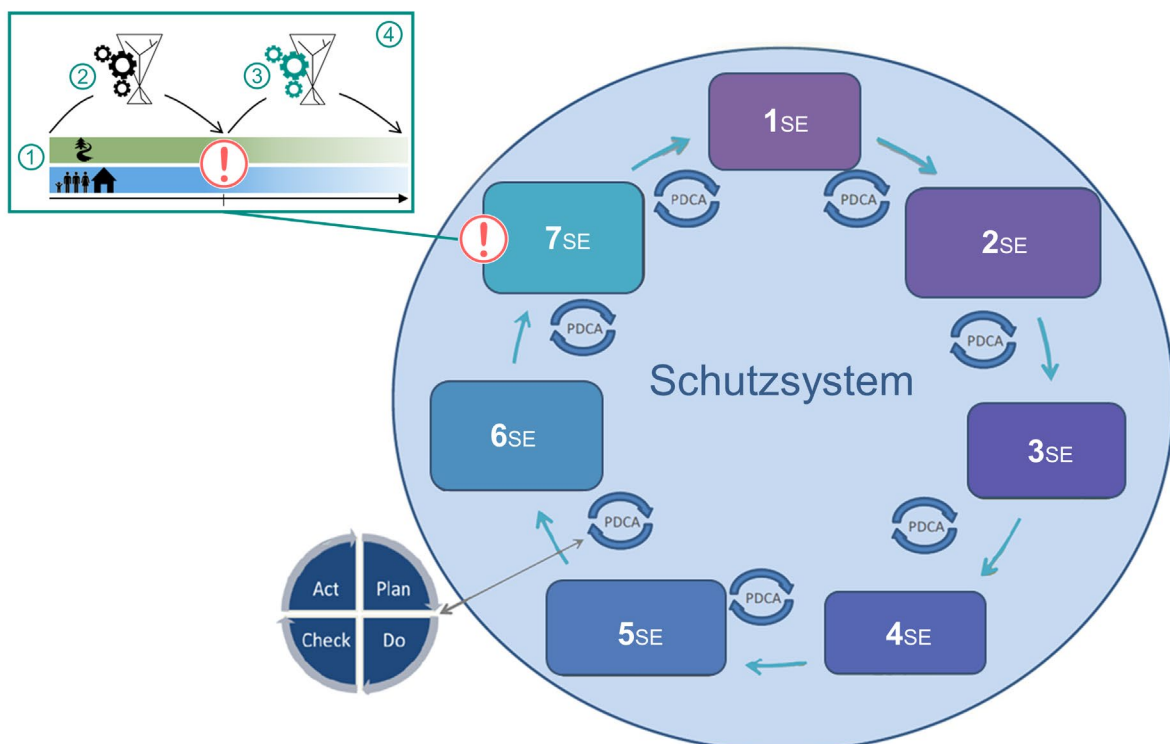
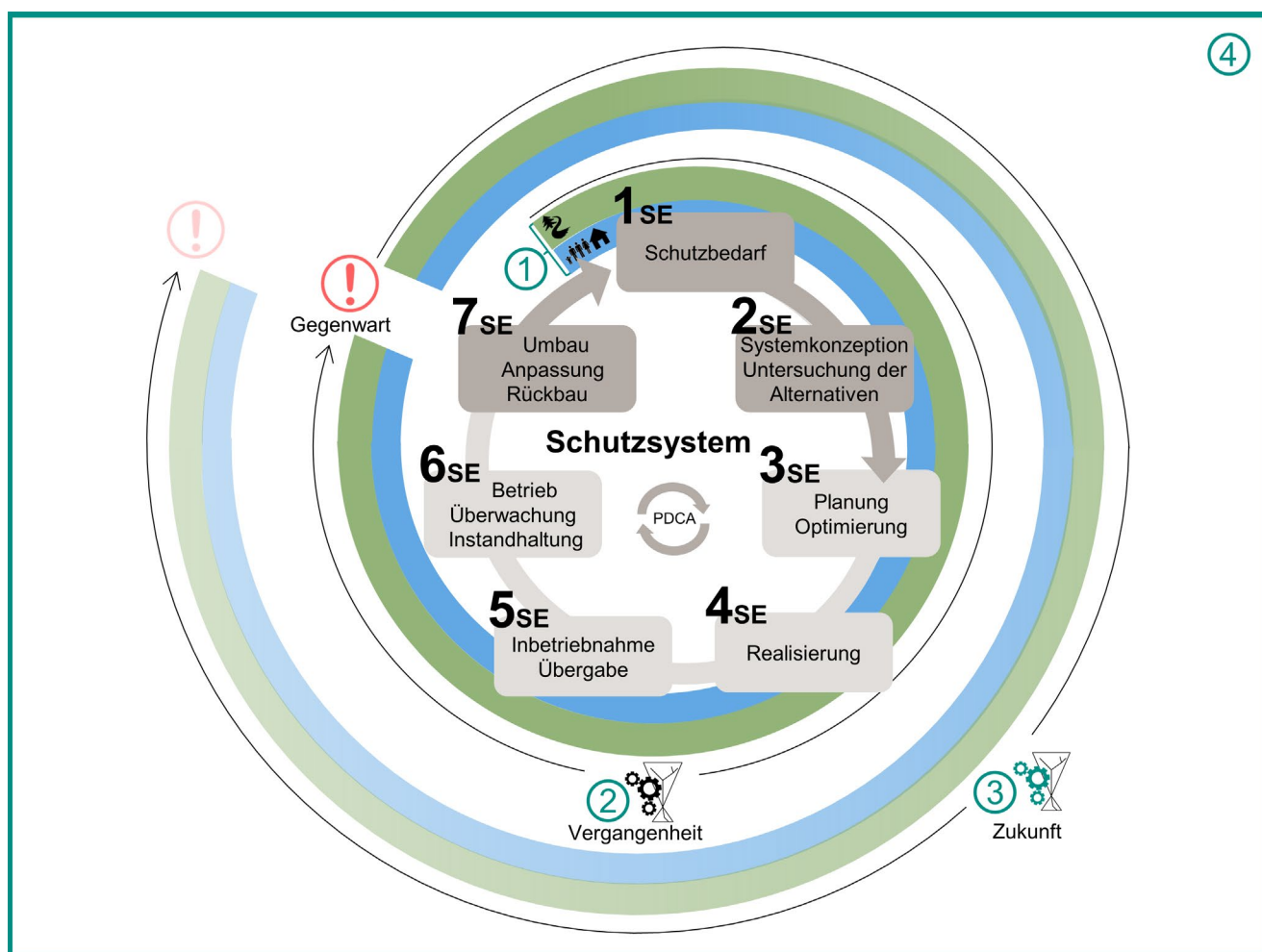


Abb. 35: Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen (Schritte 1-4), eingebettet in das Lebenszyklusmodell des Systems Engineerings (Phasen 1SE-7SE) nach [21]

⚠ Zeitpunkt des Überprüfens eines Schutzsystems



hoben in Abb. 35). Die konkrete Planung, Bau oder Betrieb (Phasen 3SE–6SE des Lebenszyklus) folgen im Anschluss und werden in dieser Publikation nicht behandelt.

Um einen geeigneten Umgang mit dem bisherigen Schutzsystem zu finden, wird sein gesamter Lebenszyklus betrachtet (Vergangenheit – Gegenwart) und der aktuelle Zustand erfasst (Gegenwart = Zeitpunkt des aktuellen Überprüfens). Der Blick auf den gesamten, neu anstehenden Lebenszyklus unterstützt die Erarbeitung eines zweckmässigen und zukunftsgerichteten neuen Schutzsystems (Gegenwart – Zukunft) (Abb. 35).

Der Kreislauf aus Abbildung 35 kann beliebig weitergeführt werden. Stimmen bei einem bestehenden Schutzsys-

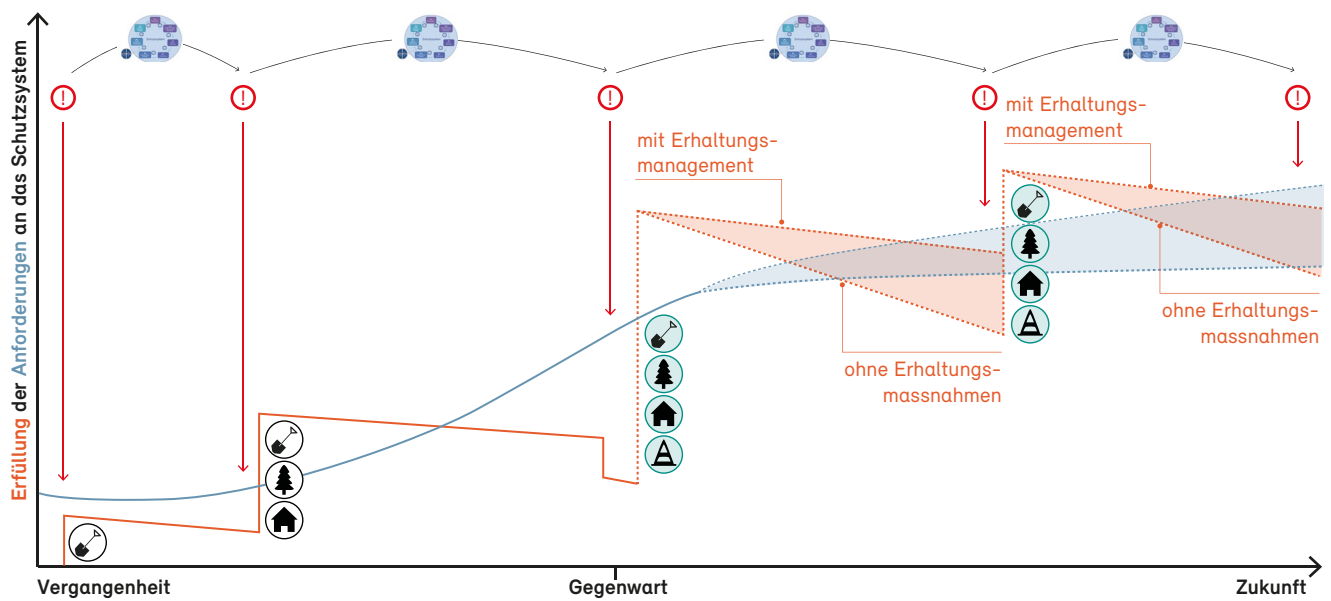
tem Eigenschaften und Anforderungen nicht mehr überein oder ist das Schutzsystem am Ende seiner Lebensdauer, dann ist ein Überprüfen angezeigt. Mit dem jeweils neu geschaffenen Schutzsystem geht der Lebenszyklus in eine neue Runde. Das künftige Schutzsystem setzt sich jeweils aus einer optimalen Massnahmenkombination zusammen und der gesamte Lebenszyklus wird bereits bei der Planung des Schutzsystems berücksichtigt. Mit geeignetem Erhaltungsmanagement kann das Altern der Schutzbauwerke verzögert und das bestehende Sicherheitsniveau möglichst lange aufrechterhalten werden (Abb. 36). Bei den bisherigen Schutzsystemen lag der Fokus meist auf den Schutzbauten, nicht zwingend wurden alle Massnahmentypen berücksichtigt. Die Dokumentation der heutigen Überlegungen erleichtert ein künftiges Überprüfen.

Abb. 36: Exemplarische Entwicklung von Schutzsystemen im Verlauf der Zeit

 Lebenszyklus des Schutzsystems

⚠️ Auslösung des Überprüfens: Ergibt sich aus der Differenz zwischen Anforderungen an das Schutzsystem (blaue Linie) und Erfüllung der Anforderungen (braune Linie).

    Massnahmenkombination des Schutzsystems, exemplarisch (schwarz: bisher; türkis: künftig)



5.2 Anwendung des Konzepts

Das Konzept, welches für die vorliegende Publikation erarbeitet wurde, unterstützt die Entscheidungsfindung zum Zeitpunkt des Überprüfens. Die einzelnen Schrit-

te sind in Tabelle 9 zusammengefasst und mit zentralen Fragestellungen ergänzt. Für Interessierte werden die hier präsentierte, allgemeine Struktur in Kapitel 6 weiter spezifiziert und konkrete Handlungsanweisungen sowie Erfahrungen weitergegeben.

Tab. 9: Struktur zur Analyse eines Schutzsystems: Konzept, Schritt, Thema und zentrale Fragen

Konzept	Schritt	Thema	Zentrale Fragen (Auswahl)
ZEIT 1 Naturraum Kulturräum 2 bisheriges Schutzsystem 3 künftiges Schutzsystem 4	①	Rahmenbedingungen	
	1.1	Entwicklung des Naturraums	• Welche Voraussetzungen und Bedürfnisse bestehen im Natur- und Kulturräum zum Zeitpunkt des Überprüfens?
	1.2	Entwicklung des Kulturrums	• Welche Veränderungen im Natur- und Kulturräum haben seit der Errichtung des Schutzsystems bis zum Zeitpunkt des Überprüfens stattgefunden? • Was sind mögliche Szenarien für die künftige Entwicklung im Natur- und Kulturräum?
	②	Verständnis für das bisherige Schutzsystem	
	2.1	Kenntnis und Verständnis bisheriger Massnahmen	• Was war das ursprüngliche Schutzkonzept und welche Schutzziele wurden angestrebt? • Wie hat sich das bisherige Schutzsystem seit seiner Errichtung bis zum Zeitpunkt des Überprüfens entwickelt und bewährt? • Welche Schutzmassnahmen bestehen in welchem Zustand, mit welcher Funktion, Zuverlässigkeit und Wirkung, mit welchem Nutzen und mit welcher emotionalen Bedeutung für wen?
	2.2	Beurteilung der Zweckmässigkeit	• Erfüllt das bestehende Schutzsystem die aktuellen Ansprüche?
	2.3	Auslösung des Überprüfens	• Was hat ein Überprüfen ausgelöst?
	③	Erarbeitung künftiges Schutzsystem	
	3.1	Zielformulierung und Zielvergleich	• Was sind die Ansprüche an das künftige Schutzsystem? • Worin unterscheiden sich die künftigen Ansprüche und das bestehende System?
	3.2	Variantenstudium und Variantenentscheid	• Ist ein Systemerhalt, eine Systemanpassung oder ein Systemwechsel möglich und sinnvoll? • Welche Varianten sind denkbar, sollen weiterverfolgt und optimiert werden?
	3.3	Überführung des bisherigen Schutzsystems in ein zweckmässiges künftiges Schutzsystem	• Welche Variante ist im Hinblick auf ihren gesamten Lebenszyklus zu bevorzugen? • Was sind mögliche Hürden auf dem Weg vom bisherigen zum künftigen Schutzsystem und wie können sie gemeistert werden? • Wie kann das Erhaltungsmanagement langfristig sichergestellt werden? • Was sind die weiteren Planungsschritte?
	④	Übergreifende Aspekte	
	4.1	Projektgrundlagen	• Welche Entscheidungsgrundlagen werden benötigt?
	4.2	Kommunikation	• Wie können Vertrauen und Akzeptanz geschaffen werden?
	4.3	Umgang mit Naturgefahren	• Wie wird der integrale und nachhaltige Umgang mit Naturgefahren gewährleistet?

Das Konzept der vorliegenden Publikation wurde in einigen Fallbeispielen unbewusst oder bewusst bereits umgesetzt. Die Beispiele zeigen, dass jeder Wildbach und jedes Wildbachsystem einzigartig ist und verschiedene Lösungen zu einem zweckmässigen künftigen Schutzsystem führen können. Ein allgemeingültiges Vorgehen und inhaltliche Vorgaben kann es nicht geben und es müssen massgeschneiderte Lösungen gefunden werden. Das vorgestellte Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen regt dazu an, «einen Schritt zurück» zu machen und gemeinsam mit allen relevanten Akteuren das Gesamtsystem (gesamtes Einzugs- und Wirkungsgebiet mit allen seinen Wechselwirkungen) in seiner Entwicklung (Vergangenheit – Gegenwart – Zukunft) zu beurteilen. Im Prinzip geht es darum:

- die Geschichte zu kennen («Woher kommst du?»)
- die Gegenwart zu verstehen («Wer bist du?»)
- die Zukunft zu planen («Wohin gehst du?»)

Erst wenn die Geschichte bekannt ist und der Schutzbedarf sowie weitere Anforderungen ermittelt sind, werden mögliche Varianten gesucht und ein Schutzkonzept für das künftige Schutzsystem definiert. Mit dem hier vorgestellten Konzept und Vorgehen gemäss Abbildung 12 werden grundsätzliche Überlegungen zum bisherigen Schutzsystem, seiner Wirkung und Erfüllung der aktuellen und künftigen Anforderungen angestellt sowie strukturiert behandelt. Insbesondere wird über die Frage diskutiert, ob das bisherige Schutzsystem noch zeitgemäss ist oder aufgrund von Veränderungen (in Bezug auf den Natur- und Kulturräum) allenfalls eine Systemanpassung oder ein Systemwechsel zweckmässig und möglich ist.

Eine ergebnisoffene, unvoreingenommene und systematische Prüfung des Umgangs mit alternden Schutz-

systemen wird vorbereitet. Es werden alle Varianten in Erwägung gezogen und deren Weiterverfolgung oder Aufgabe begründet. Dies zahlt sich aus, da:

- keine Chance oder Möglichkeit ausser Acht gelassen wird.
- jede Entscheidung begründet werden kann und somit die Nachvollziehbarkeit gegeben ist.
- die bisher gelebte Tradition verstanden und gewürdigt wird.
- das Vermächtnis, das mit einem Schutzsystem an die nächste(n) Generation(en) weitergegeben wird, bewusst getroffen wird.
- nach einem Ereignis nicht unter Zeitdruck Sofortmassnahmen ergriffen werden müssen, sondern zielgerichtete, vorgängig definierte und wohlüberlegte Massnahmen in Angriff genommen werden können.

6 Hinweise zur Umsetzung

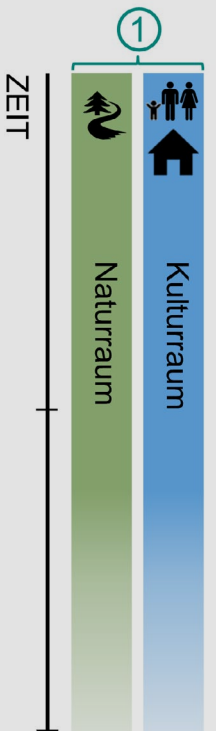
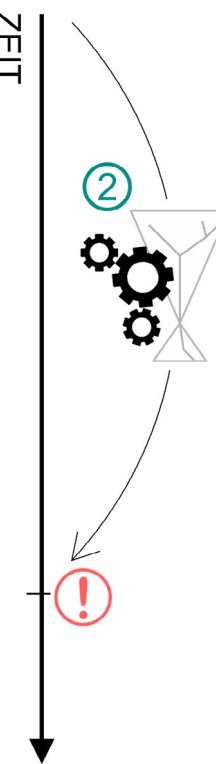
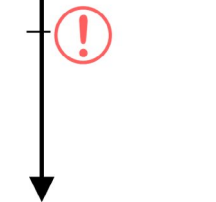
Während sich die Kapitel 1–5 an alle interessierten Fachpersonen aus dem Bereich Hochwasserschutz richten, sind die Inhalte dieses Kapitels eher für Personen ausgelegt, die sich mit einem konkreten Fall auseinandersetzen und direkt im Entscheidungsprozess zum Umgang mit alternden Schutzsystemen involviert sind. Die Hinweise zur Umsetzung umfassen konkrete Abklärungsschritte (Kapitel 6.1) sowie eine Auswahl an detaillierten Handlungsempfehlungen (Kapitel 6.2). Der thematische Fokus liegt primär auf den Eigenheiten beim Umgang mit bestehenden, historisch gewachsenen Schutzsystemen. Überschneidungen mit allgemeinen Hochwasserschutzprojekten sind unumgänglich.

6.1 Abklärungsschritte

Das Konzept aus Abbildung 12 und Tabelle 9 führt strukturiert durch den Entscheidungsprozess vom bisherigen Schutzsystem bis zur Konzeption eines zweckmässigen und nachhaltigen künftigen Schutzsystems. Tabelle 9 gibt einen Überblick zum thematischen Ablauf des Planungsprozesses, in Tabelle 10 wird dieser mit konkreten Abklärungsschritten, ausgewählten Projektgrundlagen und dem erwünschten Resultat ergänzt. Zusätzlich zu Projektgrundlagen, die in Tabelle 10 exemplarisch aufgeführt sind, können die Erfahrungen aus Kapitel 4 bei der Umsetzung unterstützen.

Die zunächst spezifisch für alternde Schutzsysteme geltenden Abklärungsschritte zu den Rahmenbedingungen und dem bisherigen Schutzsystem (Konzeptschritte 1 und 2) gehen über in die allgemeine Konzeption von Hochwasserschutzprojekten (Konzeptschritte 3 und 4) und können z. B. mit den relevanten Abklärungen für allgemeine Hochwasserschutzprojekte aus [3] ergänzt werden. Im Projektierungsprozess eines Hochwasserschutzprojekts findet die Bearbeitung der aufgeführten Abklärungsschritte primär in den SIA-Phasen 1 (Strategische Planung) und 2 (Vorstudien) statt [31].

Tab. 10: Abklärungen pro Konzeptschritt

Konzeptschritt	Abklärungen	ausgewählte Grundlagen	Resultat
	① Rahmenbedingungen		
	Mache dir ein Bild vom aktuellen Natur- und Kulturraum, von den Voraussetzungen und den Bedürfnissen.	- Geländebegehungen, stumme Zeugen - Gefahrengrundlagen und Gefahrenbeurteilung - Gesetze, Richtlinien, Empfehlungen - Risikoanalysen - Inventare und Kataster - Schutzgüter und Schadenpotential - Zuständigkeiten - Gespräche mit Interessenvertretenden, Behörden	Möglichkeiten und Einschränkungen für das künftige Schutzsystem sind bekannt.
	Zeichne die Veränderung im Natur- und Kulturraum nach, die zum heutigen Systemkontext geführt hat.	- Landeskarten – Zeitreise (Kartenvergleich) - Ereignisanalysen und Ereigniskataster (Fokus Gefahrenprozesse und Schäden) - Klimafaktoren (Messreihen) - Frühere Gesetze (Vergleich verschiedener Zeitstände) - Erfahrungen der lokalen Bevölkerung (Gespräche) - Fotos, Bilder, Karten, schriftliche Dokumente wie Chroniken (z. B. aus Gemeindearchiven; Bilder- und Kartenvergleich)	Veränderungen von Natur- und Kulturraum seit der Errichtung des bisherigen Schutzsystems sind erfasst.
	② Verständnis für das bisherige Schutzsystem		
	Gehe an den Ursprung des bestehenden Schutzsystems und versuche zu verstehen, was damals die Begründung für das Schutzkonzept und die einzelnen Elemente war.	- Alte Projektunterlagen (Pläne, technische Berichte etc.) - Schutzbautenkataster und Gelände: indirekte Hinweise aus Art, Standort und Funktionsweise von Bauwerken - Schriften früherer Ingenieure, z. B. [15]	Die ursprünglichen Ziele und das Schutzkonzept des bisherigen Schutzsystems sind bekannt.
	Zeichne die Entwicklung nach, die zum heutigen System geführt hat und zeige auf, welche emotionale Bedeutung das Schutzsystem für verschiedene Akteure hat.	- Ereigniskataster (Fokus ergriffene Massnahmen) - Dokumentation Unterhalt (Arbeitseinsätze und Aufwände für Unterhalt oder Intervention) - Erfahrungen der lokalen Bevölkerung (Gespräche) - Schutzbautenkataster und Gelände: indirekte Hinweise aus Art, Standort, Funktionsweise und Zustand von Bauwerken - Fotos, Bilder, Karten, schriftliche Dokumente wie Chroniken (z. B. aus Gemeindearchiven; Bilder- und Kartenvergleich)	Verständnis für das aktuell bestehende Schutzsystem besteht.
	Beurteile die einzelnen Schutzmassnahmen in Bezug auf deren Zuverlässigkeit bzw. Wirkung im Sinne von Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, deren Funktion und Nutzen im Gesamtsystem.	- Handbuch Schutzbautenkontrolle [1] - PROTECT [24] - Handbuch zur Durchführung einer Bauwerkskontrolle [35] - Modellierungen - Technische Prüfungen (z. B. Bohrungen, Belastbarkeitstests) - Statische Beurteilungen - Bestimmung und Beurteilung der Schlüsselbauwerke, vgl. z. B. ÖNORM EN 1990 - Wissen und Meinungen relevanter Akteure (Gespräche) - Vergleich Begehungsnotizen mit vorliegenden Dokumenten	Die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Einzelelemente des Schutzsystems und der Einfluss der Einzelelemente auf das Gesamtsystem sind bekannt.

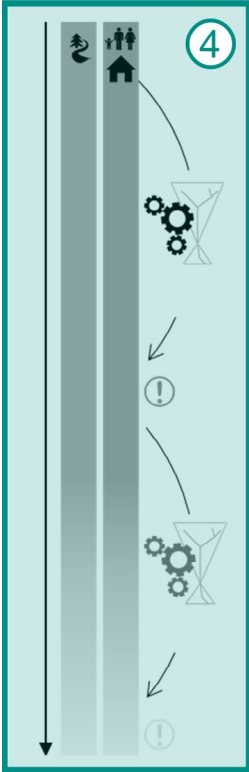
Konzeptschritt	Abklärungen	ausgewählte Grundlagen	Resultat
	• Prüfe die Zweckmässigkeit des bestehenden Schutzsystems bezüglich des aktuellen Bedarfs.	• Resultate der obigen Abklärungsschritte: Vergleich von Ansprüchen an das Schutzsystem und dessen Funktionsfähigkeit • Hinweis: bisher bestehen keine allgemeinen Kriterien zur Beurteilung der Zweckmässigkeit von Schutzsystemen (Stand Ende 2021).	• Es ist beurteilt, ob das bestehende Schutzsystem die aktuellen Ansprüche erfüllt.
	• Zeige auf, welche Aspekte ein Überprüfen ausgelöst haben.	• Ereignisanalysen und Ereigniskataster • Schutzbautenkataster • Gefahrengrundlagen und Gefahrenbeurteilung • Risikoanalyse • Wirtschaftlichkeitsprüfung • Wissen, Meinungen und Wünsche relevanter Akteure • Ökologische Anforderungen, vgl. z. B. Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich [7] oder Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie [2], [5]	• Die Gründe für das Überprüfen des bisherigen Schutzsystems sind nachvollziehbar dargestellt.
③ Erarbeitung künftiges Schutzsystem			
	• Formuliere die Bedürfnisse, Anforderungen und Ziele an das künftige Schutzsystem.*	• Von der Risikoanalyse zur Massnahmenplanung [3] • Handbuch für Partizipation [8] • Kantonale Schutzzielmatrix • Risikobewertung und -priorisierung • Projektziele (partizipativ erarbeitet) • Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie [2], [5] • Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich [7]	• Die Projektziele sind definiert und kommuniziert.
	• Prüfe, ob das bestehende Schutzsystem unter Berücksichtigung der heutigen Ansprüche auch die erwarteten Veränderungen umfasst.	• Zielvergleich Schutzsystem bisher (Schritt 2) und künftig • Berücksichtigung der Veränderungen (Schritt 1)	• Der Handlungsbedarf ist aufgezeigt.
	• Bereite mögliche Varianten in einer Auslegeordnung vor und prüfe dabei einen allfälligen Systemwechsel, eine Systemanpassung und den Systemerhalt.	• Überlegungen aus Konzeptschritten 1 und 2 • Szenarien (mit/ohne Schutzbauten)	• Massnahmenvarianten für das künftige Schutzsystem liegen vor und berücksichtigen die Entwicklung des bisherigen Schutzsystems.
	• Untersuche die Varianten in ihrem gesamten Lebenszyklus mit dem Lebenszyklusmodell des Systems Engineerings.*	• Lebenszykluskosten [21], [25] • Lebenszyklusmodell [21], [25]	• Die Kosten über die gesamte Lebensdauer sind abgeschätzt.
	• Vergleiche die Varianten, bewerte sie mit den beteiligten Akteuren und entscheide, welches System umgesetzt werden soll.*	• Von der Risikoanalyse zur Massnahmenplanung [3] • EconoMe • Handbuch für Partizipation [8] • Kriterienkatalog (partizipativ ausgearbeitet)	• Ein Variantenentscheid liegt vor: Das künftige Schutzsystem wird von allen Akteuren getragen, setzt sich aus einer optimalen Massnahmenkombination zusammen und ist hinsichtlich seiner Zweckmässigkeit optimiert.
	• Prüfe, wie das bisherige Schutzsystem optimal in das künftige Schutzsystem überführt werden kann. Für den Fall, dass Schutzbauwerke nicht mehr benötigt werden: kläre ab, ob ein Rückbau erforderlich ist.	• Gefahrenbeurteilung Übergangsphase (z. B. inkl. Geschiebeszenarien etc.) • Analyse der Nutzungen im Einflussbereich der aufzulassenden Schutzbauten (z. B. Wanderwege, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Altlasten)	• Eine Strategie für die Übergangsphase vom bisherigen zum künftigen Schutzsystem liegt vor. • Entscheid, ob Rückbau nötig ist, ist gefällt.

ZEIT



③



Konzeptschritt	Abklärungen	ausgewählte Grundlagen	Resultat
	Leite die weiteren Planungsschritte ein und stelle das Erhaltungsmanagement sicher.*	- Schutzbautenmanagement [6] - SIA 469, Erhaltung von Bauwerken [32] - Lebenszyklusmodell [21]	- Die weiteren Projektschritte sind aufgeleitet, Aufgaben und Zuständigkeiten sind geklärt. - Die Schutzwirkung über die Zeitspanne der vorgesehenen Nutzung des Schutzsystems ist gegeben und langfristig gesichert.
	④ Übergreifende Aspekte Schaffe vollständige, nachvollziehbare und verständliche Entscheidungsgrundlagen.*	Alle bei den Konzeptschritten 1–3 aufgeführten Grundlagen, allgemein: - Wissenschaftliche Grundlagen (Messdaten, Studien, Literatur) - Zeitgeschichte und Entwicklungen (Chroniken, Karten, Bilder) - Erfahrungen (gebietsspezifische und Analogien) - Bedürfnisse und Meinungen (Gespräche, Dokumente) - Fachliche Beurteilungen (Gefahrenprozess, Szenarien, Risiko, Massnahmenbeurteilung) - Geländeanalyse (Fachbeurteilungen und Vergleich mit Dokumenten) - Modellierungen - Anschauungsmaterial - Verständlich aufbereitete Dokumentationen - Sammlung vergleichbarer Wildbäche/Projekte	Die Grundlagen zum Projekt sind dokumentiert und liegen vor. Begründete Entscheidungen zum Umgang mit den alternden Schutzsystemen können getroffen werden.
	Kommuniziere vertrauenswürdig, nachvollziehbar, frühzeitig und kontinuierlich.*	- Praxiskoffer Risikodialog Naturgefahren der PLANAT [22] - Glossar Strategie Naturgefahren der PLANAT - Organigramme - Akteuranalyse - Handbuch für Partizipation [8] - Checkliste Ansprechpartner aus [22] - Akteuridentifikation und -klassifikation aus [3] - Anschauungsmaterial, z. B.: - Bilder (2D, 3D) und Filme - Modellierungen - Begehungen - Bereits umgesetzte Massnahmen - Analogien	Die Projektorganisation ist festgelegt und bekannt. Die Kommunikation erfolgt zielgruppenspezifisch und auf Augenhöhe.
	Stelle einen integralen und nachhaltigen Umgang mit Naturgefahren sicher.*	- Publikationen und Konzepte z. B. der PLANAT - Integrales Risikomanagement IRM	Das künftige Schutzsystem ist nachhaltig und wurde unter Berücksichtigung aller Gefahren, Risiken und Möglichkeiten sowie unter Einbezug aller relevanten Akteure ausgearbeitet.

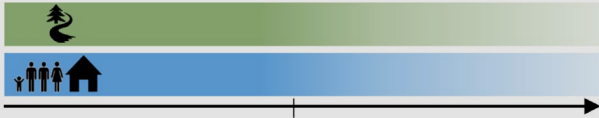
*Abklärungsschritte, die nicht spezifisch für den Umgang mit alternden Schutzsystemen sind, sondern für alle Hochwasserschutzprojekte gelten.

6.2 Handlungsempfehlungen

Eine Auswahl der wichtigsten Handlungsempfehlungen beim Umgang mit alternden Schutzsystemen ist in Tabelle 11 bis Tabelle 15 pro Thema und nach den Konzeptschritten 1–4 geordnet aufgeführt. Es handelt sich dabei um ausgewählte und im Rahmen der Publikation zusammengetragene und gewonnene Erkenntnisse, nicht um ein abgeschlossenes Nachschlagewerk. Um die einzelnen Handlungsempfehlungen nachvollziehbarer zu machen, sind sie mit einer kurzen Erläuterung ergänzt. Viele der Handlungsempfehlungen sind nicht auf den Umgang mit alternden Schutzsystemen beschränkt, sondern Erfolgsfaktoren für alle Hochwasserschutzprojekte.

6.2.1 Rahmenbedingungen aus Naturraum und Kulturräum

Tab. 11: Ausgewählte Handlungsempfehlungen für das Erfassen der Rahmenbedingungen

① Rahmenbedingungen 	
Handlungsempfehlung	Erläuterung
Vergangene Entwicklungen im Naturraum prüfen	Vergangene Entwicklungen im Naturraum können Einfluss auf Abfluss, Geschiebe und Schwemmholz haben und somit die Gefahrenprozesse, -szenarien und Beanspruchung der bisherigen Schutzsysteme verändern. Veränderungen im Naturraum seit Erstellung des Schutzsystems geben erste Hinweise darauf, dass ein Schutzsystem zu überprüfen ist.
Mögliche künftige Entwicklungen im Naturraum prüfen	Erwartete und mögliche Veränderungen, u. a. im Zusammenhang mit der Klimaänderung, zwingen zu einem Überprüfen von bestehenden Schutzsystemen.
Prüfen, wie Ereignisse den Naturraum, den Kulturräum und das bisherige Schutzsystem beeinflusst haben	Ereignisse haben Einfluss auf den Naturraum (z. B. Geschiebeablagerungen) und das bestehende Schutzsystem (z. B. Schäden an Bauwerken). Die Wirksamkeit eines Schutzsystems kann durch abgelaufene Ereignisse herabgesetzt werden. Zudem verändern Ereignisse die Sichtweise und Wahrnehmung von Risiken und Risikoreduktion und beeinflussen die Kommunikation. Ereignisse unterstützen das Systemverständnis, liefern Anschauungsmaterial, lösen Betroffenheit aus und ebnen das Feld für Massnahmen bzw. das Überprüfen eines bestehenden Schutzsystems.
Meinungen und Bedürfnisse der Akteure erfassen	Neben den fachlichen und physisch vorhandenen (dokumentierten und/oder im Gelände sichtbaren) Aspekten aus Natur- und Kulturräum sind ebenfalls die nicht direkt sichtbaren und nicht dokumentierten, oft nur durch Gespräche erschliessbaren Rahmenbedingungen wichtig.
Traditionen und Gewohnheiten beim Umgang mit dem Wildbach und dem alternden Schutzsystem erfragen	Wertvorstellungen, Gefahrenwahrnehmung und Risikobewusstsein der Gesellschaft haben sich im Verlauf des letzten Jahrhunderts geändert. Die ursprünglichen Werte werden durch Traditionen, Gewohnheiten und Handlungen oft noch lange weitergeführt. Abweichungen zwischen aktuellen Bedürfnissen und Traditionen oder Gewohnheiten können z. B. durch Offenlegen und Hinterfragen der Ziele des bisherigen Schutzsystems und deren Vergleich mit den künftigen Zielen aufgedeckt werden.
Vorhandene und mögliche Erschliessung von Schutzbauten untersuchen	Die Erschliessung von baulichen Schutzmassnahmen hat Einfluss auf deren Wirtschaftlichkeit (z. B. Aufwand für Unterhaltsarbeiten) und auf die Verbundenheit der Bevölkerung zu den Bauten (beeinflusst Sichtbarkeit und Zugänglichkeit, Abb. 25). Die bestehende und mögliche Erschliessung hat daher während des gesamten Lebenszyklus von Schutzbauten eine wichtige Bedeutung.

Handlungsempfehlung	Erläuterung
Einschränkungen und Möglichkeiten (Handlungsspielräume) bei Projektbeginn offenlegen und in den Planungsprozess einbeziehen	Das Aufzeigen und Einhalten von Handlungsspielräumen beim Umgang mit alternden Schutzsystemen zeigt auf, was überhaupt möglich ist (lenkt die Erwartungen), und verhindert, dass unmögliche (nicht umsetzbare) Varianten ausgearbeitet werden.
Orientierung an den aktuell geltenden Gesetzen, Richtlinien und Empfehlungen	Aktuell geltende Gesetze, Richtlinien und Empfehlungen geben allgemeine Leitplanken für Hochwasserschutzprojekte vor. ¹
Begründeten und transparent kommunizierten Kostenteiler aufstellen	Finanzierungsmodelle beeinflussen Entscheidungsprozesse und die Akzeptanz von Massnahmen. Nutzenbasierte Kostenteilung (Kosten und Nutzen liegen bei den gleichen Personen/Stellen) wird in der Regel als gerecht empfunden. Kostenschlüssel sind gut zu begründen. Durch die Anwendung des IRM sind die Schutzsysteme nicht mehr Resultat reiner Wasserbauprojekte, sondern betreffen verschiedene Bereiche. Zweckgebundene Gelder können konkurrenzlos eingesetzt werden.
Besitzverhältnisse von Land frühzeitig klären und Landeigentümer einbeziehen	Der Raumbedarf des bisherigen und des künftigen Schutzsystems können sich unterscheiden (z. B. Platzbedarf auf Schwemmkegel statt im Einzugsgebiet). Durch vorausschauende Planung kann sichergestellt werden, dass das eventuell neu benötigte Land in Gemeindebesitz ist oder dass Landreserven für Realersatzleistungen zur Verfügung stehen. Landeigentümer sollen frühzeitig einbezogen werden, damit eine gemeinsame, konstruktive Lösungsfindung möglich ist.

6.2.2 Verständnis für das bisherige Schutzsystem

Tab. 12: Ausgewählte Handlungsempfehlungen für das Verständnis des bisherigen Schutzsystems

② bisheriges Schutzsystem	
Handlungsempfehlung	Erläuterung
Ziele des ursprünglichen Schutzsystems/das ursprüngliche Schutzkonzept ergründen	Ziele sind direkt oder indirekt ersichtlich in Berichten, Notizen oder Plänen. Sind keine Dokumente vorhanden, können Art, Standort und Funktionsweise von Bauwerken sowie die Umsetzung von organisatorischen, raumplanerischen und ingenieurbioologischen Massnahmen Hinweise auf das ursprüngliche Schutzkonzept geben. Auch Abbildungen (Fotos und Zeichnungen) können Hinweise liefern.
Angaben zum Ursprung eines Schutzsystems machen und seine Entwicklung darstellen	Das Wissen über Ursprung und Veränderungen eines Schutzsystems sind wichtige Kommunikationsgrundlagen und Basis für eine begründete und nachvollziehbare Argumentation.
Nach Möglichkeit sowohl umgesetzte als auch unterlassene bauliche Massnahmen erfassen	Massnahmen sind im Gelände, auf Plänen und/oder aus Berichten ersichtlich. Dokumentationen (z. B. Notizen oder Bauwerkspläne) geben Hinweise darauf, welche baulichen Massnahmen geplant waren. Der Vergleich im Gelände zeigt, ob eine Umsetzung erfolgte oder nicht. Durchgeführte Unterhaltsarbeiten oder nicht durchgeführte Reparaturen zeigen, ob Bauwerke aktiv erhalten oder langsam verfallen gelassen werden.
Bisherige Unterhaltsmassnahmen prüfen (was wurde wann, durch wen unternommen und wie viel Aufwand wurde betrieben)	Bauliche und betriebliche Unterhaltsaufwände können Hinweise geben auf die Verbundenheit zum Schutzsystem. Unterlassene Reparaturen und fehlender Unterhalt können eine Veränderung des Schutzsystems in die Wege leiten.
Die Verbundenheit der lokalen Bevölkerung zum Schutzsystem erfassen	Erhalt und Ausbau des Bestehenden sind in der Regel einfacher umzusetzen als Veränderungen. Wechsel und Anpassungen von Schutzsystemen sind umso schwieriger zu realisieren, je grösser die Verbundenheit zum Bestehenden ist. Ist die Ausgangslage bekannt, kann darauf reagiert werden. Das Schema in Abbildung 25 unterstützt bei der Einschätzung der Verbundenheit.

¹ Eine Zusammenstellung der Gesetze und Verordnungen im Bereich Wasser findet sich auf der Website des Bundesamts für Umwelt BAFU, unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/recht/gesetze-verordnungen.html>, Stand: 15.11.2021.

Handlungsempfehlung	Erläuterung
Schutzsysteme möglichst unvoreingenommen und faktenbasiert prüfen	Bei grosser Verbundenheit der Bevölkerung mit dem bisherigen Schutzsystem muss mit vorgefertigten Meinungen und Widerständen gegenüber Veränderungen gerechnet werden. Mit zunehmender Verbundenheit der lokalen Bevölkerung zu bestehenden Schutzsystemen steigen die Anforderungen an eine fundierte und sachliche Kommunikation.
Kosten für den Systemerhalt abschätzen	Für die Prüfung, ob ein Systemerhalt, eine Systemanpassung oder ein Systemwechsel zweckmässig sind, wird u. a. die Wirtschaftlichkeit der Systemvarianten verglichen (Abb. 28). Dabei müssen auch die Kosten für den künftigen Systemerhalt berücksichtigt werden. Es sind nicht nur jährliche betriebliche Unterhaltskosten zu berechnen, sondern ebenfalls Kosten für den baulichen Unterhalt wie z. B. erwartete Investitionen für Unterhalt und Instandsetzung des bestehenden Systems für die prognostizierte Lebensdauer.
Wissenslücken und Unsicherheiten durch verschiedene Untersuchungen und Indizien so gering wie möglich halten und kommunizieren	Unsicherheiten können nicht vermieden werden, müssen aber kommuniziert werden. Durch unterschiedliche, sich ergänzende Abklärungen/Perspektivenwechsel können sie eingegrenzt und reduziert werden (Abb. 33).
Sicherheitsniveau und Schutzbedarf bisher und künftig vergleichen	Ansprüche an ein Schutzsystem haben sich im letzten Jahrhundert verändert und Schutzsysteme sind mit der Zeit gewachsen. Es ist zu prüfen, ob das ursprüngliche Schutzkonzept und die Wirkung des Bestehenden mit den Zielen des künftigen Schutzkonzepts übereinstimmen.
Abweichungen zwischen Fachexpertise und Laieneinschätzung frühzeitig erkennen, ansprechen und wenn möglich klären	Handlungsbedarf muss nicht nur gegeben sein, sondern auch allgemein anerkannt werden. Andernfalls wird die Notwendigkeit von Massnahmen nicht anerkannt und deren Umsetzung schwierig. Handlungsbedarf besteht, wenn die Zweckmässigkeit eines Schutzsystems nicht mehr besteht. Leicht verständlich ist dies für die breite Bevölkerung, wenn die Wirksamkeit des Schutzsystems nicht mehr gegeben ist. Sind es ökologische oder wirtschaftliche Anforderungen, welche das Überprüfen auslösen, ist der Handlungsbedarf für die breite Öffentlichkeit meist weniger ersichtlich und schwieriger zu vermitteln.
Würdigung des bestehenden Schutzsystems und seiner Elemente	Das Bisherige hat seine Gründe. In bestehenden Bauten stecken viel Arbeit und Überlegungen. Ein unhinterfragter Umgang mit dem alternden Schutzsystem wird unseren Vorfahren nicht gerecht. Die Wertschätzung für das Bestehende soll immer deutlich gemacht werden. Neben fachlichen Fakten ist auch die emotionale und kulturelle Bedeutung von Bauwerken, ingenieurb biologischen, raumplanerischen und organisatorischen Massnahmen wichtig.

6.2.3 Erarbeitung künftiges Schutzsystem

Tab. 13: Ausgewählte Handlungsempfehlungen für die Erarbeitung des künftigen Schutzsystems

3 künftiges Schutzsystem	
Handlungsempfehlung	Erläuterung
Strategische Zielsetzung immer präsent haben und verfolgen	Die strategische Zielsetzung ist entscheidend und weist den Weg. Insgesamt geht es darum: Baue das richtige System, baue es richtig und Sorge dafür, dass die notwendige Wirkung Bestand hält/sichergestellt wird.
Auch schwierig erscheinende Projekte angehen und nach einem geeigneten Umgang mit alternden Schutzsystemen suchen	Werden Projekte nicht angegangen, z. B. weil schwierige Entscheide gescheut werden, werden die Problematik und die Entscheidungen nur auf die Zukunft verschoben. Wenn zusätzlich der Unterhalt des Bestehenden nicht mehr weitergeführt wird, ist die Hypothek für die Zukunft gross und umfasst u. a. Mehrkosten und Mehrgefährdung.
Projektziele klar formulieren und breit abstützen	Projektziele geben die Leitplanken für ein Projekt vor. Sie sind nachträglich schwierig zu verändern und anzupassen, da nachfolgende Abklärungen darauf beruhen.



Handlungsempfehlung	Erläuterung
Unterscheidung von Zielen, Schutzkonzepten und Massnahmen	Fachbegriffe klären: Ziele sind die Festlegung dessen, was erreicht werden soll. Schutzkonzepte zeigen auf, wie diese Ziele erreicht werden sollen und Massnahmen sind schliesslich konkrete Schritte auf diesem Weg. Geplante Massnahmen können gegenüber Dritten einfacher erklärt werden, wenn sie sich in ein Schutzkonzept einfügen und ein Ziel verfolgen. Ebenso hilft diese Aufschlüsselung dabei darzulegen, weshalb gewisse Massnahmen allenfalls nicht mehr nötig sind oder wie ein Ziel z. B. auf einem anderen Weg effizienter erreicht wird [49].
Prüfen, wie Massnahmenvarianten die Prozessszenarien beeinflussen	Gefahrenprozesse können bei den Szenarien «mit (allen/einzelnen) Schutzbauten», «ohne Schutzbauten» oder bei der «Zerstörung von Schutzbauten» unterschiedlich sein.
Unvoreingenommenes und uneingeschränktes Varianten-Andenken innerhalb des Projektteams	Innerhalb des Projektteams sollte eine Kultur der offenen Kommunikation herrschen. Alles kann eingebracht werden. Was angedacht ist, wird begründet verworfen oder weitergeführt. So wird das Udenkbare gedacht und möglichst verschiedene und zum Teil unkonventionelle Varianten werden ermöglicht.
Systemerhalt – Systemanpassung – Systemwechsel in jedem Fall prüfen und anschliessend begründet verwerfen oder weiterverfolgen	Der Umgang mit Naturgefahren, die Schutzziele und die technischen Möglichkeiten, diese zu erreichen, haben sich im letzten Jahrhundert verändert. Daher sollte in jedem Fall geprüft werden, ob Veränderungen am Schutzsystem nötig sind, um diese Ziele zu erreichen, und ob eine Änderung aufgrund der Rahmenbedingungen möglich ist. Kostengünstigere Massnahmenkombinationen können evtl. die Aufwendungen für Schutzbauten reduzieren [16]. Vielleicht kann mit vergleichbarem Aufwand ökologischer oder gesellschaftlicher Zusatznutzen geschaffen werden.
Auf Konzeptstufe alternative Varianten auch prüfen, wenn sich eine Bestvariante bereits aufdrängt	Varianten abklären, auch wenn eine Lösung offensichtlich scheint. Der Variantenvergleich und darauf basierende begründete, nachvollziehbare und transparente Entscheide für oder gegen eine Variante fördern das Verständnis für ein Schutzsystem, erleichtern die Kommunikation und unterstützen somit ebenfalls die Zustimmung für die getroffene Variante. Es geht dabei nicht um detailliert ausgearbeitete Varianten, sondern um Konzeptüberlegungen, wie z. B. die Frage nach dem Systemerhalt, Systemanpassung oder Systemwechsel (Abb. 28).
Kenntnisnahme von Erwartungen und Distanzierung davon	Es bestehen jeweils direkt oder indirekt kommunizierte Erwartungen an das konkrete Resultat eines Projekts oder an Untersuchungen. Planende sollen davon Notiz nehmen, sich aber möglichst nicht davon beeinflussen lassen. Zu objektiven Resultaten gelangt man über sachliche Abklärungen und gut begründete Entscheidungen.
Entscheidungen begründen und wenn möglich mit Fakten belegen	Durch rationale, faktenbasierte und transparent kommunizierte Entscheidungen wird eine sachliche Kommunikation gefördert. Fachlich fundierte Projektgrundlagen können die Kommunikation unterstützen.
Bedürfnisse und Verbundenheit der Bevölkerung mit dem Schutzsystem ernst nehmen	Beim Umgang mit alternden Schutzsystemen müssen nicht nur rationale, sondern auch emotionale Aspekte berücksichtigt werden. Ein ersatzloser Rückbau oder die Aufgabe funktionierender Schutzbauten ist z. B. für die lokale Bevölkerung meist schwer verständlich, auch wenn dies aus fachlicher Sicht gerechtfertigt ist. Massnahmen wie z. B. der Erhalt von Schlüsselbauwerken anstelle eines vollständigen Auflassens der bestehenden Bauten, können die Akzeptanz erhöhen. Eingaben aus der Bevölkerung sollten aufgenommen und weiterverfolgt oder begründet fallengelassen werden.
Bisherige Akteure in die Pflege des künftigen Schutzsystems einbeziehen	Lokale Akteure haben z. T. grosse Verbundenheit zum bisherigen Schutzsystem, z. B. wenn sie für den Unterhalt von Bauten verantwortlich waren. Das Wissen und die Arbeit dieser Personen kann häufig auch für das künftige Schutzsystem ein grosser Mehrwert sein und die Akzeptanz für Massnahmen verbessern.
Integralen Nutzen/Mehrwert des künftigen Schutzsystems aufzeigen (d.h. nicht nur wirtschaftlichen, sondern ebenfalls ökologischen und gesellschaftlichen Nutzen)	Der Nutzen eines Schutzsystems besteht idealerweise für viele Bereiche und geht über die Wirtschaftlichkeit hinaus. Der Vergleich des Nutzens des bisherigen und des künftigen Schutzsystems für die verschiedenen Bereiche Ökologie, Wirtschaft und Gesellschaft kann den Mehrwert des künftigen Systems deutlich machen. Insbesondere wenn die Schutzwirkung durch das künftige Schutzsystem nicht ausgebaut wird («nur» Erhalt oder sogar zurückgestuftes Sicherheitsniveau), muss der Gesamtnutzen des Schutzsystems aufgezeigt und gut begründet werden.
Synergien nutzen	Zeitgemässe Hochwasserschutzprojekte sind nicht mehr reine Wasserbauprojekte, sondern berücksichtigen ebenso die Bereiche Gesellschaft, Ökologie und Ökonomie. Es ist jeweils zu prüfen, welche Bereiche im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts aufgewertet werden können und/oder welche weiteren Projekte und Bestrebungen im Gebiet bestehen, die einbezogen werden könnten.

Handlungsempfehlung	Erläuterung
Transparente, begründete und partizipativ ausgearbeitete Variantenbewertung	Im Sinne des integralen Risikomanagements IRM findet der Umgang mit Naturgefahren unter Einbezug aller relevanten Akteure statt. Es sind daher nicht nur fachliche oder wirtschaftliche Aspekte zu beachten, sondern ebenfalls Bedürfnisse aus der Gesellschaft und der Ökologie zu berücksichtigen. Wirtschaftlichkeit darf nicht a priori ein Ausschlusskriterium sein, sonst können viele, evtl. sinnvolle Varianten nicht näher betrachtet werden.
Zeit einplanen für die Entscheidungsfindung	Die Auseinandersetzung mit dem Umgang mit alternden Schutzsystemen, insbesondere mit Veränderungen, benötigen Zeit. Im Variantenstudium müssen in einer vielschichtigen Thematik viele Abklärungen erfolgen. Überzeugungsarbeit, Aufweichen von Meinungen etc. führen erst mit der Zeit zu Akzeptanz.
Ein Projekt stetig vorantreiben und Startenergien nutzen	Die Auseinandersetzung mit einem Projekt sollte nie abreißen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sowohl Wissen als auch Interesse bei Bearbeitenden und Bevölkerung verloren geht. In der Regel ist insbesondere bei Projektstart, z. B. nach einem Ereignis, viel Motivation und Zustimmung für das Überprüfen eines Schutzsystems vorhanden.
Erhaltungsmanagement sicherstellen	Mit Erhaltungsmanagement wird frühzeitigem Altern vorgebeugt. Es ist die Voraussetzung für eine nachhaltige Wirkung von Schutzsystemen über ihre gesamte Lebensdauer.
Lebenszykluskosten berechnen	Damit der Entscheidungsprozess nicht von kurzfristigen wirtschaftlichen Überlegungen dominiert wird, sollen die langfristigen Kosten (und Nutzen) der Massnahmen bzw. des Schutzsystems aufgezeigt werden: Kosten für Bau- und Planungsphase, für Betrieb, Instandhaltung und Sanierung. Neben der Finanzierung während der Lebensdauer eines Bauwerks sind auch künftige Erneuerungskosten zu berücksichtigen. Die anfänglichen Investitionskosten für einen Systemwechsel sind meist hoch, während sie beim Systemerhalt eher etappenweise, in Raten anfallen. Der Blick auf bereits getätigte Investitionen kann ein Projekt unabhängig von seiner objektiven Beurteilung lenken. Aus rein rationaler Sicht sollen Entscheidungen nicht auf der Vergangenheit, sondern nur auf dem Jetzt und im Hinblick auf die Zukunft getroffen werden. Rational ist es nicht gerechtfertigt, unrentable Aktivitäten fortzusetzen. ² Durch die Berechnung der Lebenszykluskosten werden die Gesamtkosten verglichen und eine objektivere Beurteilung wird ermöglicht. Hinweis: Bei der gängigen Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines Projekts mit EconoMe fliesst die umfassende Zukunftsbetrachtung, wie sie im Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen nahegelegt wird, im Moment nicht ein.
Kostenteilung aufschlüsseln und offenlegen	Für die Beteiligten ist es von grosser Bedeutung, wer die Kosten für Erstellung und Unterhalt eines Schutzsystems trägt. Dies kann unterschiedlich sein für die Varianten Systemerhalt, Systemanpassung oder Systemwechsel und ist für jede Variante offenzulegen.
Bewusstmachen des Vermächtnisses, das mit einem Schutzsystem weitergegeben wird	Die Errichtung eines Schutzsystems beeinflusst die Möglichkeiten und Einschränkungen für die kommenden Generationen. U. a. soll der Nutzen eines Schutzsystems über seinen gesamten Lebenszyklus beurteilt werden. Die vermeintlich beste Lösung für den Moment muss nicht die beste Lösung für die Zukunft sein.
Übergangsphase bisheriges – künftiges Schutzsystem optimal, d.h. ohne erhöhtes Risiko ausgestalten	Ein zweckmässiges künftiges Schutzsystem (Endprodukt) muss erst erreicht werden. Bei Systemwechseln z. B. durch Auflösen von hinterfüllten Sperren, kann es eine grosse Herausforderung sein, den Zielzustand ohne zwischenzeitlich erhöhtes Risiko zu erreichen. Es kann sinnvoll sein, den Systemwechsel nicht auf einmal durchzuführen, sondern über eine gewisse Zeit zu staffeln und vorerst z. B. einige Schlüsselbauwerke zu erhalten, um das Gesamtsystem zu stabilisieren.
Auf visuelles Erscheinungsbild eines Schutzsystems achten – auch in der Übergangsphase	Das Erscheinungsbild eines Wildbachs und seines Schutzsystems ist für die lokale Bevölkerung wichtig. Es empfiehlt sich daher aus psychologischen Gründen, den ästhetischen Endzustand eines Schutzsystems möglichst rasch herbeizuführen, z. B. durch aktive Initialbepflanzungen.

² Die generelle Tendenz von Menschen, ein Vorhaben fortzusetzen oder eine Option weiterzuverfolgen, in welche Zeit, Geld oder eine andere Ressource investiert wurde, ist in der Psychologie unter dem Begriff «sunk cost effect» bekannt [20].

Handlungsempfehlung	Erläuterung
Auflassen oder Rückbau von Schutzbauten prüfen	Zur Beurteilung, ob bei einer Schutzbaute ein Rückbau angezeigt ist, sind folgende Punkte zu beurteilen: • Wird der Prozess durch die zerfallenden Schutzbauten negativ beeinflusst (z. B. durch Umlenkung der Strömung in die Böschung/Hang mit folgenden Erosionsprozessen)? Bemerkung: auch eine positive Beeinflussung ist möglich, z. B. durch eine teilweise Stabilisierung der Sohle. • Bilden die zerfallenden Schutzbauten ein Sicherheitsrisiko für Menschen und Tiere (Verletzungsgefahr)? • Kann es durch ein Belassen der zerfallenden Schutzbauten zu einer Gewässerverschmutzung kommen oder wird das Landschaftsbild beeinträchtigt? Wenn einzelne obige Fragen mit «Ja» beantwortet werden können, ist ein Rückbau zweckmässig und angezeigt. Details sind mit den Behörden abzuklären.
Frühzeitig eine Strategie für den Umgang mit alternden Schutzsystemen bestimmen – nicht erst bei Handlungsdruck und unter Zeitdruck	Frühzeitig ausgearbeitete Strategien für den Umgang mit alternden Schutzsystemen ziehen sich aus. Im Ereignisfall kann mit einer vorliegenden Strategie agiert und vermieden werden, dass das Projektteam zum Reagieren gezwungen wird. Die Erarbeitung von Strategien ist subventionierbar. Details sind mit den Behörden abzuklären.
Gefundene Lösungen rasch umsetzen	Nach der Entscheidungsfindung sollte ein verbindlicher Zeitplan für die Umsetzung der Massnahmen kommuniziert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Auswirkungen auf die Bevölkerung möglichst minimiert werden und Betroffene mit ihren individuellen Anliegen ernst genommen werden.

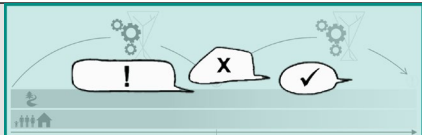
6.2.4 Übergreifende Aspekte Projektgrundlagen und Kommunikation

Tab. 14: Ausgewählte Handlungsempfehlungen für die Erarbeitung und Aufbereitung von Projektgrundlagen

④ übergreifende Aspekte: Projektgrundlagen 	
Handlungsempfehlung	Erläuterung
Thematische Projektgrundlagen zu Rahmenbedingungen und dem bisherigen Schutzsystem frühzeitig, bei Projektbeginn erarbeiten	Das fachliche und ortsspezifische Wissen über das Bestehende (aktueller Zustand und Entwicklung seit Erstellung des bisherigen Schutzsystems) bildet die Basis für alle Entscheidungen und ist daher frühzeitig bereitzustellen.
Vollständige Projektgrundlagen bereitstellen, auf deren Basis jede Entscheidung begründet werden kann	Projektgrundlagen ausführlich und möglichst lückenlos erarbeiten und dokumentieren. Auch Unsicherheiten und deren Offenlegung gehören zu den Fakten. Ebenso die Kenntnis von Meinungen und Bedürfnissen verschiedener Akteure. Projektgrundlagen sind dann vollständig, wenn alle zu treffenden Entscheidungen durch sie begründet werden können.
Stichhaltige und vertrauenswürdige Projektgrundlagen bereitstellen, Unsicherheiten durch unabhängige Abklärungen minimieren	Vertrauenswürdige Projektgrundlagen sind essentiell für faktenbasierte Entscheidungen und sachliche Kommunikation. Projektgrundlagen sind stichhaltig und vertrauenswürdig, wenn sie korrekt und nachvollziehbar sind. • korrekt: Die Korrektheit von Projektgrundlagen ist nicht Option, sondern eine Bedingung. Das wird von Akteuren, insbesondere von Laien als selbstverständlich angesehen, und dementsprechend fatal wären fehlerhafte Daten. • nachvollziehbar: Jede Aussage ist mit Fakten oder z. B. Analogien zu begründen. Unsicherheiten können nie vollständig beseitigt, aber minimiert werden. Dafür sind Annahmen auf verschiedene, unabhängige Arten zu prüfen. Fehlende, unklare oder nicht korrekte Projektgrundlagen vermeiden. Sie schädigen das Vertrauen in die Planenden, können nachträgliche Abklärungen nötig machen und zu Verzögerungen und hohen Mehrkosten eines Projekts führen.
Pläne zwingend im Gelände prüfen	Bestehende Dokumente und Pläne sind nicht immer aktuell und müssen in jedem Fall im Gelände verifiziert werden. Unterschiede zwischen Plan und Realität geben Hinweise auf die Geschichte des Schutzsystems (z. B. in Bezug auf Planung, Umsetzung und Unterhalt).
Bilder, Karten und schriftliche Dokumente verschiedener Zeitstände miteinander vergleichen	Dokumente aus unterschiedlichen Zeiten geben z. T. wichtige Hinweise zu Entwicklungen in Natur- und Kulturräum sowie zum bisherigen Schutzsystem.

Handlungsempfehlung	Erläuterung
Verständliche Projektgrundlagen bereitstellen mit Visualisierungen und in angepasster Sprache	Projektgrundlagen sollten anschaulich und für die jeweiligen Adressaten nachvollziehbar sein. Einfache, verständliche Sprache und Visualisierungen sind hilfreich (siehe Tab. 15: Ausgewählte Handlungsempfehlungen für die Kommunikation). Auch vermeintlich Offensichtliches dokumentieren.
Detaillierungsgrad von Abklärungen der Fragestellung anpassen	Der Aufwand für detaillierte Untersuchungen der Geschichte oder des Bauwerkszustands ist oft mit sehr hohem, teilweise nicht verhältnismässigem Aufwand verbunden. Für Entscheidungen auf Konzeptstufe reichen qualitative Beurteilungen oft aus.
Bedürfnisse, Ziele und Anliegen der Beteiligten im Auge behalten	Durch das Dokumentieren von Bedürfnissen und Wünschen verschiedener Akteure und deren Gegenüberstellung können Zielkonflikte identifiziert werden. Das entsprechende Dokument (z. B. eine Konfliktanalyse oder SWOT-Analyse ³) ist ein Hilfsmittel, um Probleme zu antizipieren, Unstimmigkeiten frühzeitig mit den entsprechenden Personen zu klären und um den groben Überblick über die Betroffenen und deren Anliegen und Bedürfnisse zu behalten.
Planende sollen sich Wissen aneignen: zum Fach, zum Gebiet und zu den beteiligten Personen	Erfahrungen und Kenntnisse in allen drei Bereichen erleichtern den Planenden, Vertrauen zu gewinnen und ein erfolgreiches Projekt umzusetzen.
Entscheidungsfindung dokumentieren	Die nachvollziehbare Dokumentation von Projektgrundlagen und Entscheiden ist Basis für die Einführung neuer Akteure sowie für ein künftiges Überprüfen des Schutzsystems. Der Kreislauf geht weiter, auch die künftigen Schutzsysteme altern und werden irgendwann überprüft. Auf diesen Schritt kann man sich bereits heute vorbereiten.

Tab. 15: Ausgewählte Handlungsempfehlungen für die Kommunikation

④ übergreifende Aspekte: Kommunikation 	
Handlungsempfehlung	Erläuterung
Organisation der Kommunikation	
Projektmanagement: Strukturen, Abläufe und Ansprechpersonen klar festlegen und kommunizieren, Organigramme ohne Interpretationsspielraum schaffen	Projekterfolg bedingt klares Projektmanagement. Dazu gehören: • die Identifikation der relevanten Beteiligten (Akteuranalyse) • die Bekanntgabe von Handlungsspielräumen • die Klärung von Zuständigkeiten, Aufgaben und Kompetenzen • die Definition von Ansprechpersonen und Kommunikationswegen
In eine Koordinationsstelle investieren	Bei grossen, komplizierten und langfristigen Projekten Koordinations- und Kommunikationsaufgaben separat beauftragen.
Gemeinsame Sprache und gemeinsames Verständnis sicherstellen	Beteiligte sprechen unterschiedliche Fachsprachen, teilweise auch unterschiedliche Landessprachen. Dies beeinflusst den Austausch. Missverständnissen wird z. B. durch Übersetzungen und schriftlich festgehaltene Definitionen (z. B. in einem Glossar) vorgebeugt.
Bevormundung vermeiden, indem alle eingehenden Vorschläge geprüft und begründet verworfen oder weiterverfolgt werden	Aus den hierarchischen Strukturen der Projektorganisation darf keine Bevormundung entstehen. Alle eingehenden Ideen und Vorschläge sollen ernsthaft geprüft und begründete Rückmeldung gegeben werden.
Gravierende Fehler eingestehen und wenn nötig ein laufendes Projekt stoppen	Iterationen im Projektablauf sind normal. Werden jedoch gravierende Fehler erkannt, ist es oft besser, das Projekt zu stoppen und neu zu starten, als das Projekt weiterzuführen.

³ In der SWOT-Analyse werden Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats) einander gegenübergestellt.

Handlungsempfehlung	Erläuterung
Beteiligte und Zusammenarbeit	
Akteuranalyse sorgfältig ausarbeiten	Eine Akteuranalyse, die aufzeigt, welche Personen in einem Projekt beteiligt werden müssen, ist Basis für jedes Projekt und Bedingung für Subventionen des BAFU. Mehr zur Akteuranalyse findet sich z. B. in [8] und [22].
Projektteam mit ausgewählten Mitgliedern zusammenstellen	Die persönlichen und fachlichen Ansprüche an die Projektbeteiligten sind hoch und die Zusammensetzung des Projektteams ist entscheidend. Lokale Schlüsselpersonen können das Projekt massgeblich beeinflussen. Von allen Beteiligten ist Engagement und Durchhaltevermögen gefordert.
Sicherstellen, dass die Planenden über ausreichend Fachwissen und Persönlichkeit verfügen für die komplexe Projektbearbeitung	Der Umgang mit alternden Schutzsystemen ist eine sehr komplexe Aufgabe, deren Lösung ausreichend Fachwissen voraussetzt. Referenzprojekte der Fachpersonen geben Hinweise auf deren Erfahrungen.
Lokale Leader ins Projektteam aufnehmen	Durch lokale Führungspersönlichkeiten können vergangene Entwicklungen des Systemkontexts und Bedürfnisse der lokalen Bevölkerung erschlossen werden. Weiter kann durch die lokalen Beteiligten das Vertrauen in ein Projekt gesteigert und die Kommunikation mit der Bevölkerung vereinfacht werden.
Einflussreiche Kritiker und Kritikerinnen einbeziehen	Das Einbinden kritischer Personen ist wirkungsvoller, als gegen sie zu wirken. Sind die Gegenargumente für ein Projekt bekannt, kann direkt darauf reagiert und dem Unmut vorgebeugt werden.
Rückhalt in der Regierung erarbeiten	Motivierte, aktive Mitarbeitende auf hoher Hierarchiestufe können ein Projekt vorantreiben und unterstützen. Direkte Kontaktaufnahme mit den entsprechenden Personen und z. B. Geländebegehungen schaffen Verständnis und Betroffenheit.
Offen sein für verschiedene Herangehensweisen und Lösungen	Voraussetzung für eine erfolgreiche Kommunikation ist die Bereitschaft zur Lösungsfindung. V. a. das Projektteam sollte sich überzeugen lassen können und nicht an vorgefertigten Meinungen festhalten.
Art und Inhalt der Kommunikation	
Offene Kommunikation innerhalb des Projektteams	Innerhalb des Projektteams sollte offene Kommunikation möglich sein, das Gesagte aber nicht ungefiltert nach aussen gelangen.
Klärung der Kommunikationsstrategie	Hinter jeder Kommunikation gibt es eine Strategie. Diese Strategie soll geklärt und offengelegt werden. So ist es dem Projektteam möglich, zielgerichtet gegen aussen zu kommunizieren.
Einstimmiges Auftreten des Projektteams nach aussen	Durch einstimmiges, sachliches und faktenbasiertes Kommunizieren des Projektteams nach aussen wird das Vertrauen in ein Projekt und in das Projektteam gefördert.
Sachlich auf Emotionen eingehen	Akteure und ihre Bedürfnisse ernst nehmen und möglichst unaufgeregt darauf eingehen, Informationen positiv vermitteln. Erst wenn dies geschehen ist, sind Akteure offen für sachliche Argumente.
Kritik aushalten	Reine Zustimmung für ein Projekt gibt es praktisch nie und auch mit der besten Kommunikation lassen sich manchmal nicht alle Konflikte lösen.
Echtes Mitwirken ermöglichen, Vertrauen schaffen	Echte Möglichkeiten für die Partizipation fördern das Vertrauen und die Bereitschaft mitzuwirken. Erreicht wird dies durch den frühzeitigen und ergebnisoffenen Einbezug der Akteure z. B. durch: • Frühzeitige persönliche Gespräche mit Direktbetroffenen auf Skizzenbasis anstatt mit technischen Plänen, die für eine erste Kontaktaufnahme meist zu definitiv wirken. • Gemeinsames Erarbeiten eines Kriterienkatalogs für den Variantenentscheid.
Vorgehen bei der Partizipation transparent machen	Erwartungen steuern und bereits bei Projektstart offenlegen, welche Akteure wann und in welchem Rahmen in den Planungsprozess einbezogen werden.
Anschaulich kommunizieren	Visualisierungen sind meist einfacher verständlich als Text und können helfen, die Ausgangslage oder Erwartungen zu klären. Nützlich sind z. B. Bilder (2D, 3D), Modellierungen, Begehungen, Ereignisse, bereits umgesetzte Massnahmen oder vollendete Verbauungsabschnitte. Am wirkungsvollsten sind Visualisierungen, wenn sie am konkreten Bach, evtl. vor Ort gezeigt werden. Analogien aus anderen Gebieten sind nur zweite Wahl. Sie lösen weniger direkte Betroffenheit aus. Bei der Verwendung von Analogien ist jeweils wichtig zu zeigen, warum die Beispiele vergleichbar sind.
Entscheidungen begründen und auch vermeintlich Offensichtliches kommunizieren	Um Verständnisproblemen vorzubeugen, sollen alle Entscheidungen nachvollziehbar hergeleitet und begründet dokumentiert werden. Dies bedingt komplett vorhandene Projektgrundlagen.

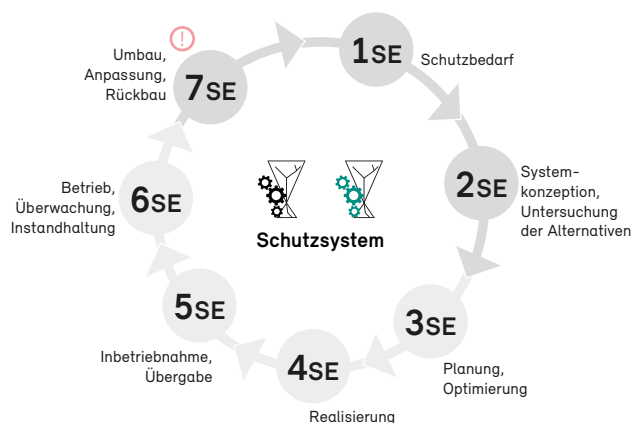
Handlungsempfehlung	Erläuterung
Bei externer Kommunikation vor allem übergeordnete Aspekte klären, fachliche Details nur wo nötig	Bei der externen Kommunikation geht es v. a. um die grossen Zusammenhänge. Diskussionen über Details (z. B. technische Werte oder Parameterwahl) bringen Laien meist nicht weiter, sondern führen zu Verwirrung.
Konstanz gewährleisten und Wissenstransfer sicherstellen	Bei einem Wechsel im Projektteam besteht die Gefahr, dass Wissen verlorengeht. Wissenstransfer durch Kontinuität im Projektteam und gute Dokumentation sichern.
Auf alle Arten der Kommunikation und wenn möglich der Nicht-Kommunikation achten: Dokumentiertes, Gesprochenes, Handlungen	Kommunikation findet immer statt, daher auch Nicht-Kommunikation beachten: · Nachfragen, welche Entscheidungen nicht dokumentiert wurden/werden und warum. · Prüfen, was öffentlich und was nicht oder nur indirekt kommuniziert wurde/wird und warum. · Unterlassene Handlungen aufspüren, z. B. durch Vergleich von Plänen und realisierten Bauwerken.
Verschiedene Informationskanäle nutzen	Unterschiedliche Informationskanäle nutzen für breit abgestützte Kommunikation, z. B. Website, Inserate in einer Ortszeitschrift, persönliche Gespräche etc.
Zeitliche Aspekte der Kommunikation	
Bei Projektstart Zeit einplanen für das gegenseitige Kennenlernen der Projektbeteiligten	Eine gute Zusammenarbeit wird erreicht, wenn sich die Projektbeteiligten auf allen Ebenen (Behörden, Planende, Bevölkerung, Interessenverbände) vertrauen. Dafür müssen sich die Projektbeteiligten als Personen kennenlernen und ebenso die Art der Zusammenarbeit kennenlernen. Das braucht Zeit.
Zeit für Entscheidungsfindung einplanen	Entscheidungen können und sollen nicht unter Zeitdruck getroffen werden. Das muss den Beteiligten bewusst sein und soll auch kommuniziert werden, um die Erwartungen zu steuern.
Kommunikation während der gesamten Projektdauer und ohne grössere Unterbrechungen aufrechterhalten	Dies gilt sowohl für die interne als auch die externe Kommunikation. Die stetige Auseinandersetzung mit der Thematik unterstützt den Wissenszuwachs der Beteiligten sowie das Aufweichen allfälliger vorgefertigter Haltungen und Überzeugungen. Durch lückenlose und kontinuierliche Informationsvermittlung werden die Erwartungen an ein Projekt gesteuert.
Geeignete Zeitpunkte für die Kommunikation nutzen, den Zeitpunkt für die Einführung von Neuerungen bedacht wählen	Es gibt Zeitpunkte, die für die Kommunikation günstig sind und insbesondere Änderungen und Anpassungen eines bestehenden Systems leichter vermittelt werden können. Nach einem Ereignis kann dieser Zeitpunkt günstig sein: die Emotionen sollen sich bereits gelegt haben, das Ereignis selbst aber noch in den Köpfen präsent sein.
Direktbetroffene zwingend vor der Öffentlichkeit informieren	Andernfalls fühlen sich die Betroffenen zu recht übergangen und es kann zu grossen Unruhen und Unstimmigkeiten kommen.
Frühzeitiger Einbezug von Direktbetroffenen und Entscheidungstragenden	Nur so haben Entscheidungstragende, Fachstellen, Interessengruppen und Direktbetroffene echte Möglichkeiten zur Mitwirkung.

7 Ausblick

Das im vorliegenden Bericht vorgestellte Konzept in vier Schritten zum Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen unterstützt den Weg vom Überprüfen eines bestehenden Schutzsystems bis zur Konzeption des künftigen Schutzsystems. Im Lebenszyklusmodell des Systems Engineerings entspricht dies den drei dunkel hervorgehobenen Phasen 7_{SE} (Umbau, Anpassung Rückbau), 1_{SE} (Schutzbedarf) und 2_{SE} (Systemkonzeption, Untersuchung der Alternativen) in der Abbildung 37. Das künftige Schutzsystem steht in seinem Lebenszyklus am Anfang. Als Nächstes steht die Detailplanung und Optimierung des künftigen Schutzsystems an (Phase 3_{SE}). Im Planungsprozess gemäss SIA schliesst nach den konzeptionellen Phasen 1 (Strategische Planung) und 2 (Vorstudien) die Phase der Projektierung (Phase 3 gemäss SIA [31]) an.

Abb. 37: Lebenszyklusmodell des Systems Engineerings nach [21]

Das vorgestellte Konzept unterstützt bei den dunkel hervorgehobenen Phasen 7_{SE}-2_{SE}.



Das vorgestellte Konzept zum Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen (Kapitel 2.3, Abb. 12) bereitet die Entscheidungsfindung vor, nicht aber die Entscheidung selbst. Durch die vier Konzeptschritte (Kapitel 5.2), die gemachten Erfahrungen (Kapitel 4) und Hinweise zur Umsetzung (Kapitel 6) wird ein Rahmen für die strukturierte und nachvollziehbare Lösungsfindung gegeben. Die vorliegende Publikation ist eine erste Hilfestellung für den zweckmässigen und nachhaltigen Umgang mit alternden Schutzsystemen in Wildbächen, behandelt das umfassende Thema aber keineswegs abschliessend. Einige Fragen im Kontext alternder Schutzsysteme bleiben offen wie z. B. die Beurteilung der Zuverlässigkeit von Gesamtsystemen, die Zweckmässigkeit von Schutzbauten/Schutzsystemen und der Nachweis der Wirtschaftlichkeit im Umgang mit alternden Schutzsystemen. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren etliche alternde Schutzsysteme überprüft werden. Die hier vorgestellten Inhalte können und sollen durch Erfahrungen beim Umgang mit alternden Schutzsystemen und durch Untersuchungen sowie Publikationen weiter konkretisiert werden. Künftige Erkenntnisse, Empfehlungen und Vorgaben können ohne Weiteres in die präsentierte Struktur eingebettet sowie die Hinweise zur Umsetzung ergänzt werden. Entscheidend ist, dass jedes Wildbachsystem einzigartig ist und massgeschneiderte Lösungen gefunden werden müssen. Gut möglich ist, dass das für alternde Schutzsysteme in Wildbächen präsentierte Konzept in seinen Grundzügen ebenfalls bei Schutzsystemen in anderen Gewässern (z. B. Talflüssen) und weiteren Prozessen (z. B. Lawinen, Sturz, Rutschungen) angewendet oder dafür angepasst wird.

8 Literatur

8.1 Allgemein

- [1] Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden, Abt. Naturgefahren des Amtes für Wald des Kanton Bern und Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft des Kantons Wallis (Hrsg.) (2018): Handbuch Schutzbautenkontrolle. Kantone Graubünden, Bern und Wallis.
- [2] BAFU Bundesamt für Umwelt (2012): Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Erkenntnisse aus dem Projekt Integrales Flussgebietsmanagement. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1211.
- [3] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2016a): Von der Risikoanalyse zur Massnahmenplanung. Arbeitsgrundlage für Hochwasserschutzprojekte. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1606.
- [4] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2016b): Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats 12.4271 Darbellay. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [5] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2017): Geschiebe- und Habitatsdynamik. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1708.
- [6] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018a): Konzept Management von Schutzbauten gegen gravitative Naturgefahren in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [7] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018b): Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020–2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1817.
- [8] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2019): Handbuch für die Partizipation bei Wasserbauprojekten. Betroffene zu Beteiligten machen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1915.
- [9] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2020a): Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz. Bericht zum Stand der Umsetzung des Integralen Risikomanagements von Naturgefahren 2020. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Info Nr. UI-2027-D.
- [10] BAFU Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2020b): Datenmodell Schutzbauten Naturgefahren. Identifikator 81.1, Version 1.0. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [11] Bergmeister K., Suda J., Hübl J. und Rudolf-Miklau F. (2009): Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Ernst&Sohn, Berlin.
- [12] Brönnimann S. et al. (2018): 1868 – das Hochwasser, das die Schweiz veränderte. Ursachen, Folgen und Lehren für die Zukunft. Geographica Bernensia G94, Bern.
- [13] Bundesamt für Strassenbau (Hrsg.) (1977): Hochwasserschutz in der Schweiz. 100 Jahre Bundesgesetz über die Wasserbaupolizei. EDMZ, Bern.
- [14] BWG Bundesamt für Wasser und Geologie (2001): Hochwasserschutz an Fliessgewässern. Wegleitung des BWG, heutiges Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.
- [15] Culmann K. (1864): Bericht an den hohen schweizerischen Bundesrath über die Untersuchung der schweiz. Wildbäche, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859, 1860 und 1863. Zürich.
- [16] Gertsch E. (2009): Geschiebelieferung alpiner Wildbachsysteme bei Grossereignissen. Ereignisanalyse und Entwicklung eines Abschätzverfahrens.

-
- rens. Inauguraldissertation am geographischen Institut der Universität Bern, Bern.
- [17] Harnack N. (2020): Naturrauminventur des subalpinen Fichtenwaldes am Gerhardstein im Naturpark Weissbach bei Lofer. Masterarbeit, Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien, Wien.
- [18] Kokai G., Weiss M. und Zanker K. (2014): Auflösung entbehrlicher Sperrenbauwerke in einem Wildbacheinzugsgebiet – Ein integrales Sanierungskonzept. In: Tagungsband Internationales Symposium Wasser- und Flussbau im Alpenraum, Zürich. S. 645–658.
- [19] NDR Consulting (2019): Projektskizze zur Erarbeitung einer Publikation zum Thema «Umgang mit alternden Schutzbauten und Schutzkonzepten», Thun.
- [20] Olivola C.Y. (2018): The Interpersonal Sunk-Cost Effect. In: Psychological Science, Vol. 7/29. S. 1072–1083.
- [21] PLANALP Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (Hrsg.) (2014): 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. PLANALP Broschüre 2014.
- [22] PLANAT Nationale Plattform Naturgefahren (2015): Praxiskoffer Risikodialog Naturgefahren Schweiz. Sicherheitsniveau für Naturgefahren. PLANAT, Bern.
- [23] Rimböck A., Eichenseer E. und Loipersberger A. (2012): Intergrale Wildbachentwicklungskonzepte – Ein neuer Ansatz, um Erhalt und Zukunftsanforderungen in Einklang zu bringen? In: INTERPRAEVENT Grenoble. S. 1055–1065.
- [24] Romang H. (Hrsg.) (2008): Wirkung von Schutzmassnahmen. PROTECT. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, Bern.
- [25] Rudolf-Miklau F. und Rimböck A. (2016): Komplexe Schutzsysteme gegen Naturgefahren: Systemdesign und Lebenszyklusmodell. Bautechnik 93(12): 875–884.
- [26] Schweizerische Eidgenossenschaft (2022): Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. Januar 2022).
- [27] Schweizerische Eidgenossenschaft (2021a): Bundesgesetz über den Wasserbau (Wasserbaugesetz WBG) vom 21. Juni 1991 (Stand am 1. Januar 2021).
- [28] Schweizerische Eidgenossenschaft (2021b): Änderung des Bundesgesetzes über den Wasserbau. Erläuternder Bericht zur Eröffnung des Vernehmlassungsverfahrens vom 14. April 2021.
- [29] Schweizerische Eidgenossenschaft (2020): Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GschG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2020).
- [30] Schweizerische Eidgenossenschaft (2017): Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG) vom 4. Oktober 1991 (Stand am 1. Januar 2017).
- [31] SIA 102 (2020): Ordnung für Leistungen und Honorare der Architektinnen und Architekten. Planungsphasen. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [32] SIA 469 (1997): Erhaltung von Bauwerken. Verständigung, Erhaltungsziele, Erhaltungsmassnahmen und -tätigkeiten, Bauwerksarten. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [33] Stauder F. und Rimböck A. (2014): Historisch gewachsene Wildbachschutzsysteme – Fit für die Zukunft? In: Tagungsband Internationales Symposium Wasser- und Flussbau im Alpenraum, Zürich. S. 659–669.

[34] Suda J. (2012): Instandhaltung von Schutzbauwerken gegen alpine Naturgefahren. Publikation der Universität für Bodenkultur, Wien.

[35] Suda J. und Mehlhorn S. (2013): Schutzbauwerke der Wildbachverbauung. Handbuch zur Durchführung einer Bauwerkskontrolle. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien.

8.2 Fallbeispiele

8.2.1 Fallbeispiel Formigario bei Faido (TI)

[36] beffa tognacca GmbH (2011): Riale Formigario. Piano delle zone di pericolo a seguito di colate detritiche, Rapporto. Faido.

[37] beffa tognacca GmbH (2019): Riale Formigario. Briglia di contenimento B18. Onda die piena in caso di improvvisa rottura completa, Rapporto. Faido.

[38] Muttoni SA (1995): Formigario B19, Faido. Fotostrecke. Zugriff über: <http://muttonisa.ch/genio-civile/>, Stand: 19.11.2021.

[39] Studio Lucchini – Mariotta e Associati SA (2013): Riale Formigario. Briglia B18. Verifica sismica. Faido.

[40] Studio Lucchini – Mariotta e Associati SA (2020): Riale Formigario. Briglia di Calpiogna B18. Rapporto di controllo 2019. Faido.

8.2.2 Fallbeispiel Guppenrunse bei Glarus Süd – Schwanden (GL)

[41] Hess J. und Gertsch-Gautschi E. (2015): Unveröffentlichte Präsentation «Fallbeispiel Guppenrunse» im Rahmen des PLANALP-Treffens am 13.10.2015 in München (D). BAFU Bundesamt für Umwelt, Bern.

[42] Marty Ingenieure AG und Schubiger AG Bauingenieure (2014): Zustandsdokumentation Bachverbauung Guppenrunse, Juni 2014. Schwändi.

[43] Marty Ingenieure AG und Schubiger AG Bauingenieure (2017a): Hochwasserschutz- und Sanierungskonzept Guppenrunse. Technischer Bericht Bauprojekt. Schwändi.

[44] Marty Ingenieure AG und Schubiger AG Bauingenieure (2017b): Hochwasserschutz- und Sanierungskonzept Guppenrunse. Teilbericht Natur- und Landschaftsschutz. Teilbericht 01. Schwändi.

[45] Marty Ingenieure AG und Schubiger AG Bauingenieure (2017c): Hochwasserschutz- und Sanierungskonzept Guppenrunse. Risikoanalyse und Risikoberechnung nach EconoMe. Teilbericht 10. Schwändi.

[46] Guppenrunskorporation (2020): Website der Guppenrunskorporation Schwanden. Zugriff über: www.guppenrunse.ch; Stand: 21.01.2021

8.2.3 Fallbeispiel Gürbe (BE)

[47] Flussbau AG SAH, Kellerhals + Häfeli AG und Hunziker Gefahrenmanagement (2018): Verbau Gürbe im Gebirge. Plausibilisierung der Studie «Verbau Gürbe im Gebirge, Erneuerung und Unterhalt, Überprüfung der Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit» der ARGE NDR Consulting GmbH und Impuls AG (2016), Bern.

[48] geo7 GmbH (1992): Integralprojekt Gürbe: Korreferat zum Bericht «Integralprojekt Gürbe». Bern.

[49] Gerber B. und Schertenleib A. (2019, unveröffentlicht): Stellungnahme zum Unterhaltungskonzept Sperrentreppe Gürbe. Rückmeldungen zur Strategieentwicklung des Wasserbauverbandes Obere Gürbe von Seiten des Tiefbauamts des Kanton Bern (Bruno Gerber) und des BAFU (Adrian Schertenleib). Bern.

[50] Lange D. und Bezzola G.R. (2002): Kombierter Holz- und Geschieberückhalt in Aufweitungen am Fallbeispiel Gürbe. In: VAW Mitteilungen 175. Internationales Symposium «Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau», S. 57–65. Zürich.

- [51] NDR Consulting GmbH und IMPULS AG (2016): Schutzbauten und Anlagen. Verbau Gürbe im Gebirge, Erneuerung und Unterhalt – Überprüfung der Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit. Im Auftrag des Kanton Bern, des Wasserbauverbands Obere Gürbe (WOB) und der Gemeinden Blumenstein und Wattenwil.
- [52] Salvisberg M. (2017): Der Hochwasserschutz an der Gürbe. Eine Herausforderung für Generationen (1855–2010). Wirtschafts-, Sozial- und Umweltgeschichte (WSU), Band 7. Schwabe Verlag, Basel. Zugriff über: <https://schwabe.ch/9783796536847/der-hochwasserschutz-an-der-guerbe>, Stand: 25.11.2020
- [53] Wasserbauverband Obere Gürbe (2018, unveröffentlicht): Verbau Gürbe im Gebirge. Lösungsvorschläge für Gewässerentwicklungskonzept (GEK) Gürbe Oberlauf, Einmündung Schwändibach bis Forstsäge. Wattenwil.

8.2.4 Fallbeispiel Kleine Melchaa bei Giswil (OW)

- [54] Einwohnergemeinde Giswil (2009): Informationsveranstaltungen zur «Umlegung Kleine Melchaa» für die Öffentlichkeit. Zugriff über: <https://hochwasserschutz.ow.ch/archiv-gemeinden/giswil/>, Stand: 02.01.2021
- [55] Einwohnergemeinde Giswil (2015): InfoGiswil, Ausgabe 1/15. Giswil.
- [56] Hofer H. (2008): Bericht des Regierungsrats zu einem Kantonsratsbeschluss über einen Beitrag an das Hochwasserschutzprojekt Kleine Melchaa, Gemeinde Giswil und Sachseln. Zugriff über: <https://hochwasserschutz.ow.ch/archiv-gemeinden/giswil/>, Stand: 02.01.2021
- [57] Schubiger AG und Niederer + Pozzi Umwelt AG (2007): Hochwasserschutz Giswil, Massnahmenprojekt Kleine Melchaa. Technischer Bericht Vorprojekt.
- [58] Schubiger AG und Niederer + Pozzi Umwelt AG (2007): Hochwasserschutz Giswil, Massnahmenprojekt Kleine Melchaa. Planunterlagen.

8.2.5 Fallbeispiel Lammbach bei Brienz (BE)

- [59] geo7 GmbH (1997): Brienzer Wildbäche: Evaluation forstlicher und wasserbaulicher Massnahmen der letzten 100 Jahre. Bern.
- [60] Mätzener & Wyss Bauingenieure AG, NDR Consulting GmbH, geo7 AG, Sigmaplan AG und Moeri & Partner AG (2018): HWS Lamm- und Schwanderbach. Technischer Bericht Wasserbauplan, Planauflage.
- [61] Rhiel D. (2019): Grünes Licht für Grossprojekt. Hochwasserschutz Brienz. Artikel Nr. 171000, erschienen am 20.01.2019 in der Jungfrau Zeitung.
- [62] Ryter U. (2007): Forstliches Verbauungs- und Aufforstungsprojekt Brienzer Wildbäche. Geschichte, Ereignisse, Projekte, Erkenntnisse. Abteilung Naturgefahren, Interlaken.
- [63] Schneider M. (2010): Die Landschaftsgeschichte des Lammbachkegels. Masterarbeit, Philosophisch-naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Bern, Bern.

8.2.6 Fallbeispiel Merdenson bei Vollèges – Bagnes (VS)

- [64] iDEALP (2017): Protection contre les crues torrent du Merdenson. Rapport technique, annexes et plans.
- [65] iDEALP (2021): Protection contre les crues torrent du Merdenson. Annexes du rapport technique et plans.

8.2.7 Fallbeispiel Nasenbach bei Wildhaus – Alt St. Johann (SG)

- [66] Basler&Hofmann AG (2020): Wildhuser Thur, Nasenbach. Unterwasser. Technischer Bericht Auflageprojekt. Esslingen.
- [67] Flussbau AG SAH (2013): Wildhuser Thur. Hochwasserabflüsse und Geschiebefrachten. Technischer Bericht im Auftrag des Baudepartements des Kt. St. Gallen, Tiefbauamt, Naturgefahrenkommission. Zürich.

[68] Schällibaum AG (2016): Wildhuser Thur, Nasenbach. Unterwasser. Technischer Bericht Vorstudie. Wattwil.

8.2.8 Fallbeispiel Palanggenbach bei Seedorf – Attinghausen (UR)

[69] Kissling & Zbinden AG, Synaxis AG und Theiler Landschaft GmbH (2019): Palanggenbach Seedorf/Attinghausen: Bauprojekt Hochwasserschutz. Technischer Bericht. Kanton Uri, Amt für Tiefbau, Abteilung Wasserbau. Altdorf.

[70] oeko-b AG, Hunziker, Zarn & Partner AG und Dr. H. Jäckli AG (2015): Geschiebeaufkommen Palanggenbach. Kanton Uri, Amt für Tiefbau, Abteilung Wasserbau. Altdorf.

[71] oeko-b AG (2016): Abschätzung Schwemmholzfrachten. Einzugsgebiet Palanggenbach. Kanton Uri, Amt für Tiefbau, Abteilung Wasserbau. Altdorf.

8.2.9 Fallbeispiel Ri del Bess (GR)

[72] AFRY Svizzera SA (2020a): Ri del Bess 2 – Val de Gervan. Technischer Bericht, Grono.

[73] AFRY Svizzera SA (2020b): Ri del Bess 2 – Val de Gervan. Fotodokumentation und Pläne zur Überarbeitung des Wasserbauprojekts Ri del Bess, Grono.

8.2.10 Fallbeispiel Steinibach bei Hergiswil (NW)

[74] Aqua Plus und Schubiger AG Bauingenieure (2012): Hochwasserschutz Hergiswil. 5. Bauetappe Steinibach, Baulos 5.1 bis 5.4, Auflageprojekt. Ökologische Begleitplanung. Hergiswil.

[75] Gemeinde Hergiswil (2009): Die Wächter des Steinibachs. In: Hergiswiler-Magazin Nr. 2 vom Juli 2009. S. 4–8. Hergiswil.

[76] oeko-b AG und Schubiger AG Bauingenieure (2012): Hochwasserschutz Hergiswil. 5. Bauetappe Steinibach, Baulos 5.1 bis 5.4., Auflageprojekt. Gefahren und Risikoberurteilung mit Kosten-Nutzenbetrachtung Steinibach. Hergiswil.

[77] PK Bau AG (2016): Referenzblatt Steinibach, Hergiswil. Baulos 5.4. Bachverbauung. Zugriff über: <https://www.pkbau.ch/referenzen/detail/steinibach-hergiswil-baulos-54/>, Stand: 16.08.2021

[78] Schubiger AG Bauingenieure (2012): Hochwasserschutz Hergiswil. 5. Bauetappe Steinibach, Baulos 5.1 bis 5.4. Technischer Bericht inkl. Anhang. Hergiswil.

9 Abkürzungen

Abkürzungen	Bedeutung
BAFU	Bundesamt für Umwelt Schweiz
BFE	Bundesamt für Energie Schweiz
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler
EZG	Einzugsgebiet
GschG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz)
GT	Geschiebetrieb
HW	Hochwasser
HWS	Hochwasserschutz
IRM	Integrales Risikomanagement
MG	Murgang
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz
PDCA-Zyklus	PDCA steht für «Plan, Do, Check, Act», also «Planen, Umsetzen, Überprüfen, Handeln», und beschreibt einen zyklischen, vierstufigen Verbesserungsprozess
PLANALP	Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention
PLANAT	Nationale Plattform Naturgefahren Schweiz
SB	Schutzbaute(n)
SE	Systems Engineering
StAV	Stauanlagenverordnung
TBA	Tiefbauamt
WaG	Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz)
WBG	Bundesgesetz über den Wasserbau (Wasserbaugesetz)

10 Glossar

Erhaltungsmanagement

Das Erhaltungsmanagement umfasst die kontinuierliche Inspektion (Zustandsüberwachung) und Zustandsbewertung (inkl. Funktionsbewertung) von Schutzbauten und Schutzmassnahmen sowie ihrem Zusammenspiel. Es ist Voraussetzung für eine nachhaltige Wirkung von Schutzsystemen über die gesamte Lebensdauer. [25]

Funktionaler Systemerhalt

Möglichkeit für den Umgang mit alternden Schutzsystemen in Bezug auf die Funktionstypen der baulichen Massnahmen. Unter einem funktionalen Systemerhalt wird in der vorliegenden Publikation das Beibehalten der bewährten Funktionsweise des bisherigen Schutzsystems verstanden. Beispiel: Die Sperrentreppe im Einzugsgebiet eines Wildbachs wird saniert (Erhalt der Funktion Stabilisieren). (Achtung: Die Beschreibung bezieht sich ausschliesslich auf den Funktionstyp der Bauten. Es ist auf jeden Fall zu prüfen, ob die Funktion durch naturnahe Massnahmen erreicht werden kann – z. B. Durchleiten in Raubettgerinne anstelle einer harten Bachschale.)

Funktionale Systemanpassung

Möglichkeit für den Umgang mit alternden Schutzsystemen in Bezug auf die Funktionstypen der baulichen Massnahmen. Funktionale Systemanpassung beschreibt in dieser Publikation eine teilweise Veränderung von Funktionstyp und/oder geographischer Lage der Schutzbauten. Beispiel: Von der Sperrentreppe im Einzugsgebiet eines Wildbachs werden nur die Schlüsselbauwerke erhalten. Ergänzt wird das System durch einen Geschiebesammler (Anpassung der Funktion Stabilisieren und Ergänzen mit Funktion Zurückhalten).

Funktionaler Systemwechsel

Möglichkeit für den Umgang mit alternden Schutzsystemen in Bezug auf die Funktionstypen der baulichen Massnahmen. Bei einem funktionalen Systemwechsel, wie der Begriff in dieser Publikation verwendet wird, unterscheiden sich Funktionstypen und/oder die geographische Lage der Schutzbauten im bisherigen und im künftigen Schutzsystem. Beispiel: Die Sperrentreppe im Einzugsgebiet eines Wildbachs wird vollständig aufgelassen. Am Kegelhals

wird ein neuer Geschiebesammler errichtet (Wechsel von der Funktion Stabilisieren auf Zurückhalten).

Ingenieurbioologische Massnahme

«Massnahme der Forst- und Landwirtschaft, die die Entstehung bzw. Ausbreitung eines Naturgefahrenprozesses verhindern oder mindern, z. B. Pflege von Schutzwäldern, angepasste Landnutzung, Schaffen von natürlichen Retentionsräumen, forstliche Hang- und Bachverbauungen.» [4]

Integrales Risikomanagement für Naturgefahren (IRM)

«Das IRM ist ein umfassendes Konzept für den Umgang mit Naturgefahren, das die Gesamtheit der Massnahmen und Methoden beinhaltet, mit denen die angestrebte Sicherheit erreicht und auch langfristig gewährleistet werden kann. Basierend auf einer umfassenden Beurteilung der Gefahren und ihrer Auswirkungen auf den Menschen und seine Nutzungen werden Massnahmen zur Vorbeugung eines Ereignisses, zur Bewältigung und zur Regeneration aufeinander abgestimmt, um die Risiken zu begrenzen.» [28]

Konzept

In der vorliegenden Publikation verwendet für die hier vorgeschlagene Vorgehensweise bei der Entscheidungsfindung zum Umgang mit alternden Schutzsystemen (Abb. 12). (Nicht zu verwechseln mit **Schutzkonzept**)

Kulturraum

Unter Kulturraum wird die Inwertsetzung und Nutzung der physischen Gegebenheiten (Naturraum) durch den Menschen verstanden. Teilbereich des Kulturraums sind Siedlung, Infrastruktur, Gesetze, Politik, Gesellschaft und Wirtschaft.

Lebenszykluskosten

Umfasst alle Kosten, die während des gesamten Lebenszyklus einer Schutzbaute anfallen. Darin enthalten sind Kosten für die Bau- und Planungsphase sowie Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Sanierung. Je nach Schutzbaute können die Betriebs- und Erhaltungskosten über die Lebensdauer die reinen Baukosten deutlich übersteigen. [25]

Lebenszyklus von Schutzsystemen

Der Lebenszyklus von Schutzsystemen beinhaltet alle Phasen eines Schutzsystems von der Initiierung bis zum Verfall oder der Erneuerung. [25]

Massnahmenziel

Ziele, die mit einer bestimmten Massnahme erreicht werden sollen. Die Gesamtwirkung der getroffenen Massnahmen dient der Erreichung der Projektziele.

Naturraum

Der Naturraum umfasst alle physischen Gegebenheiten einer Landschaft wie Klima, Topographie, Vegetation und Boden, Hydrologie, Geologie und Tektonik sowie alle Naturgefahrenprozesse.

Organisatorische Massnahme

«Vordefinierte Tätigkeit und Verhalten, mit welchen im unmittelbaren Vorfeld oder während eines Naturereignisses dessen Auswirkung begrenzt wird (z. B. Warnung, Alarmierung, Sperrung, Evakuierung).» (Bezzola und Loat 2014 in: [4])

Projektziel

Ziele, die mit einem bestimmten Schutzprojekt erreicht werden sollen. Das Projektziel wird unter Berücksichtigung des Risikos, der Rahmenbedingungen und des bisherigen Schutzsystems von Verantwortungs- und Risikotragenden gemeinsam festgelegt und dient als Startpunkt für die Massnahmenplanung. [3]

Raumplanerische Massnahme

«Massnahme zur angepassten Nutzung des Raumes, so dass Naturgefahrenprozesse gemieden werden bzw. deren Auswirkungen gemieden werden. Z. B. durch Ausscheiden von Gefahrenzonen anhand von Gefahrenkarten und deren Umsetzung in Zonen- und Nutzungsplänen.» [4]

Schlüsselbauwerk

Schlüsselbauwerke sind Bauwerke, deren technisches Versagen grossen Einfluss auf die Funktions- und Wirkungsweise des gesamten Schutzsystems und damit auf die Gefahrensituation hat [5].

Schutzbaute (auch Schutzbauwerk, bauliche Massnahme)

Bauliche Schutzmassnahme. Gemäss [6] handelt es sich bei einer Schutzbaute Naturgefahren um ein Bauwerk, das errichtet worden ist zur Gewährleistung des Schutzes vor gravitativen Naturgefahren.

Schutzbautenkataster

Im Schutzbautenkataster sind sämtliche Schutzbauten in einem Gebiet gemäss vordefiniertem Datenmodell beschrieben. Der Schutzbautenkataster ist die Grundlage für das Schutzbautenmanagement, also die systematische Beobachtung und Erfassung des Zustandes von Schutzbauten. [6]

Schutzbautenmanagement

«Das Schutzbautenmanagement ist die laufende systematische Erfassung und Bewertung des Zustandes von Schutzbauten sowie die Planung und Umsetzung von Massnahmen als Reaktion auf festgestellte Mängel. [...] Ein erfolgreiches Schutzbautenmanagement ist Teil der Gesamtplanung von Schutzmassnahmen zur Umsetzung des integralen Risikomanagements in einem Gebiet.» [6]

Schutzkonzept

Jedem Schutzsystem liegt ein Schutzkonzept zugrunde. Das Schutzkonzept zeigt auf, wie strategische Zielvorgaben durch effektive und wirtschaftliche Massnahmensetzung erreicht werden sollen.

Schutzmassnahme und Massnahmentyp

Einzelkomponente eines Schutzsystems mit dem Ziel, das bestehende Risiko zu vermindern oder zu beseitigen. Bei den Massnahmentypen wird unterschieden zwischen raumplanerischen, baulichen, organisatorischen und ingenieurbiologischen Massnahmen.

Schutzsystem

Schutzsysteme gegen Naturgefahren sind eine technisch, funktional oder räumlich abgegrenzte Kombination von zusammenwirkenden Massnahmen, die dem Schutzziel dienen und unterschiedliche Raum- und Zeitskalen umfassen [25].

alterndes Schutzsystem: Kombination von Massnahmen mit unterschiedlichem Erhaltungszustand, ggf. die Anforderungen nicht mehr erfüllend [25].

bisheriges Schutzsystem: Schutzsystem, das sich bis zum Zeitpunkt des aktuellen Überprüfens entwickelt hat.

künftiges Schutzsystem: Schutzsystem, mit dem das Schutzziel in Zukunft erreicht werden soll.

Schutzziel

«Niveau an Sicherheit, das bestimmte Akteure in ihrem Verantwortungsbereich grundsätzlich anstreben. In der Praxis dient das Schutzziel auch als Überprüfungs-kriterium zur Beurteilung des Handlungsbedarfs für die Erreichung der angestrebten Sicherheit». [3]

Sicherheitsniveau, angestrebt

Das angestrebte Sicherheitsniveau ist der von allen Verantwortungsträgern gemeinsam angestrebte Sicherheitszustand. [3]

Systems Engineering

Methodik für das ganzheitliche Management komplexer Systeme, wie es Schutzsysteme sind, über ihren gesamten Lebenszyklus. Es wird das ganze Problem (Schutzbedarf bzw. Risiko), das ganze System (Einzugsgebiet und Wirkungsraum) und der gesamte Lebenszyklus (Zeit) berücksichtigt (Kapitel 2.2, [21], [25]).

Zuverlässigkeit einer Schutzmassnahme

Die Zuverlässigkeit einer Schutzmassnahme resultiert aus der Wirkungsbeurteilung und umfasst die Aspekte Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit. [24]

Zweckmässigkeit eines Schutzsystems

Ein Schutzsystem ist dann zweckmässig, wenn es seinen Zweck erfüllt, also die festgelegten Ziele erreicht. Die Zweckmässigkeit eines Schutzsystems beinhaltet dessen Zuverlässigkeit und Wirkung auf den Gefahrenprozess (Dauerhaftigkeit, Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit), Robustheit, Überlastbarkeit, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit.