

## INTEGRALE WILDBACH - ENTWICKLUNGSKONZEPTE

### EIN NEUER ANSATZ, UM ERHALT UND ZUKUNFTSANFORDERUNGEN IN EINKLANG ZU BRINGEN?

Andreas Rimböck<sup>1</sup>, Erich Eichenseer<sup>2</sup> und Anton Loipersberger<sup>3</sup>

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Wildbachverbauung in Bayern steht vor gewaltigen Herausforderungen. Allein die Unterhaltung und Sanierung der rund 45.000 inzwischen erfassten Schutzbauwerke, die bis zu 100 Jahre alt sind, ist eine gewaltige Aufgabe. Daneben besteht großer Bedarf an weiteren Schutzmaßnahmen, um Bayern weit einen ähnlichen Schutzstandard zu gewährleisten. In einem umfangreichen Forschungsprojekt werden vorhandene Ansätze mit neuen Gedanken zusammengeführt, um eine moderne Strategie zur Bewältigung dieser gewaltigen Aufgabe auszuarbeiten. Dazu sollen auch vergangene und künftige Entwicklungen berücksichtigt werden und am Ende integrale Gesamtkonzepte für Wildbacheinzugsgebiete ausgearbeitet werden, welche die Unterhaltung, eine sinnvolle Optimierung der Schutzsysteme und einen ggf. nötigen weiteren Ausbau zusammenführen. Hierzu wurden in einer ersten Phase in vier bayerischen Wildbacheinzugsgebieten Pilotstudien erarbeitet, deren erste Ergebnisse hier vorgestellt werden. Diese werden in der zweiten Phase des Projektes wissenschaftlich überprüft. Auf dieser Basis sollen dann Leitlinien für die Praxis ausgearbeitet werden.

**Schlagworte:** Unterhaltung, Sanierung, Ausbau, Einzugsgebiet, Gesamtkonzept

#### ABSTRACT

Torrent control in Bavaria is faced with enormous challenges. On its own the maintenance and reconstruction of over 45.000 torrent protection works is a major task, especially as they are up to 100 years old. Beyond that many further protection systems are necessary to provide a comparable safety level in the Bavarian Alps. We want to combine existing approaches and new thoughts in a large research project to develop a modern strategy to cope this task. Considering also past and future developments shall lead to integral development master plans for torrential catchment areas, which bring together maintenance, reasonable optimization of the protection system and where necessary further measures. In a first phase pilot studies were worked out in four different Bavarian catchment areas. They are now completed and the first results will be presented in this paper. In the second phase, the studies will get scientifically verified. Finally guidelines, how to work out integral development master plans will be established, regarding state of the art.

**Keywords:** catchment area, torrent control, risk management, protection concept

#### HISTORIE DER BAYERISCHEN WILDBACHVERBAUUNG

Die Wildbachverbauung ist seit jeher eine sehr stark interdisziplinär ausgerichtete Fachrichtung. Das enge Zusammenspiel und die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Forst, Hydrologie, Geologie, Bautechnik und vielen mehr werden gerade in Wildbacheinzugsgebieten sehr deutlich.

---

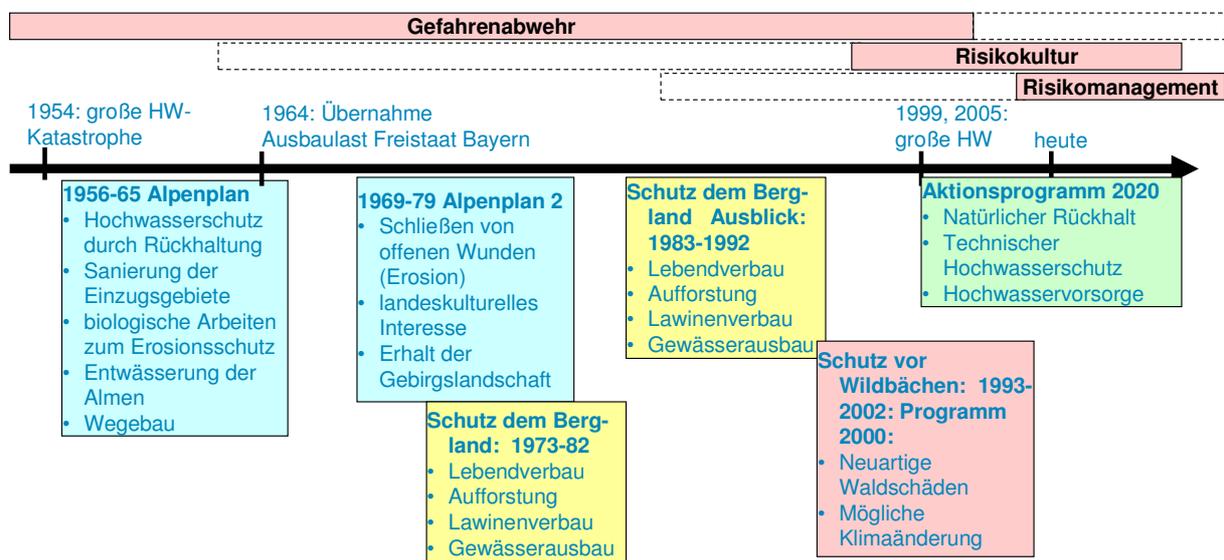
<sup>1</sup> Dr.-Ing. Andreas Rimböck, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Deutschland,  
(e-mail: andreas.rimboeck@lfu.bayern.de)

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Erich Eichenseer, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, München, Deutschland

<sup>3</sup> Dipl.-Ing. Anton Loipersberger, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Deutschland

Schon lange werden hier integrale Ansätze systematisch verfolgt: Beispielsweise sah der unter dem Eindruck des katastrophalen Hochwassers von 1954 ins Leben gerufene Alpenplan (OBB (1955)) für den Zeitraum von 1956 bis 1965 neben einem Hochwasserschutz durch Rückhaltung auch die Sanierung der Einzugsgebiete und biologische Erosionsschutzmaßnahmen vor, um die Ursachen der Gefahrenprozesse bereits im Entstehungsgebiet zu reduzieren (z.B. Erosion, Abfluss, ...). Zielrichtung war die Abwehr von Naturgefahren und die nachhaltige Gewährleistung eines möglichst hohen Schutzniveaus.

Trotz umfangreicher Investitionen in Schutzmaßnahmen sind die Schäden durch alpine Naturgefahren über die Jahre angestiegen. Vergleichbare Beobachtungen gibt es auch in unseren Nachbarländern. Dies lässt sich sicher auf intensiviertere und höherwertige Nutzungen im Alpenraum in Verbindung mit schadensanfälligerer Bebauung und Infrastruktur und evtl. auch auf höhere Ereignisfrequenzen infolge des Klimawandels zurückführen. Von daher wird seit Ende des 20. Jahrhunderts alpenweit ein Übergang von der „Gefahrenabwehr“ zu einer „Risikokultur“ angestrebt (vgl. PLANAT (2004)). Hauptziel der „Risikokultur“ im Sinne einer nachhaltigen Schadenabwehr ist dabei, bewusst zu machen, dass eine absolute Sicherheit vor Naturgefahren nie zu erreichen sein wird und somit begleitende Vorkehrungen zum bestmöglichen, d.h. ursachen- und schadensminimierenden Umgang mit dem Restrisiko unabdingbar sind.



**Fig. 1** bayerische Wildbachstrategien der letzten rund 50 Jahre

**Fig. 1** bavarian strategies in torrent control during the last 50 years

Diese Gedanken finden sich im bayerischen Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020 (vgl. StMUG, 2003) wieder, das in Bezug auf einen nachhaltigen Hochwasserschutz auf die drei Handlungsfelder

- natürlicher Rückhalt
- technischer Hochwasserschutz
- weitergehende Vorsorge (Risiko-, Bau-, Verhaltens- und Flächenvorsorge)

setzt. Die EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie stellt einen weiteren Schritt hin zum integralen Risikomanagement dar, indem systematisch Hochwasserrisikomanagementpläne aufzustellen sind. Dabei sind zwingend die Öffentlichkeit zu beteiligen und ein Risikodialog zu führen.

## GEÄNDERTE ANFORDERUNGEN AN SCHUTZKONZEPTE

Wildbachprozesse sind aufgrund des ausgeprägten Gefälles der Bachläufe und der hohen Prozessgeschwindigkeiten von Natur aus einer hohen Dynamik unterworfen. Daneben verändern sich auch die Rahmenbedingungen in den Einzugsgebieten und die Anforderungen an Schutzkonzepte vor gefährlichen Wildbachprozessen ebenfalls immer schneller und häufiger. Im Folgenden werden beispielhaft einige Veränderungen aufgezeigt, die sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten ergeben

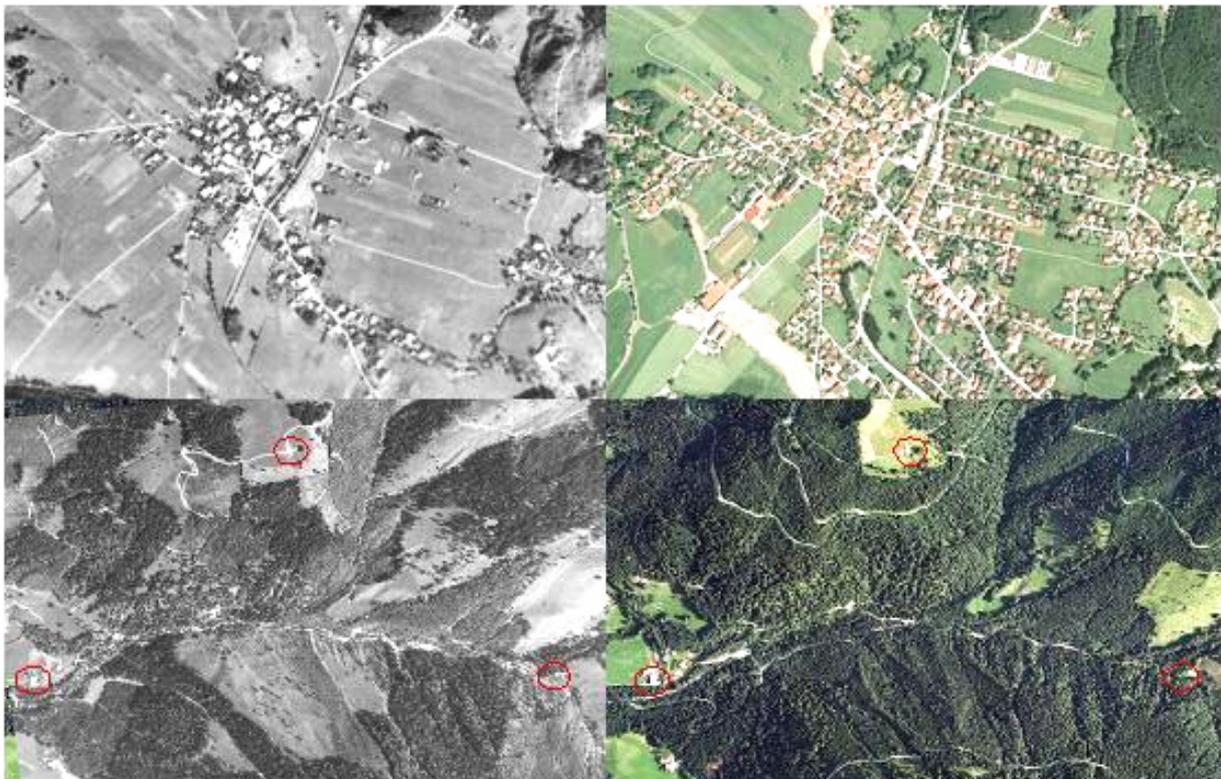
haben. Somit gibt es heute, verglichen mit dem Zeitpunkt der ursprünglichen Verbauung, ganz andere Rahmenbedingungen für Schutzstrategien. Wichtige Beispiele hierfür sind:

Bereich Natur und Umwelt:

- intensiver Schutz für Pflanzen und Tiere durch z.B. bayerische Biodiversitätsstrategie; Naturschutz-, FFH-, Landschaftsschutzgebiete, Nationalparks
- veränderte Bodennutzung in alpinen Einzugsgebieten (z.B. Wiederbewaldung, Schipisten, Almwirtschaft, Tourismus, Sturmschäden, Lawinenschäden, Schutzwaldsanierung, ...)
- höhere Anforderungen an den Antransport von Baumaterial, Bau von Erschließungswegen

Bereich Technik

- Verfügbarkeit längerfristiger Grundlagendaten
- neue Berechnungsmethoden (z.B. Niederschlags-Abfluss-Modelle, Geschiebetransportberechnungen, ...)
- neue Bauweisen (z.B. Seilnetzkonstruktionen, Rechenbauwerke) oder neue Bauverfahren (z.B. flexible Baumaschinen, Fertigteile)



**Fig. 2** Veränderung im Einzugsgebiet: Siedlung, Wiederbewaldung, Bsp. Kaltenbach, links 1945, rechts 2006

**Fig. 2** change in catchment area: settlement, reforestation, example Kaltenbach, left 1945, right 2006

Bereich Staat:

- neue rechtliche Anforderungen, z.B. EG-Wasserrahmenrichtlinie und EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
- verstärkte Vergabe von Planungs- und Bauleistungen
- umfangreiche Unterhaltungs- und Sanierungsaufgaben infolge eines hohen Bauwerksbestandes
- Übergang von einer Eingriffsverwaltung hin zu einer Leistungsverwaltung

## Bereich Gesellschaft

- andere Erschließungsmöglichkeiten und Nutzungsansprüche in den stark gewachsenen Siedlungsgebieten
- gesteigertes Schutzbedürfnis bei gleichzeitig höheren Werten und Verletzlichkeit
- Konkurrenz für das Thema Naturgefahren in der öffentlichen Wahrnehmung

## **HEUTIGE SITUATION**

Diese heute stark geänderten Randbedingungen treffen auf einen immens großen Bestand an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung. In den letzten Jahren wurden in Bayern systematisch alle Wildbachbauwerke erfasst, kartiert und eine erste überschlägige Zustandsbewertung vorgenommen. In den weit über 100 Jahren Wildbachverbauung ist hier ein großes Anlagevermögen entstanden: insgesamt rund 45.000 Schutzbauwerke, davon allein rund 15.000 Sperren, sind erfasst worden, von denen zahlreiche in den nächsten Jahren das Ende Ihrer Lebensdauer erreichen werden und zur Sanierung oder gar zum Neubau anstehen werden.

Dem steht gegenüber eine flächendeckende Erfassung aller noch bestehenden Schutzdefizite für Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen. Diese Arbeit ist noch nicht abgeschlossen, aber es zeichnet sich auch hier ein sehr großer weiterer Bedarf an Schutzkonzepten bzw. Risikomanagement im bayerischen Alpenraum ab. Bisher wurden über 200 Vorhaben mit hoher und mittlerer Priorität ermittelt, welche Investitionskosten im dreistelligen Millionenbereich nötig machen.

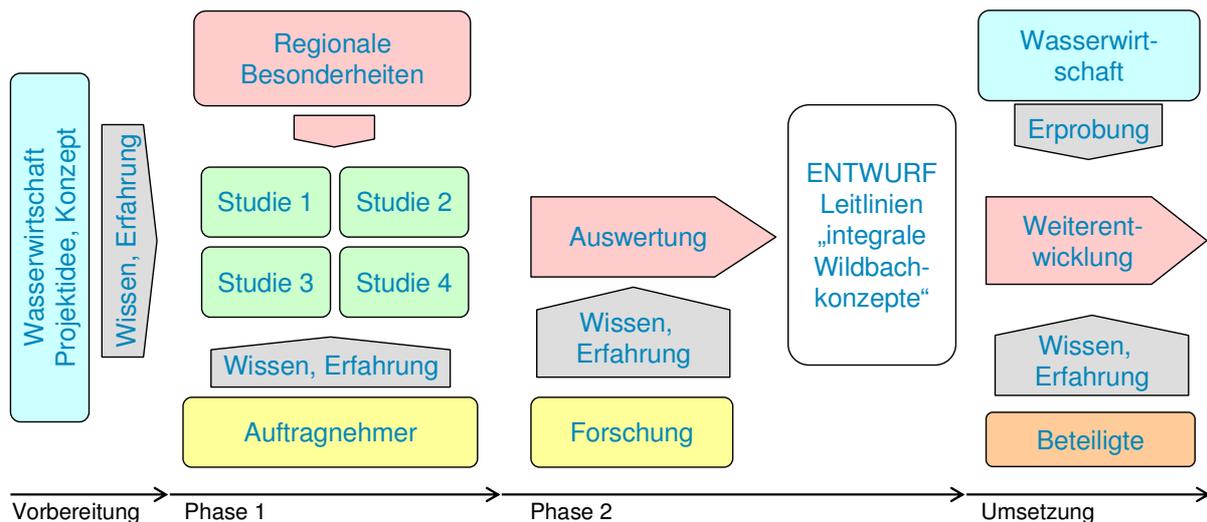
Damit steht die Wildbachverbauung in Bayern in den nächsten Jahren und Jahrzehnten vor großen Herausforderungen, nämlich zum einen den Bestand, oder zumindest das vorhandene Schutzniveau, zu erhalten und auf der anderen Seite die umfangreichen nach wie vor bestehenden Schutzdefizite zu begleichen. Zudem steht die Öffentlichkeit staatlichen Planungen heute sehr kritisch gegenüber. Daher müssen diese auf dem Stand der Technik beruhen und mit modernen Methoden erarbeitet werden. Um hier optimale Synergien zu nutzen, nachhaltige Lösungen zu erzielen und das strategische Vorgehen zu optimieren erschien eine Gesamtüberprüfung und Neuausrichtung des derzeitigen Vorgehens geboten. Dazu wurde ein umfangreiches Pilot- und Forschungsprojekt ins Leben gerufen.

## **FORSCHUNGSPROJEKT**

In mehreren Workshops mit Beteiligung von Kolleginnen und Kollegen aus verschiedenen Verwaltungsebenen wurden die Fragestellungen, Vorgaben und die Eckpunkte für das Forschungsprojekt erarbeitet. Das Projekt gliedert sich in zwei Phasen:

In einer ersten Projektphase sollten vier Wildbacheinzugsgebiete von Ingenieurbüros „unvoreingenommen“ untersucht werden und Varianten für die künftige Optimierung der Unterhaltung und eines evtl. sinnvollen Ausbaus erarbeitet werden. Diese Studien liegen inzwischen vor.

Die Ergebnisse dieser Pilotstudien sollen in der künftigen zweiten Phase des Projektes auf wissenschaftlicher Basis kritisch hinterfragt, überprüft und bewertet werden. Ziel dieser Phase ist einen Leitfaden auszuarbeiten, nach dem künftig Wildbacheinzugsgebiete in Bayern umfassend untersucht und nach integralen, anpassungsfähigen und zukunftsweisenden Risikomanagementansätzen gesucht werden soll.



**Fig. 3** Aufbau Forschungsprojekt

**Fig. 3** structure research project

Die wesentlichen neuen Ansätze und Aspekte im Vorgehen sind:

- auch provokante Fragen sollen gestellt und betrachtet werden, um zu einer Optimierung der Unterhaltungsstrategie hinsichtlich Finanzen, Personal, Technik und Dauerhaftigkeit zu kommen. Solche sind z.B. „Was passiert, wenn die Bauwerke nicht mehr unterhalten und saniert werden?“, „Ist eine neue große Sperre kosteneffizienter als viele kleine Sperren?“, ...
- eine Kombination aus Unterhaltung/Sanierung mit ggf. (auch künftig) erforderlichem Neubau/Ausbau von Schutzmaßnahmen soll von vorneherein betrachtet werden.
- bereits stattgefundenene und mögliche künftige Entwicklungen, wie Nutzungsänderungen, Tourismus, Ökologie, Land- und Fortswirtschaft... (nicht nur Klimawandel!) sollen mit in Erwägung gezogen werden und ggf. berücksichtigt werden; dies dient auch einer Art Sensitivitätsanalyse des Schutzsystems „Was würde passieren, wenn ...?“
- insgesamt sollen flexible und anpassungsfähige Schutzkonzepte unter Beteiligung aller wichtigen Beteiligten und Betroffenen erarbeitet werden.
- die neuen und wissenschaftlich abgesicherten Ansätze sollen in einem Leitfaden „Weg zu integralen Wildbach Entwicklungskonzepten“, mit Empfehlungen für geeignete Methoden und Instrumente zusammengefasst werden

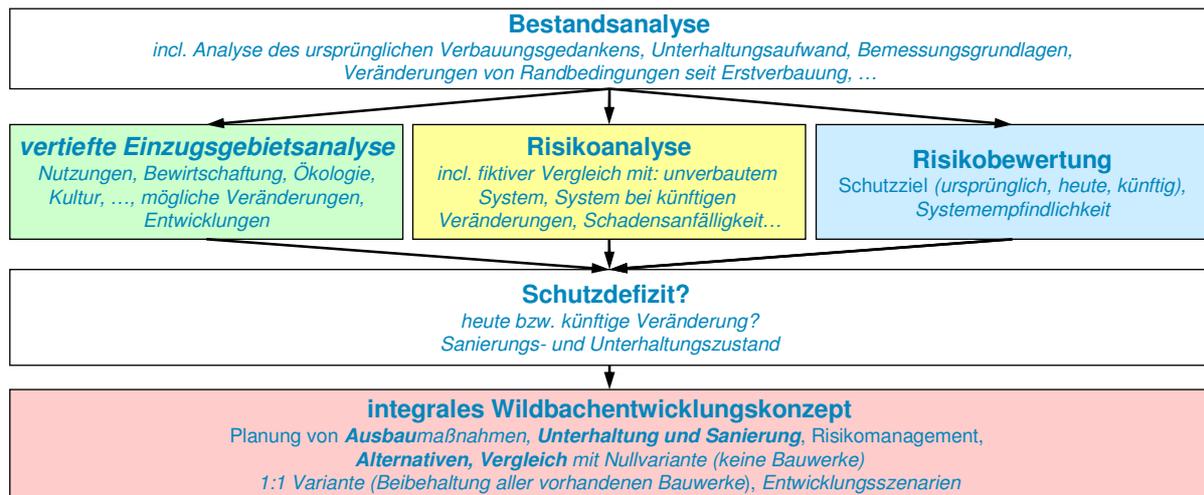
Insgesamt betrachten wir vor allem die Kombination aus bestehenden und neuen Elementen zu einem integralen holistischen und nachhaltigen Masterplan für ein gesamtes Einzugsgebiet als Meilenstein hin zu einer neuen modernen Strategie.

### **VORGABEN FÜR PILOTSTUDIEN UND „MODERNE SCHUTZSTRATEGIE“**

Zeitgemäße Schutzstrategien müssen künftig noch stärker den sich wie oben dargestellt, ständig verändernden Anforderungen gerecht werden. Daher wird es unabdingbar, künftig noch intensiver als bisher auf integrale und vor allem anpassungsfähige Strategien zu setzen.

Um zu wirkungsvollen Schutzstrategien zu gelangen müssen neben historischen und praktischen Erfahrungen auch die Erkenntnisse aus aktuellen Forschungen und Entwicklungen in die Abwägung und Lösungsfindung mit einfließen.

Unsere Vision für moderne ganzheitliche Schutzstrategien kann durch folgende erste Eckpunkte zu den angestrebten „Leitlinien für die Aufstellung integrale Wildbachentwicklungskonzepte“ umrissen werden:



*kursiv: neue Elemente bzw. verstärkte und vertiefte Betrachtung*

**Fig. 4** Struktur der Pilotstudien

**Fig. 4** structure of the pilot studies

Allgemein:

- den Rahmen für das Vorgehen bildet das Risikokonzept (PLANAT (2009))
- auch bei punktuellen (Ausgangs-)Problemen sollte in der Regel das gesamte Einzugsgebiet betrachtet werden
- mögliche oder absehbare künftige Veränderungen sollen in Form von Szenarien in die Überlegungen mit einbezogen werden
- die Beteiligten und Betroffenen sollen eng in den Diskussionsprozess eingebunden werden und wo möglich auch selbst einen Teil der Verantwortung übernehmen
- zur erfolgreichen Umsetzung soll ein enger Schulterschluss zwischen Wissenschaft, Verwaltung und Praxis erreicht werden

Risikoanalyse:

- das Gesamtsystem (zugrundeliegende Schutzstrategie, Randbedingungen, ...) sollte grundsätzlich komplett überprüft werden
- ein fiktiver Zustand ohne Verbauung sollte mit betrachtet werden, um die Wirkung und Relevanz der vorhandenen Verbauung vor dem Hintergrund veränderter Randbedingungen abschätzen zu können

Risikobewertung:

- die Definition von Schutzzielen soll in einem Risikodialog zusammen mit allen Betroffenen erarbeitet werden; hierbei sollen differenzierte Schutzziele bezogen auf die Nutzungen und Gefahrenprozesse risikobasiert definiert werden und keine pauschalen Standardlösungen verwendet werden
- aktuelle und voraussichtliche Entwicklungen sind mit zu berücksichtigen

Maßnahmenplanung:

- Ziel ist eine Maßnahmenkombination aus den unterschiedlichen Feldern des integralen Risikomanagements, um „weiche“ und damit anpassungsfähige und nachhaltige Gesamtkonzepte zu erreichen
- nur eine Optimierung des Schutzsystems auf mehrere Ziele hin kann eine nachhaltige Gesamtlösung bewirken. Bezüglich des Personal- und Finanzaufwandes sollen die Kosten für künftige Unterhaltung und erforderliche Anpassungen einbezogen werden
- die Betrachtung des Überlastfalls soll elementarer Bestandteil der Vorgehens werden

## ERSTE ERGEBNISSE DER PILOTSTUDIEN

Auch für die Auftragnehmer waren die Anforderungen an die Pilotstudien hoch. Keiner hat bisher eine ähnlich komplexe Fragestellung, ausgehend von historischen Analysen des Verbauungsgedankens über die Betrachtung eines fiktiven verbauungsfreien Zustandes bis hin zur Berücksichtigung künftiger Nutzungs- und Klimaveränderungen bearbeitet.

Für die Bearbeitung der Pilotstudien wurden vier sehr unterschiedliche Einzugsgebiete aus dem bayerischen Alpenraum ausgewählt. Die wichtigsten Gebietsdaten sind in **Tab. 1** zusammengestellt.

**Tab. 1** Übersicht Einzugsgebiete

**Tab. 1** overview data of the catchment areas for pilot studies

	TS	KE				RO	WM	
<b>Name</b>	Kaltenbach	Hirschberg (3 kleine EG)	Vorderh. Dorfbach	Zillenbach	Hirschbach	Giessen- bach	Große Laine	
<b>Gmd.</b>	Unter- wössen	Bad Hindelang	Bad Hindelang	Bad Hindelang	Bad Hindelang	Kiefers- felden	Ober- ammergau	
<b>Fläche</b>	6,6	5,8	1,4	1,6	2,8	20	10	km <sup>2</sup>
<b>Bauwerke</b>	164	575	140	205	230	170	332	Stück
<b>HQ100</b>	42		14	27	35	80	42	m <sup>3</sup> /s
<b>Niederschlag</b>	2100	1900				1600	1470	mm
<b>Wald</b>	83	50	k.A.	70%	65%	70	70	% EG Fläche
<b>Höhe max.</b>	1742	1651	1540	1570	1644	1700	1682	müNN
	590		860	900	800			
<b>max. Fließlänge</b>	5	3,5				9,4	6,8	km
<b>Gerinnelänge</b>			6,3	7,52	10,64	63	21,5	km

Die Ergebnisse müssen erst noch weitergehend ausgewertet und darauf geprüft werden, ob sie zu verallgemeinern sind. Dennoch sollen hier einige wichtige erste und vorläufige Ergebnisse der Pilotstudien dargestellt werden:

- In allen Studien wurden bisher in Bayern nicht verwendete Verfahren und Methoden angewandt, die im weiteren verglichen und beurteilt und in die Weiterentwicklung unserer Strategie eingearbeitet werden können.
- Teilweise wurden mit verschiedenen Verfahren sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt, welche in der wissenschaftlichen Auswertung näher untersucht werden müssen.
- In manchen Fällen wurde in den Studien trotz enger Vorgaben sehr unterschiedlich vorgegangen, was die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar macht.
- Es wurden sehr starke Veränderungen in den Einzugsgebieten festgestellt (neben deutlicher Zunahme der Besiedelung auch sehr starke Veränderungen in der Bewaldung), die das Schutzsystem stark beeinflussen und in dem Ausmaß bisher nicht bewusst waren.
- Die Betroffenen und Gemeinden wurden in der Phase der Pilotstudien, mit sehr experimentellem Charakter, nicht eingebunden. Daher konnten keine relevanten künftigen Entwicklungen bei Nutzungen, Tourismus u.a. erkannt und einbezogen werden.
- Betrachtungen über den Bemessungsfall des HQ<sub>100</sub> hinaus liefern wichtige Erkenntnisse zu Restrisiken, möglichen Kippunkten des Systemverhaltens und zeigen somit auf, wie bei evtl. künftigen Veränderungen oder bei notwendigem Neubau zukunftsweisend reagiert werden könnte.
- In allen Einzugsgebieten wurden „entbehrliche“ Bauwerke identifiziert, die nach heutigen Standards und Anforderungen nicht mehr oder nicht mehr in der Art und Weise benötigt werden, ohne dass bei einer Auflassung das derzeit vorhandene Schutzniveau verringert würde.
- Insofern ist die 1:1 Sanierung (Unterhaltung und ggf. Wiederaufbau aller vorhandenen Bauwerke in der bisher bestehenden Form) nie das Mittel der Wahl für eine nachhaltige Lösung
- Teilweise können die reinen Unterhaltungskosten bei Beschränkung auf die notwendigen Bauwerke gegenüber der 1:1 Unterhaltung aller Bauwerke mehr als halbiert werden

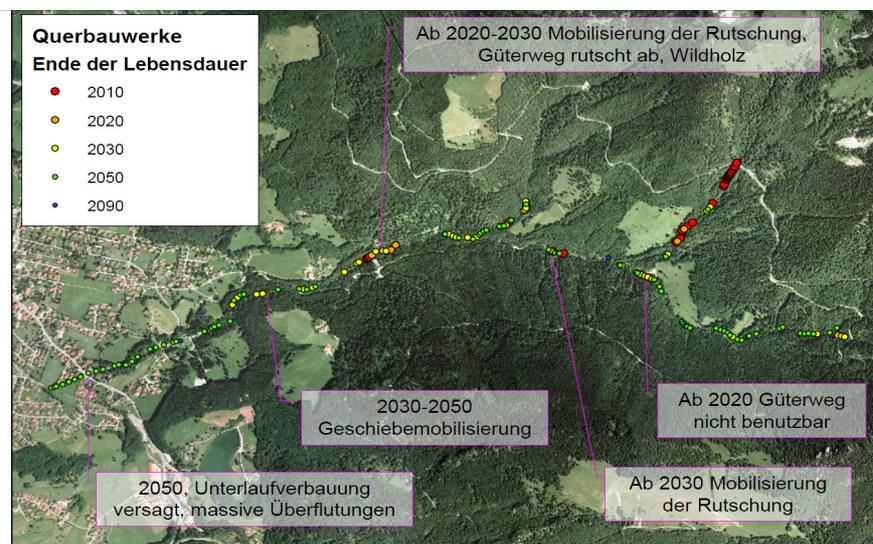
(Einzelergebnisse, noch nicht verallgemeinerbar!). Damit kann Spielraum für die Fülle der anstehenden Aufgaben geschaffen werden.

- In allen Einzugsgebieten besteht aus heutiger Sicht Anpassungsbedarf im Bereich aufgedeckter Schwachstellen oder im Sinne einer Optimierung des Gesamtsystems

Darüber hinaus gab es einige interessante Einzelergebnisse, die bzgl. ihrer Übertragbarkeit noch überprüft werden müssen. Beispielhaft sollen hier einige wiedergegeben werden:

Im Einzugsgebiet des Kaltenbach (vgl. **Tab. 1**) ist eine starke Zunahme des Waldes in den letzten Jahrzehnten zu verzeichnen (vgl. **Fig. 2** unten). Viele erosionsgefährdete Bereiche haben sich demzufolge stabilisiert. Vor allem in den Oberläufen sind Bauwerke entbehrlich geworden. Potenzielle Folgen eines fiktiven sog. „Nullszenarios“ (kein weiterer Unterhalt und Sanierung von Bauwerken mehr) wurden anschaulich in einem Einzugsgebietsüberblick dargestellt (vgl. **Fig. 5**).

Zahlreiche Bauwerke sind entbehrlich, ohne das Schutzniveau zu beeinträchtigen. Damit können die Unterhaltungskosten mehr als halbiert werden. Defizite bestehen vor allem bei der Bewältigung des Überlastfalles. Dazu wurden Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet.



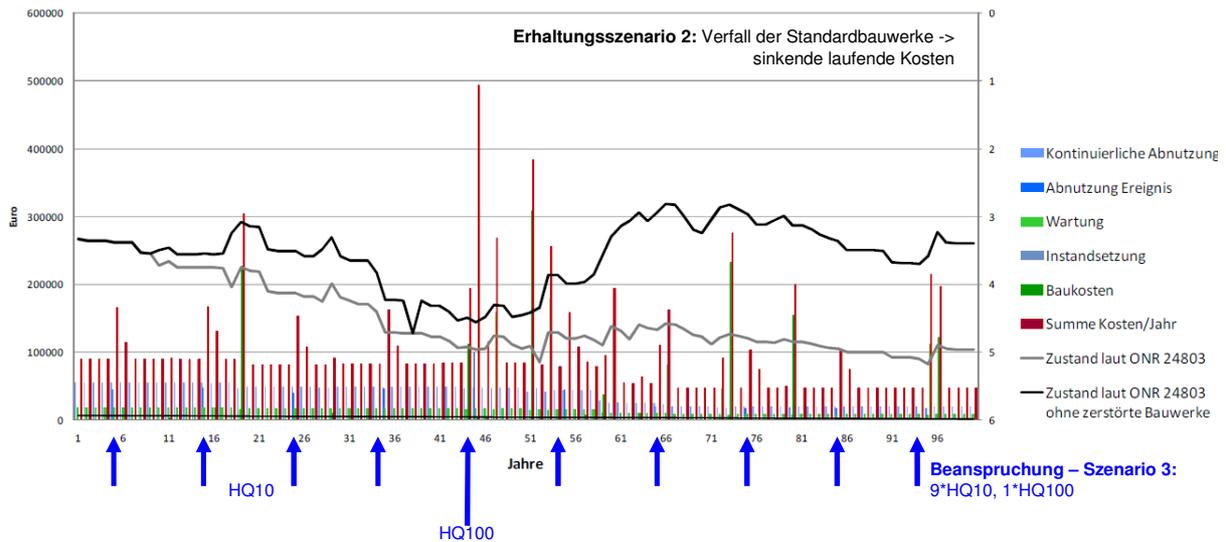
**Fig. 5** Entwicklung bei fiktiver „Nullreferenz“ (keine Unterhaltung und Sanierung der Bauwerke), Bsp. Kaltenbach (vgl. WWA TS, 2011)

**Fig. 5** future development virtual „zero-reference“ (no more maintenance and reconstruction of the structures), example Kaltenbach (see WWA TS, 2011)

Am Beispiel des Giessenbaches wurden detaillierte zeitlich differenzierte Betrachtungen der Kostenentwicklung vorgenommen. Eine längerfristige Betrachtung von laufenden Kosten und dem Bauwerkszustand zeigt **Fig. 6**. Als eines von vier Beanspruchungsszenarios wurde hier betrachtet, dass im Gesamtzeitraum (100a) 9 kleinere Ereignisse (HQ10) und ein Großereignis (HQ100) auftreten. Die Ergebnisse der anderen Beanspruchungsszenarios unterscheiden sich davon nur gering (z.B. ein Bemessungereignis bzw. Extremereignis im Betrachtungszeitraum oder nur 10 kleinerer Ereignisse (HQ10)).

Hier wurde das Erhaltungsszenario „Verfall der Standardbauwerke und Erhalt der Schlüsselbauwerke“ betrachtet. Deutlich ersichtlich ist, dass die laufenden Kosten sich mit der Zeit verringern, wenn weniger Bauwerke vorhanden sind, die unterhalten werden müssen.

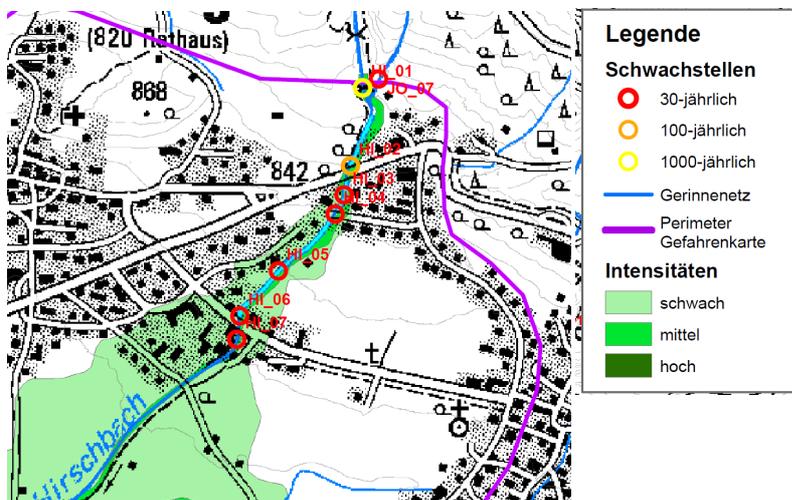
Auch in diesem Einzugsgebiet sind, auch bei Beibehaltung des derzeitigen Schutzniveaus, zahlreiche Bauwerke entbehrlich. Allerdings ist hier der Schwemmkegel im Unterlauf nicht besiedelt, was für den Bayerischen Alpenraum eher untypisch ist.



**Fig. 6** Entwicklung laufende Kosten, Bsp. Verfall Standardbauwerke, Erhalt Schlüsselbauwerke (vgl. WWA RO, 2011)

**Fig. 6** running expenses, example decay of standard structures, preservation key structures (see WWA RO, 2011)

In den drei kleineren Einzugsgebieten bei Bad Hindelang sind Murereignisse prägend. Es wurden zahlreiche Defizite und Schwachstellen in der bisherigen Verbauung herausgearbeitet. Eine wertvolle und aufschlussreiche Darstellung ist die Karte der Schwachstellen (vgl. **Fig. 7**) auf Basis der Schwachstellenanalyse. Dort werden die kritischen Punkte identifiziert, welche bei unterschiedlicher Ereignishäufigkeit auftreten. Für eine Einsatz- und Evakuierungsplanung ist dies eine elementare Grundlage und sollte in keiner Gemeinde fehlen.



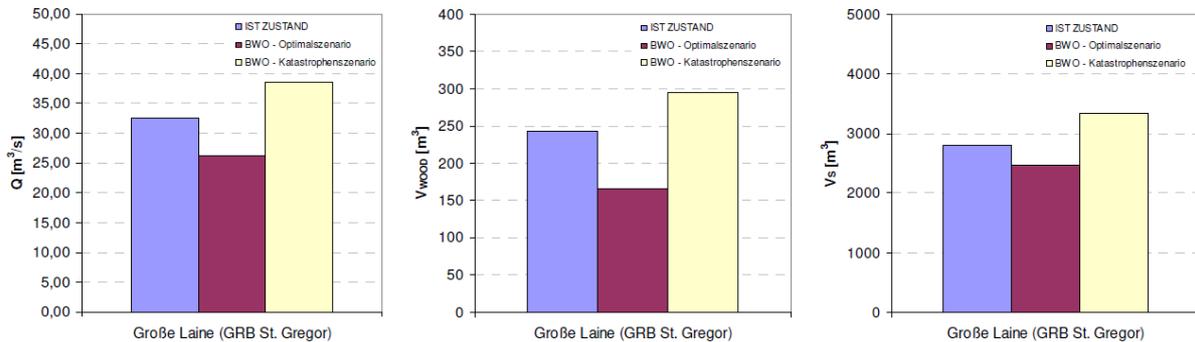
**Fig. 7** Darstellung von Schwachstellen und Intensitäten im Bachsystem, Bsp. Hirschberg (vgl. WWA KE, 2011)

**Fig. 7** clear illustration of weak points and intensity in the torrent system, example Hirschberg (see WWA KE, 2011)

Für das Einzugsgebiet der Großen Laine wurde herausgearbeitet, dass durch eine optimale Waldentwicklung (gestufter, verjüngter Mischwald mit verträglicher Beweidung und angemessenem Wildbestand) die heutigen Abfluss- und Feststofftransportwerte um 10-30% reduziert werden können, wohingegen sie sich bei einem Katastrophenszenario (großflächige Sturmschäden mit anschließendem Borkenkäferbefall) um eine ähnliche Größenordnung erhöhen würden (vgl. Fig. 8).

Hier bestehen noch umfangreiche Schutzdefizite, so dass das Gemeindegebiet von Oberammergau bei einem HQ<sub>100</sub> noch stark gefährdet ist. Der weitere Ausbaubedarf ist immens. Insofern steht hier die

Frage der Unterhaltung nicht so sehr im Mittelpunkt. In den Oberläufen wurden von den 332 Bauwerken rund 10-15% als entbehrlich identifiziert. In diesem Fall ist die Kosteneinsparung im Rahmen der Unterhaltung aber nur gering.



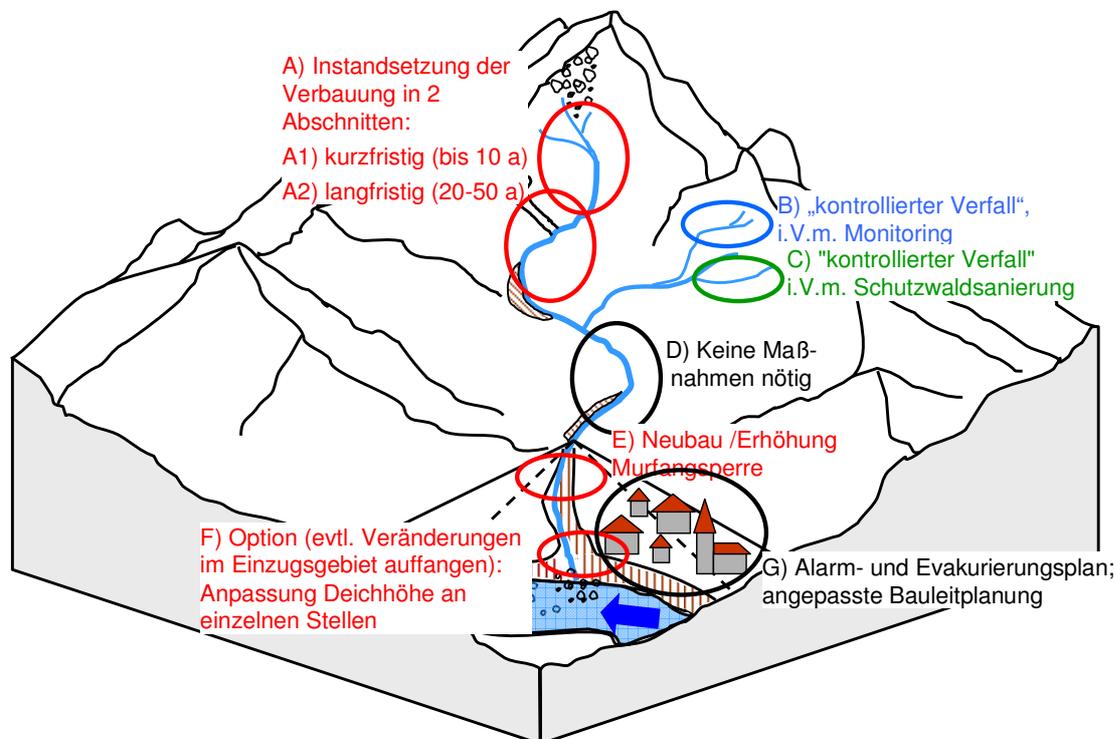
**Fig. 8** Auswirkung Waldentwicklungsszenarios auf Abfluss (links), Holz- (mitte) und Geschiebevolumen (rechts); linke Säule: IST, mittlere Säule: optimale Waldentwicklung, rechte Säule: Kalamitätsszenario (vgl. WWA WM (2011))

**Fig. 8** effect of forest development scenarios on discharge (left), wood (middle) and bed load (right); left column: actual situation, middle column: optimum forest development, right column: calamity scenario (see WWA WM (2011))

## FAZIT, AUSBLICK

Die Ergebnisse der Pilotstudien sind sehr vielversprechend. Sie bilden eine hervorragende und breite Grundlage für die Auswertung und die Aufstellung von Leitlinien zur „Erarbeitung integraler Wildbachentwicklungskonzepte“ durch die TU München.

Die Auswertung der Studien und Ausarbeitung der Leitlinien soll ab Ende 2011 beginnen und wird rund 1-2 Jahre in Anspruch nehmen.



**Fig. 9** Schemabeispiel von Elementen eines integralen Wildbachentwicklungskonzeptes

**Fig. 9** schematic example of elements in a integral torrent development concept

Derzeit haben wir folgende Vorstellung zu unserer künftigen Wildbachstrategie:

- Nach der Aufnahme und Erstbewertung aller Wildbachbauwerke in Bayern wird eine Priorisierung der anstehenden Unterhaltungs- und Sanierungsaufgaben durchgeführt werden.
- Für umfangreichere Arbeiten und größere Einzugsgebiete sollen dann integrale Wildbachentwicklungskonzepte nach den im Projekt zu erarbeitenden Leitlinien aufgestellt werden.
- Dieses integrale Wildbachentwicklungskonzept bildet dann die Grundlage aller Arbeiten im Einzugsgebiet für die nächsten Jahrzehnte und zwar für Unterhaltung/Sanierung und möglichen weiteren Ausbau. **Fig. 9** zeigt beispielhaft, aus welchen Elementen solche Entwicklungskonzepte bestehen könnten. Insbesondere bietet das Konzept auch eine hervorragende Vorbereitung auf die Phase des Wiederaufbaus nach einem möglichen Hochwasserereignis. Dann muss nämlich häufig in kurzer Zeit über den reinen Wiederaufbau oder mögliche und notwendige Anpassungen entschieden werden. Nur wenn eine fundierte Analyse bereits vorhanden ist, kann diese kurze aber sehr große Chance zur Verbesserung der Resilienz des Schutzsystems genutzt werden.
- Selbstverständlich müssen auch die Integralen Wildbachentwicklungskonzepte bei größeren Veränderungen oder in gewissen Zeitabständen angepasst und fortgeschrieben werden.

## LITERATUR

- OBB (1955): „Hochwasserschutzmaßnahmen in Südbayern - Alpenplan“. Oberste Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern, Eigenverlag, Dezember 1955
- StMUG (2003): „Schutz vor Hochwasser in Bayern- Strategie und Beispiele“. Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Eigenverlag, Juni 2003
- PLANAT (2004): „Strategie Naturgefahren Schweiz - Synthesebericht“. Nationale Plattform Naturgefahren, November 2004, <http://www.planat.ch>
- PLANAT (2009): „Risikokonzept für Naturgefahren - Leitfaden; Teil A: Allgemeine Darstellung des Risikokonzepts“. Nationale Plattform Naturgefahren, vorläufige Version Februar 2009, <http://www.planat.ch>
- WWA KE (2011): „Bad Hindelang – integrales Wildbachsanierungskonzept“, Technischer Bericht, Studie im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Kempten, unveröffentlicht
- WWA WM (2011): „Pilotstudie integrales Wildbachsanierungskonzept Große Laine“, Technischer Bericht, Studie im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim, unveröffentlicht
- WWA RO (2011): „Erhaltungskonzept Giessenbach“, Technischer Bericht, Studie im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Rosenheim, unveröffentlicht
- WWA TS (2011): „Integrales Wildbachsanierungskonzept für den Kaltenbach, Gmd. Unterwössen, Lk. Traunstein“, Technischer Bericht, Studie im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein, unveröffentlicht