

Schutz vor Wildbachgefahren = Systemingenieurwesen?

Andreas Rimböck

Zusammenfassung

Im Rahmen der Wildbachverbauung bzw. des integralen Schutzes vor Wildbachgefahren hat man es mit folgenden Hauptsystemen zu tun:

- dem (natürlichen) Wildbachsystem
- dem (vom Menschen erschaffenen oder noch zu erschaffenden) Schutzsystem
- dem Gesellschaftssystem, d.h. die gesellschaftlichen, politischen, rechtlichen Rahmenbedingungen

Zur Bewältigung der großen künftigen Herausforderungen sind die Wechselwirkungen und Zusammenhänge innerhalb der einzelnen Systeme, aber auch zwischen den Systemen relevant und zu berücksichtigen. Hier können Ansätze des Systemingenieurwesens die gängigen Ansätze sinnvoll ergänzen. Wichtige Bausteine daraus sind:

- das Lebensphasenmodell – Betrachtung des Systems und seiner Elemente von der Initiierung bis zum Verfall oder der Erneuerung
- ein dauerhaftes begleitendes Qualitätsmanagement, das auch den Betrieb verbessert

Solche Ansätze finden nach und nach Eingang in die Bayerische „Wildbachpraxis“, was an folgenden Beispielen erläutert wird:

- Die Ausarbeitung eines fachlichen Standards für die Gefahrenanalyse – im Sinne eines Qualitätsmanagements
- die Erstellung von integralen Wildbachentwicklungskonzepten (IWEK) für größere und komplexe Systeme, im Sinne einer systemischen Betrachtung der Hauptsysteme auch vor dem zeitlichen Kontext

Für einen weiteren Erfolg muss aber das Denken und Arbeiten in Systemen „gelebt“ werden.

1 Einführung, Aufgabenstellung

In der Wildbachverbauung sehen wir uns mit großen Herausforderungen konfrontiert. Als neue gesetzliche Aufgabe sollen Wildbachgefährdungsbereiche ermittelt werden. Im Rahmen einer bayernweiten Gesamtaufnahme wurde ein sehr großer Bedarf an Investitionen in weitere Schutzmaßnahmen mit hoher Priorität ermittelt. Daneben müssen rund 50.000 bereits vorhandene Schutzbauwerke unterhalten und kurz- bis mittelfristig saniert werden und das bei begrenzten finanziellen Ressourcen und sinkendem Personalstand.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich im alpinen Raum die „Sicherheitsinfrastruktur“, also der umfangreiche Bestand an Schutzmaßnahmen, und die Siedlungs- und Wirtschaftstätigkeit stark gegenseitig beeinflusst haben. Vielerorts ist die heutige (Bebauungs- und Nutzungs-)Situation erst durch die Schutzmaßnahmen möglich geworden. Bei der Konzeption von Schutzmaßnahmen hat sich in den letzten Jahrzehnten ein Strategiewechsel vollzogen: „von der Gefahrenabwehr zur Risikokultur“ (PLANAT (2005)). Damit soll beschrieben werden, dass früher im Schutz vor Naturgefahren eher eine „lineare Strategie“ auf Basis eines einfachen Maßnahmen-Wirksamkeits-Modells verfolgt wurde (z.B. hier ufert der Bach manchmal aus, d.h. hier brau-

chen wir höhere Deiche). Aufgrund der Einsicht in die Grenzen von Schutzmaßnahmen („Überlastfall“), der begrenzten Ressourcen und einer möglichst nachhaltigen ganzheitlichen Schutzkonzeption wurde die strategische Weiterentwicklung zu einem integralen Risikomanagement nach und nach vollzogen. Elementare Neuerungen sind die Zielvorstellung, die Risiken bestmöglich zu reduzieren (nicht mehr die Gefahren zu beseitigen) und die Einbeziehung vieler Beteiligter, die alle zum Ziel beitragen können. Damit entstehen schon komplexere systemische Risikomanagementlösungen, da zahlreiche Einzelmaßnahmen unterschiedlicher Beteiligter auch in Ihrem Zusammenwirken betrachtet werden müssen.

Vor dem Eindruck der großen Zukunftsaufgaben stellt sich jedoch die Frage, ob dieser Schritt zum integralen Risikomanagement schon ausreichend ist bzw. wie man bestmöglich zu solch integralen Lösungen kommt und sie vor allem sinnvoll betreibt und künftig anpasst. Offene Fragen gibt es vor allem auf der Seite des Managements von Systemen, beginnend mit der Systemkonzeption, -planung, -realisierung und aber dann vor allem auch des Betriebs, der Sicherstellung der Funktionen zu jedem Zeitpunkt und dem Umgang mit den Elementen am Ende ihrer Lebensdauer. Mit welchen Strategien und Instrumenten können diese Herausforderungen gemeistert werden? Hier wird die These aufgestellt, dass uns das Systemingenieurwesen hier deutlich weiterhelfen kann, wir aber auch schon einige Grundprinzipien dieses Ansatzes tatsächlich realisieren.

2 Systeme im Zusammenhang mit dem Schutz vor Naturgefahren

Im Folgenden wird „System“ als Gesamtheit von Elementen bezeichnet, die so miteinander verbunden sind und interagieren, dass sie als eine aufgaben-, sinn- oder zweckgebundene Einheit angesehen werden können. Beim integralen Schutz vor Wildbachgefahren hat man es mit drei Hauptsystemen zu tun:

- Dem (natürlichen) **Wildbachsystem**, d.h. das Einzugsgebiet mit seinen Charakteristika und Rahmenbedingungen
- Dem (vom Menschen erschaffenen oder noch zu erschaffenden) **Schutzsystem**, d.h. die Summe aller Schutzmaßnahmen in ihrem Zusammenwirken
- Dem **Sozialen System**, d.h. die gesellschaftlichen, politischen, rechtlichen Rahmenbedingungen für alle Maßnahmen und Eingriffe des Menschen

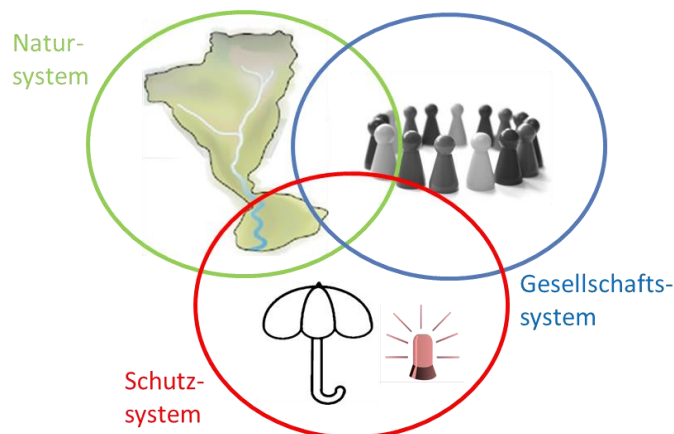


Abb. 1 „Systeme“ im Zusammenhang mit Schutz vor Wildbachgefahren (eig. Abb)

Jedes System für sich ist komplex und geprägt von Wechselwirkungen zwischen seinen einzelnen Elementen. Die folgenden Ausführungen können diese Zusammenhänge nur exemplarisch anreißen: Im **natürlichen Wildbachsystem** prägen beispielsweise die geologische Charakteristik, die vorhandene Vegetation, die Topographie entscheidend die im Wildbach auftretenden Leitprozesse. Diese Zusammenhänge sind nicht einfach zu erfassen. Zur Beschreibung der Zusammenhänge im Rahmen einer Gefahrenanalyse bedient man sich einer Reihe von Modellen (vgl. Abb. 2). Einige davon werden nur implizit im Rahmen der Grundüberlegungen angewandt und es wird nicht explizit mit einem mathematischen oder physikalischen Modell gerechnet. Ausgangspunkt ist heutzutage häufig ein nach Kienholz (2005) konzipiertes Dispositionsmodell.

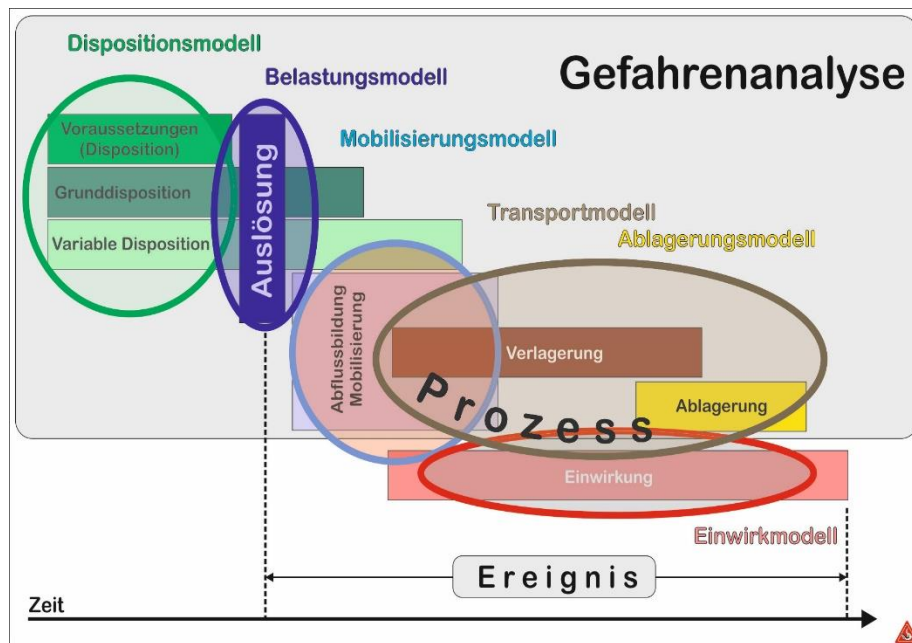


Abb. 2 „Modellkette“ zur Ermittlung der Gefahren in Wildbacheinzugsgebieten (Quelle: BOKU aus Rimböck et al (2013))

Moderne integrale **Schutzsysteme** beinhalten zahlreiche Einzelmaßnahmen unterschiedlichster Verantwortlicher mit differenzierten Zielsetzungen. Noch relativ einfach sind die Zusammenhänge, wenn im Rahmen der Risikovermeidung bekannte gefährdete Bereiche künftig von schadensanfälliger Nutzung vorbeugend freigehalten werden und bereits bestehende und gefährdete Siedlungsgebiete mit permanenten Schutzmaßnahmen geschützt werden. Komplexer sind da schon die Interaktionen, wenn moderne temporäre Schutzanlagen (mobile Hochwasserschutzwände) einbezogen werden: eine zuverlässige Vorhersage der Hochwasserwelle löst den Alarm aus. Im gemeindlichen Alarm- und Einsatzplan werden die erforderlichen Kräfte mobilisiert, die die Abläufe im Ereignisfall und den Aufbau auch regelmäßig üben müssen. Die Einsatz- und Organisationskette muss gut durchdacht sein, damit alles reibungslos funktioniert.

Alle Schutzsysteme werden im Kontext der dahinter stehenden **Sozialen Systeme** entwickelt: Eine Gemeinschaft (Staat, Land, Gemeinde) hat ein bestimmtes Interesse an Schutz vor Naturgefahren. Sie ist dabei gebunden z.B. an das politische System, die ausgearbeiteten Gesetze und Regelungen der Verantwortung, Verwaltungsabläufe, technische Regeln und Ressourcen. Diese Prägung ist auch ein Ergebnis der kulturgeschichtlichen Entwicklung der betroffenen Gesellschaft.

3 Interaktionen zwischen den Systemen

Neben den systeminternen Interaktionen der Elemente sind aber auch Rückkopplungen und intensive gegenseitige Beeinflussungen der drei Systeme untereinander zu identifizieren. Diese Überschneidungen können in einer ersten Annäherung durch drei wesentliche Dimensionen beschrieben werden:

- die räumlich - physikalische Dimension
- die sozial - gesellschaftliche Dimension
- die zeitliche Dimension

Räumliche Zusammenhänge bestehen beispielsweise zwischen dem Sammelgebiet eines Wildbacheinzugsgebietes (Belastungssystem) und dem Siedlungsbereich auf dem Schwemmkegel (Auswirkungssystem). Die „verbindenden Prozesse“ sind im wesentlichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten unterworfen.

Komplexer sind schon die **sozial-gesellschaftlich geprägten Zusammenhänge**: die Gesellschaft weist kulturell geprägte Wertvorstellungen auf und hat eine historische Entwicklung durchlaufen. Diese bestimmen neben anderen Faktoren auch das Ausmaß des Schutzbedürfnisses. Die Realisierung von Schutzmaßnahmen, welche dieses Schutzbedürfnis befriedigt, hat wiederum Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung der Gemeinschaft, da aufgrund der Sicherheitsinfrastruktur manche Nutzungen erst möglich bzw. sinnvoll werden. Mit steigendem Umweltbewusstsein fordert die Gesellschaft auch, die Eingriffe in die Natur sorgfältig zu prüfen und mit dem Nutzen abzuwägen.

Hierin ist auch schon **die zeitliche Dimension** mit enthalten, sind doch diese Entwicklungen und damit auch die zugrunde liegenden Zusammenhänge nur über längere Zeiträume zu beobachten. Daneben „altern“ auch die Schutzbauwerke, die Technik schreitet fort und ermöglicht mit der Zeit neue Bauweisen und –verfahren, aber auch ganz neue Schutzelemente werden entwickelt, zum Beispiel automatischen Warnanlagen.

4 Phasen des Systems Engineering bei (Naturgefahren-) Schutzsystemen

Dies zeigt uns, dass die Zusammenhänge im Einzugsgebiet und die Wirkungen der Maßnahmen, sowie die Rückkoppelungen aus den Sozialen Systemen nicht streng monokausal sind. Daher hat „Wildbachverbauung“ immer schon integrale Betrachtungen mit einbezogen. Heute kommen noch deutlich weiter reichende Anforderungen dazu, sei es der Erhalt des bisherigen Schutzgrades vor dem Hintergrund begrenzter personeller und finanzieller Ressourcen oder die Anpassung und ggf. Erweiterung von gewachsenen Schutzsystemen an die heutigen Anforderungen. Zudem haben wir es bei permanenten Schutzbauwerken mit einer sehr besonderen Kategorie zu tun: in der Regel handelt es sich um an die jeweiligen Rahmenbedingungen angepasste Prototypen, die nur selten „im Einsatz“ sind und dann schlagartig im Ereignisfall kurzzeitig belastet werden und dann ihre volle Funktion bereitstellen müssen (vgl. Abb. 3).

Hier können Ansätze des Systemingenieurwesens die gängigen Ansätze sinnvoll ergänzen. Veranschaulicht ausgedrückt ist die Aufgabe des Systemingenieurwesens: „Baue das richtige System, baue das System richtig!“.

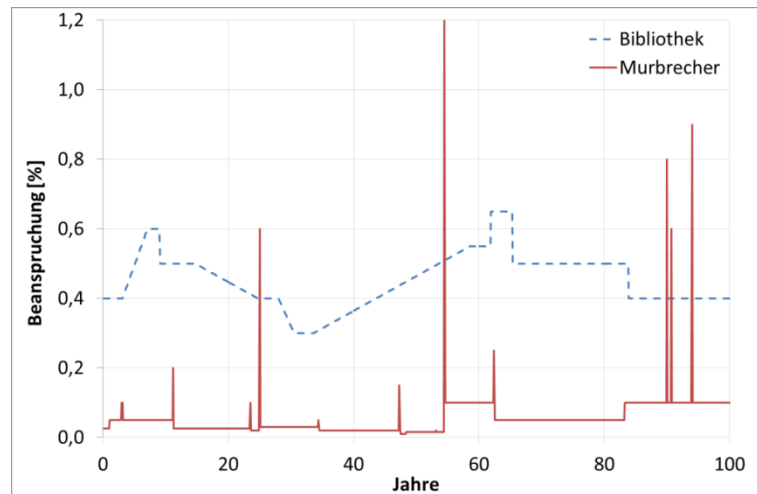


Abb. 3 Skizze eines Lastganges über die Lebensdauer für Hochbau und Schutzbauwerke der Wildbachverbauung (eig. Abb.)

Wesentliche Ergänzungen zum bisherigen Umgang mit Schutzsystemen sind:

- Einbeziehung des **Lebensphasenmodells**: Betrachtung des Systems und seiner Kosten, Wechselwirkungen und Systemfunktionen über alle Phasen von der Initiierung bis zum Verfall oder der Erneuerung. Dies basiert auf den Prinzipien des Lebenszyklusmanagements (Life-cycle-management - LCM) und insbesondere die Betriebskosten und die Möglichkeiten des Umgangs mit Systemelementen nach Erreichen der Lebensdauer (Sanierung, Anpassung, Rückbau, Ersatz, kontrollierter Verfall, ...)
- Ergänzung einer „Allphasenaufgabe **Qualitätsmanagement**“ über den gesamten Lebenszyklus des Systems. Diese beinhaltet neben dem klassischen Betrieb der einzelnen Systemelemente auch die Entwicklung allgemeiner Technikregeln für alle Beteiligten und ein Risikomanagement für das Schutzsystem an sich, um Risiken für die Funktionsfähigkeit, Stabilität und Lebensdauer des Systems vorbeugen zu können.

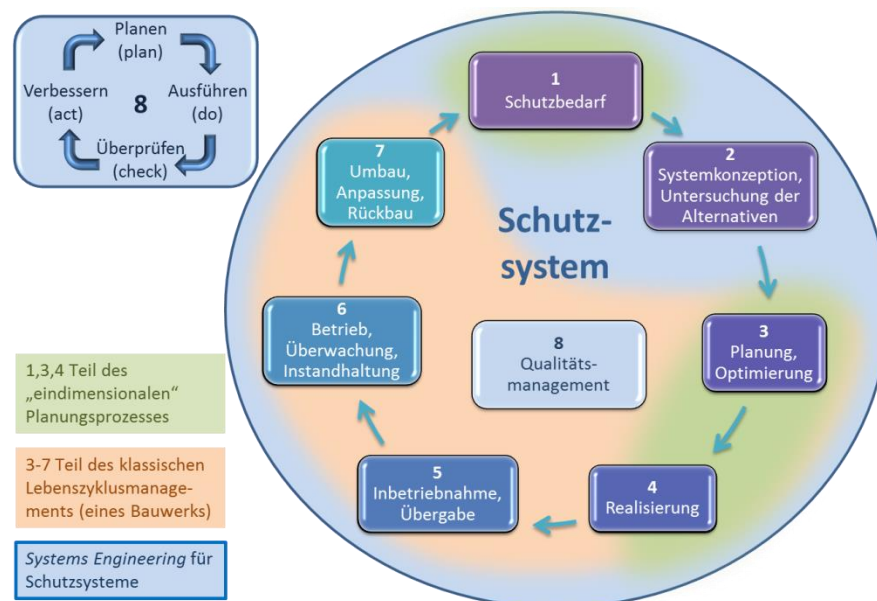


Abb. 4 Systemingenieurwesen für Schutzsysteme: 7 Phasen des System-Lebenszyklus, „Allphasen“-Instrument Qualitätsmanagement (8: Deming-Zyklus) (nach Rimböck et al (2014))

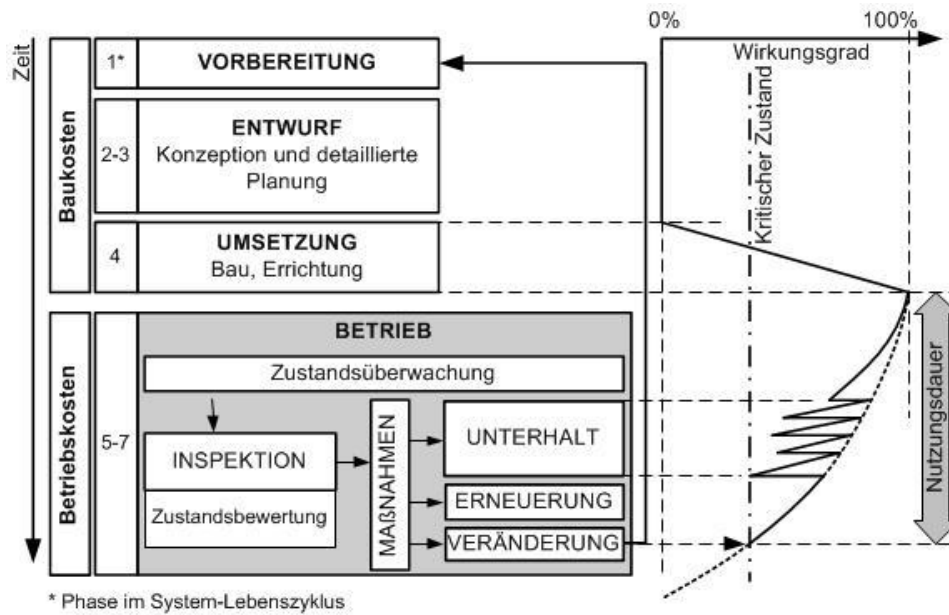


Abb. 5 Prinzip des Lebenszyklusmanagements von Schutzsystemen (Rimböck et al (2014))

5 Instrumente des Systemingenieurwesens

In den unterschiedlichen Phasen des Systemingenieurwesens stehen weitere Instrumente und Hilfsmittel zur Verfügung bzw. müssen erweiterte systemische Betrachtungen und Überlegungen angestellt werden. Exemplarisch sollen hier folgende Beispiele erläutert werden:

5.1 Systemkonzeption

Hierbei ist zu beachten, dass neben dem eigentlichen Naturgefahrenschutzziel mit jeder Maßnahme auch weitere gesellschaftliche Zielvorstellungen, z.B. hinsichtlich Ökonomie, Umwelt, Soziales erfüllt werden müssen. Dabei sind auch die unterschiedlichen Beteiligten und ihre individuellen (Teil-)Ziele mit einzubeziehen. Nicht zuletzt muss auf dieser Basis das Schutzziel auf das „akzeptable“ Risiko hin optimiert werden. Eine Betrachtung unterschiedlicher Varianten und Szenarien ist dabei unerlässlich.

Ziel sollten effiziente und fehlertolerante Gesamtsysteme mit künftigen Anpassungsmöglichkeiten und einer Sicherheit gegen (zumindest plötzliches) Versagen sein. Daneben ist auch eine gewisse Betriebs- und Wartungsfreundlichkeit zu erzielen.

5.2 Projektmanagement

Eine Realisierung von komplexen Schutzsystemen mit unterschiedlichen Einzelmaßnahmen und einer Vielzahl an Akteuren ist ein Prozess, der gut gesteuert werden muss. Die Organisation, Kommunikation, Termin- und Kostensteuerung sowie das Qualitätsmanagement sind dabei wesentliche Aufgaben eines zielgerichteten Projektmanagements. Vor allem gewinnt dies an Bedeutung, wenn so verschiedene Einzelmaßnahmen wie Freihaltung von Gefahrenbereichen, Realisierung einzelner Objektschutzmaßnahmen, Schutzwaldsanierung, Bau einer Rückhalte-sperre, Warnanlage mit automatischer Signalgebung/Sperrung nur im Gesamtkontext das Schutzziel erreichen lassen und daher als Projekteinheit aufgefasst werden müssen.

5.3 Erhaltungsmanagement

Nur über eine kontinuierliche Inspektion und Zustandsbewertung kann eine dauerhafte Funktionsfähigkeit der Systemelemente sichergestellt werden. Eine Erhaltungsstrategie soll auch eine auf den Lebenszyklus optimierte Senkung der Wartungs-, Sanierungs- und Betriebskosten bewirken. Entscheidend hierbei ist es, die Inspektionsintervalle sinnvoll zu wählen, so dass der kritische Bauwerkszustand, ab dem eine Sanierung in der Regel nicht mehr möglich ist, nicht unterschritten wird (vgl. Abb. 5 unterer Teil)

5.4 Anpassungsmanagement

Schutzsysteme unterliegen einem ständigen Anpassungsbedarf: aufgrund der sich ändernden Umweltbedingungen (insbesondere den Klimawandel), der Folgen und Konsequenzen von Extremereignissen, der technologischen Entwicklungen und der notwendigen Anpassung an den Stand der Technik sowie geänderter Sicherheitserwartungen (Risikoakzeptanz).

Das Technische Anpassungsmanagement steuert die Planung, zeitgerechte Umsetzung und Dokumentation dieser Adaptionen am Schutzsystem (Rudolf-Miklau, Rimböck (2016)).

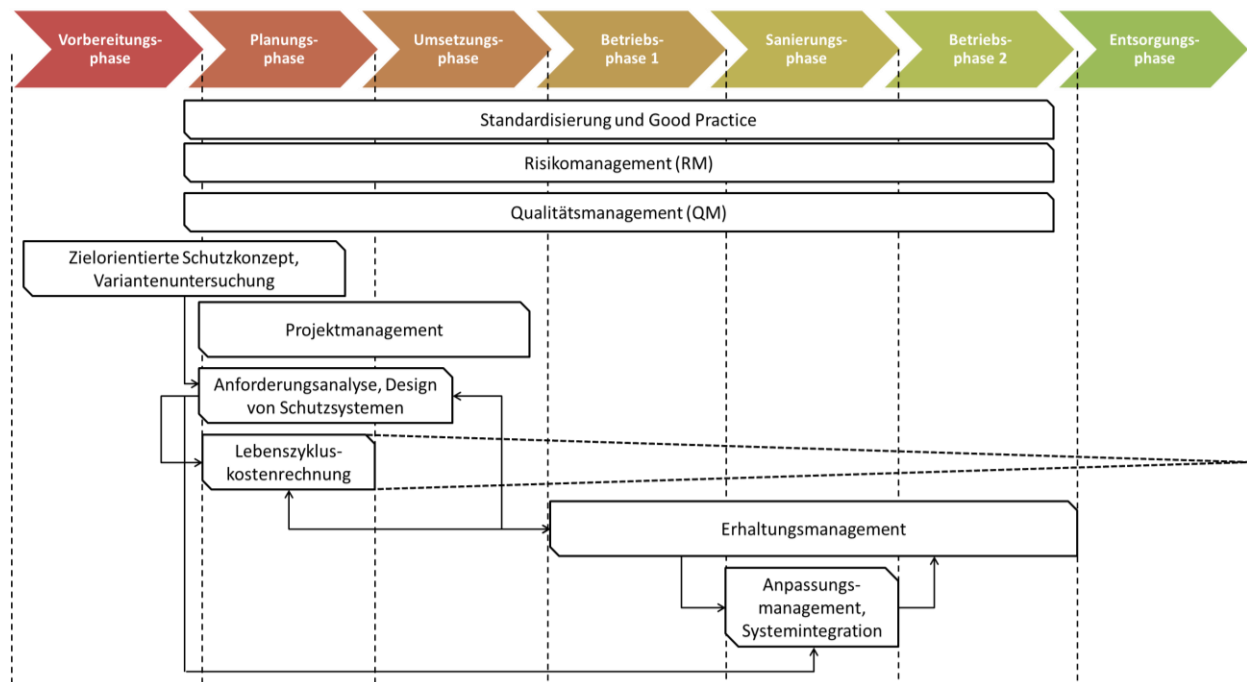


Abb. 6 Systemingenieurwesen: Zuordnung der Instrumente zu den Phasen (Rudolf-Miklau, F. (2015))

6 Beispiel für Realisierung solcher Instrumente in Bayern

Anhand der folgenden Beispiele soll gezeigt werden, dass neben den bisherigen integralen Ansätzen auch schon einige Ansätze des Systemingenieurwesens konkret in der Bayerischen Wildbachverbauung angewandt und umgesetzt werden. Sicherlich ist das noch nicht überall und in vollem Umfang der Fall, aber auf dem Weg dorthin haben wir schon ein deutliches Stück zurückgelegt.

6.1 Ausarbeitung eines „Standards“ für die Gefahrenanalyse

Seit 2010 formuliert das Bayerische Wassergesetz den Auftrag, Wildbachgefährdungsbereiche zu ermitteln und festzusetzen. Daraus leitet sich ein grundsätzliches Bauverbot in diesen Gebieten ab. Die moderne Gesellschaft fordert bei solch starken Eingriffen in die Bodennutzung (Bauverbot) ein hohes Maß an Sorgfalt und Qualität bei den dahinter stehenden Grundlagen, also der Gefahrenanalyse.

Dazu wird derzeit ein homogenes und einheitliches Konzept zur Ermittlung aufgestellt mit folgenden Zielen:

- Berücksichtigung des Standes der Technik
- Hohe Glaubwürdigkeit und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse
- Vergleichbarkeit der Ergebnisse in verschiedenen Einzugsgebieten,
- Bestmögliche Nutzung der in Bayern vorhandenen Datengrundlagen,

Gleichzeitig soll dieses Konzept auch die Basis bilden für alle weiteren Schritte in Wildbacheinzugsgebieten, also auch für die Gefahrenanalyse als Basis für die Ausarbeitung integraler Wildbachentwicklungskonzepte und damit alle weiteren baulichen Sanierungs- und Ausbaumaßnahmen. Die Vorgehensweise wird in enger Zusammenarbeit mit allen Beteiligten aufgestellt und als Loseblattsammlung verwaltungsintern zur Verfügung gestellt. Diese Art der Bereitstellung bietet auch einfache Anpassungsmöglichkeiten an neue Entwicklungen und Erkenntnisse.

Die Ausarbeitung dieses Konzeptes und die Einführung quasi als „Standardvorgehen“ stellt eine wichtige Maßnahme eines Qualitätsmanagements dar.

6.2 Integrale Wildbachentwicklungskonzepte (IWEK)

Anlass für die Erstellung von IWEK ist die Tatsache, dass unsere aktuell vorhandenen Schutzsysteme vor Naturgefahren ein Ergebnis jahrzehntelanger Aktivitäten sind, während sich in der Zeit seit der Realisierung der Einzelmaßnahmen die Rahmenbedingungen stark verändert haben (vgl. auch Rimböck, Stauder (2014)). Änderungen in der Landnutzung, Vegetation, Bautechnik, ... bewirken, dass die „gewachsenen“ Schutzsysteme nicht immer den aktuellen Anforderungen genügen. Bevor nun umfangreiche Sanierungen oder Neubauten in solch gewachsenen Systemen durchgeführt werden, soll das System grundlegend überprüft, die Schutzziele angepasst und mögliche künftige Entwicklungen untersucht werden. Damit wird das Wildbachsystem und das dafür passende Schutzsystem im Kontext des Gesellschaftssystems betrachtet und vor allem die zeitliche Dimension (vgl. Kap. 3) intensiv einbezogen. Damit berücksichtigt man vergangene und soweit möglich künftige Systementwicklungen und betrachtet vor allem auch den Lebenszyklus der Bauwerke intensiver. Daraus werden dann Varianten für die künftige Ausgestaltung des gesamten Schutzsystems entwickelt, verglichen und die beste ausgewählt. Diese stellt quasi das Leitbild für das Einzugsgebiet dar.

Auf Basis solcher IWEK werden künftig für ein gesamtes Wildbacheinzugsgebiet alle Sanierungen, Umbauten oder Neubauten im Schutzsystem vorgenommen. Somit stellen die IWEK vor allem ein Instrument des Erhaltungsmanagements, des Anpassungsmanagements aber auch der Qualitätssicherung dar.

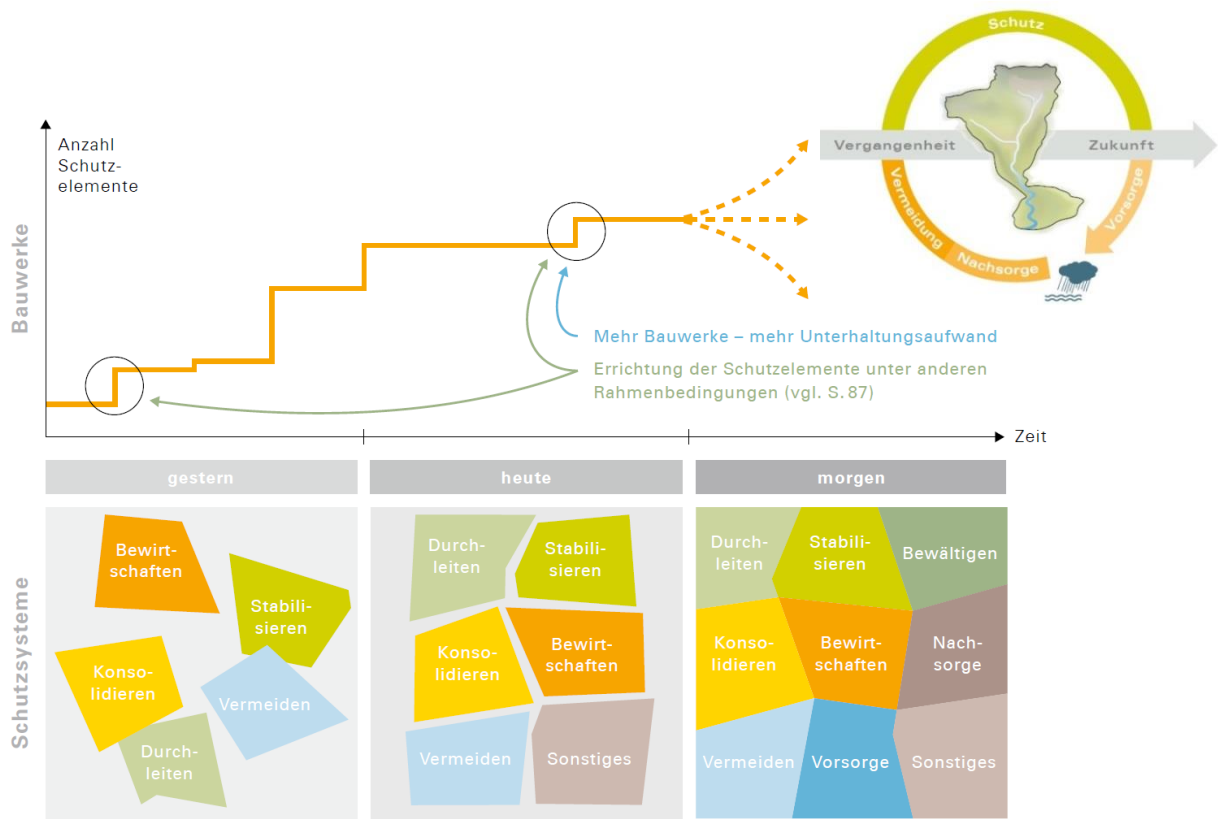


Abb. 7 wesentliche Neuerung der integralen Wildbachentwicklungskonzepte: Betrachtung des integralen Risikomanagements vor dem zeitlichen Kontext mit dem Ziel optimale Schutzsysteme zu erzielen, bei denen sich alle Bausteine gut ergänzen (StMUV (2015))

7 Fazit und Ausblick

Instrumente des Systems Engineering können uns deutlich weiterhelfen, die umfangreichen Zukunftsaufgaben beim Schutz vor Naturgefahren zu bewältigen. Es reicht jedoch nicht aus, in den Instrumente neue Vorschriften zu sehen, die nun auch noch erfüllt werden müssen – es sollte eine Wandel im Denken und Arbeiten einsetzen. Die wichtigsten Anforderungen daran wären:

- Denken in Systemen: Wechselwirkungen und Rückkopplungen betrachten
- Systemisch Denken: langfristiges und dynamisches Denken, Änderungen und Szenarien betrachten
- Systemisch Arbeiten: kooperative gleichberechtigte Beziehung aller Beteiligten untereinander, statt Planen von „oben herab“

Nur auf dieser Grundlage macht eine Anwendung neuer Instrumente Sinn, weil sie dann auch „gelebt“ werden.

Literatur

Kienholz, H. (2005). Analyse und Bewertung alpiner Naturgefahren – eine Daueraufgabe im Rahmen des integralen Risikomanagements, Geographica Helvetica Jg. 60 2005/Heft 1 (www.geogr-helv.net/60/3/2005/gh-60-3-2005.pdf; download am 26.02.2016)

PLANAT (2005): Von der Gefahrenabwehr zur Risikokultur – PLANAT die nationale Plattform Naturgefahren stellt sich vor; http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/2001-2005/PLANAT_2002_-_Von_der_Gefahrenabwehr_zur_Risikokultur.pdf, download am 07.03.2016

- Rimböck, A.; Barben, M.; Gruber, H.; Hübl, J.; Moser, M.; Rickenmann, D.; Schober, S.; Schwaller, G. (2013): Opti-Meth - Beitrag zur optimalen Anwendung von Methoden zur Beschreibung von Wildbachprozessen; Internationale Forschungsgesellschaft INTER-PRAEVENT, Klagenfurt
- Rimböck, A.; Rudolf-Miklau, F.; Pichler, A.; Suda, J.; Höhne, R.; Mazzorana, B.; Papez, J. (2014). "Persistence of Alpine natural hazard protection: Meeting multiple demands by applying systems engineering and life cycle management principles in natural hazard protection systems in the perimeter of the Alpine Convention". Platform Natural Hazard of the Alpine Convention, Vienna.
http://www.alpconv.org/en/organization/groups/WGHazards/Documents/PLANALP_LCM%20brochure_final.pdf
- Rimböck, A.; Stauder, F. (2014): Historisch gewachsene Wildbach-schutzsysteme – fit für die Zukunft? Symposium „Wasser- und Flussbau im Alpenraum“, 25.-27.06.2014 ETH Zürich, Tagungspublikation
- Rudolf-Miklau, F. (2015): Vom integralen Schutzsystem zum "Schutz System Engineering"; Vortragsfolien;
http://www.alpconv.org/en/organization/groups/WGHazards/Conference_Munich/Documents/Rudolf-Miklau.pdf download am 07.03.2016
- Rudolf-Miklau, F.; Rimböck, A. (2016): Komplexe Schutzsysteme gegen Naturgefahren: Systemdesign und Lebenszyklusmanagement; Bautechnik – Zeitschrift für den gesamten Ingenieurbau; Verlag Ernst&Sohn; eingereicht
- StMUV (2015): Wildbachbericht Bayern – Teil 1: Grundlagen, Gefahren, Herausforderungen; Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz; Eigenverlag; 2015;
www.bestellen.bayern.de

Anschrift der Verfasser

Dr.-Ing. Andreas Rimböck
Referat 61 „Hochwasserschutz und alpine Naturgefahren“
Bayerisches Landesamt für Umwelt
D-86177 Augsburg
Andreas.rimboeck@lfu.bayern.de