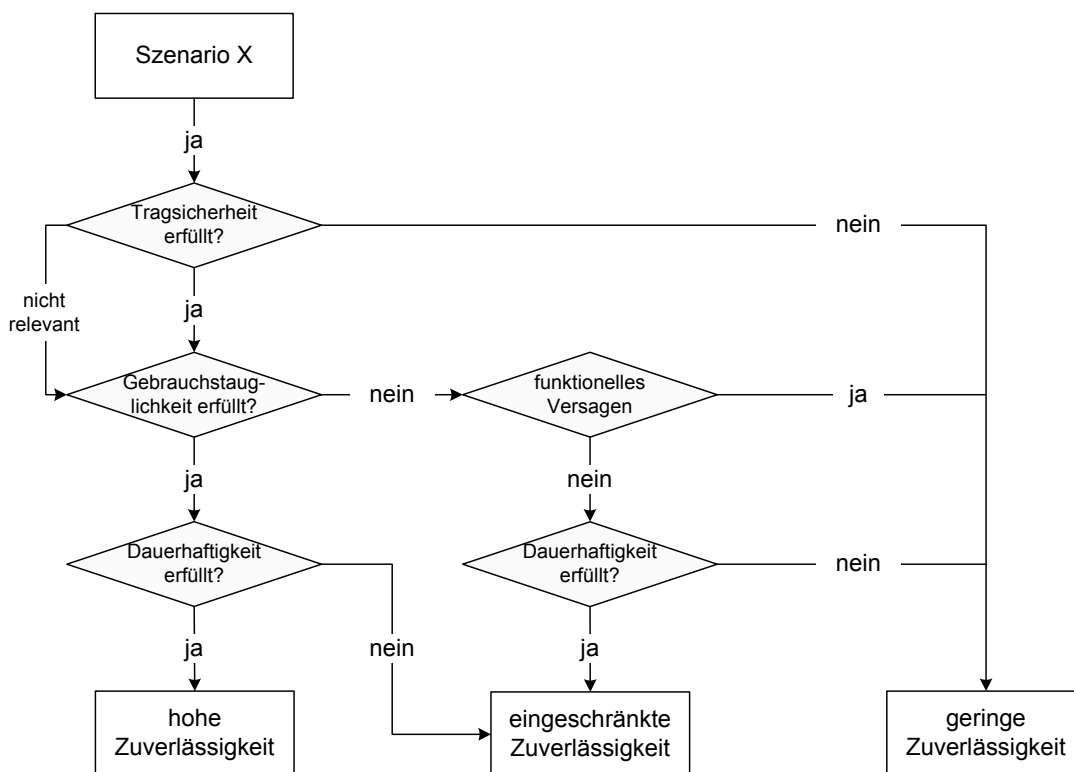




Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung

Teil A: Grundlagen und generelles Vorgehen

Hans Romang, Stefan Margreth, Anja Koschni



Dieser Teilbericht ist integraler Bestandteil des Gesamtberichtes bestehend aus:

Teil A: Grundlagen und generelles Vorgehen

Teil B: Lawinen

Teil C: Sturzprozesse

Teil D: Rutschungen

Teil E: Wildbäche

Teil F: Flüsse

Inhalt

1.	Einleitung	1
2.	Grundsätze zur Berücksichtigung von Schutzmassnahmen	2
3.	Allgemeine Vorgehensweise	3
4.	Schritt 1: Grobbeurteilung	4
	4.1 Übersicht	4
	4.2 Grundlagen und Bearbeitungstiefe	4
	4.3 Permanente Verfügbarkeit der Massnahmen	4
	4.4 Gesamtkonzept	5
	4.5 Erwartete Schutzwirkung	5
	4.6 Negative Wirkung	6
	4.7 Relevanz	6
5.	Schritt 2: Massnahmenbeurteilung	7
	5.1 Übersicht	7
	5.2 Definition von Massnahmen und Konsequenzen für die Beurteilung	7
	5.3 Grundlagen und Bearbeitungstiefe	8
	5.4 Tragsicherheit	9
	5.5 Gebrauchstauglichkeit	10
	5.6 Dauerhaftigkeit	11
	5.7 Zuverlässigkeit	11
	5.8 Interaktionen Einzelmassnahme – Gesamtsystem	12
6.	Schritt 3: Wirkungsbeurteilung	14
	6.1 Übersicht	14
	6.2 Massnahmenbeeinflusste Szenarien	14
	6.3 Prozessbeurteilung für Intensitätskarten	14
7.	Schritt 4: Empfehlungen zur raumplanerischen Umsetzung	16
	7.1 Anlass	16
	7.2 Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren	16
	7.3 Akteure	17
	7.4 Objektive Gefahrenkarten	17
	7.5 Unsicherheiten	17
	7.6 Versagensszenarien	18
	7.7 Gefahrenkarten vor und nach Massnahmenerstellung	18
	7.8 Umgang mit gelben und gelb-weissen Gefahrengebieten	19
	7.9 Zeitpunkt der Berücksichtigung	19
	Literatur	20

1. Einleitung

Die Praxis ist gefordert, Schutzmassnahmen in Gefahrenkarten zu berücksichtigen¹ und darauf basierende Gefahrenzonenpläne und vergleichbare rechtsrelevante Grundlagen anzupassen². Trotz grosser Erfahrungen mit Schutzmassnahmen wird diese Aufgabe nicht einheitlich angegangen. Es bestehen klare Unterschiede zwischen den Herangehensweisen an verschiedene Prozesse und Massnahmen. Basierend auf den Erkenntnissen eines Workshops der Fachleute Naturgefahren Schweiz FAN im Jahr 2002 (Romang et al., 2003) hat die Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT im Rahmen ihres Aktionsplanes 2005-2008 das Projekt A3 „Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung“ oder kurz PROTECT initiiert.

Motivation

Im Rahmen dieses Projektes wurden Methoden zur vergleichbaren und nachvollziehbaren Beurteilung von Schutzmassnahmen im Rahmen der Gefahrenbeurteilung erarbeitet. Dabei stehen technische und biologische Massnahmen zur Gefahrenabwehr bei Lawinen, Sturzprozessen, Rutschungen, Hochwasser (Flüsse) und Murgängen (Wildbäche) im Zentrum. Nicht behandelt wurden temporäre Massnahmen wie Lawinensprengungen, sowie Massnahmen, welche nicht den Gefahrenprozess, sondern die exponierten Werte beeinflussen (z.B. Objektschutz). Diese Abgrenzung ergibt sich aus dem Fokus auf Gefahrenkarte und raumplanerische Umsetzung. Grundsätzlich ist das Vorgehen nach PROTECT aber auch auf andere Bereiche wie Verkehrssicherheit oder Intervention im Ereignisfall erweiterbar.

Inhalt

Das Projekt wurde in zwei Phasen unterteilt. In der ersten Phase 2006/07 wurde ein generelles Vorgehen entwickelt (Romang und Margreth, 2007). Es baut auf bestehenden Grundlagen auf, wie den Bundesempfehlungen, den SIA-Normen, den Regeln der Kunst oder der aktuellen Praxis, und ist für alle angesprochenen Prozesse und Massnahmen anwendbar. Diese Vorgehensweise bildet die Basis für den Teil A des vorliegenden Berichtes. In der zweiten Phase 2007/08 wurde dieses generelle Vorgehen auf seine konkrete praktische Anwendung hin geprüft. Daraus resultierten Arbeitshilfen für die Beurteilung der verschiedenen Prozesse und Massnahmen, wobei angesichts der Vielfalt der eingesetzten Schutzmassnahmen eine Fokussierung auf einzelne Massnahmentypen unumgänglich war (Teile B bis F). Zur Illustration des Vorgehens dienen Fallbeispiele.

Projektphasen

Der vorliegende Bericht soll die Fachleute in der Praxis unterstützen und eine gemeinsame Basis für die Beurteilung von Schutzmassnahmen schaffen. Dazu gehören die Festlegung von Standards, etwa in Form definierter Arbeitsabläufe und zu behandelnder Punkte, und methodische Empfehlungen zur Massnahmen- und Prozessbeurteilung. Das Vorgehen lässt aber immer noch Raum für eine situations- und sachgerechte individuelle Behandlung des Einzelfalles. So soll schweizweit ein einheitlicher Umgang mit Schutzmassnahmen gefördert werden und ein Sicherheitsgewinn in Form konsistenter Beurteilungen und langfristig wirkungsvoller Massnahmen resultieren, ohne die Arbeit von Gutachtern und Sicherheitsverantwortlichen im weiteren Sinne unverhältnismässig einzuschränken.

Einheitliches Vorgehen
für die Praxis

1 Bei der Gefahrenbeurteilung werden die Wirkungsräume und die Eintretenswahrscheinlichkeit der gefährlichen Prozesse bestimmt. Beurteilt wird auch die Wirkung bestehender Schutzbauten. Das Ergebnis einer Gefahrenbeurteilung ist bspw. eine Gefahrenkarte, deren Farbgebung die Massnahmenwirkung widerspiegeln kann (in Anlehnung an www.planat.ch).

2 Entsprechend der in den Gefahrenkarten aufgezeigten Gefährdung teilen Raumplaner den Nutzungsraum in unterschiedliche Zonen ein. Sie bestimmen, wie die Zonen in Abhängigkeit der Farben genutzt werden können (in Anlehnung an www.planat.ch).

2. Grundsätze zur Berücksichtigung von Schutzmassnahmen

Sind folgende allgemein formulierte Grundsätze erfüllt, können Schutzmassnahmen in Gefahrenkarten und damit auch in der Raumplanung berücksichtigt werden.

1. Quantifizierbare Wirkungen

Schutzmassnahmen werden beurteilt, indem ihre Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit und Intensität eines Prozesses quantifiziert werden. Somit müssen sie eine erkennbare bzw. bestimmbare Wirkung auf den Prozess ausüben.

2. Unsicherheiten

Sind die Auswirkungen einer Massnahme auf den Prozess kleiner als die Unsicherheiten in der Prozessbeurteilung, wird die Massnahme nicht berücksichtigt.

3. Szenarien

Bei der Beurteilung von Schutzmassnahmen werden mindestens vier Szenarien betrachtet: Szenarien mit hoher, mittlerer und geringer Eintretenswahrscheinlichkeit sowie ein Szenario für ein extremes Ereignis mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit, welches eine bedeutende Mehrbelastung für das untersuchte System darstellt.

4. Systemabgrenzung

Die Massnahme ist sowohl als Einzelsystem (Bauwerk) als auch in Bezug auf das Gesamtsystem (z.B. Prozessraum, Zusammenwirken von Massnahmen) zu betrachten.

5. Permanente Verfügbarkeit

Die Wirkung einer Schutzmassnahme muss zum Zeitpunkt einer Beurteilung sowie mit üblichem Unterhalt permanent über einen Zeitraum von 50 Jahren gewährleistet sein.

6. Überwachung und Unterhalt

Für jede Schutzmassnahme muss die Überwachung, der Unterhalt und bei Mängeln der Ersatz gewährleistet sein.

7. Temporäre Massnahmen

Temporäre Massnahmen, wie die künstliche Lawinenauslösung oder der mobile Hochwasserschutz, werden grundsätzlich nicht berücksichtigt.

8. Geplante Werke

Nach der Realisierung einer Massnahme muss überprüft werden, ob die Ausführung der Projektierung entspricht (Bauabnahme) und ob die Gefahrenbeurteilung aus der Planungsphase noch gültig ist. Erst dann kann eine Berücksichtigung in der Raumplanung erfolgen.

9. Zeit

Sowohl die Massnahmen als auch die Prozesse bzw. deren Rahmenbedingungen verändern sich mit der Zeit. Die Berücksichtigung von Schutzmassnahmen setzt voraus, dass das System als Ganzes und im Speziellen die Massnahmen unterhalten werden sowie eine periodische Überprüfung der Gefahrensituation erfolgt.

3. Allgemeine Vorgehensweise

Die Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen kann für alle behandelten Prozesse und Massnahmen analog strukturiert werden (Abb. 3.1). In jedem Fall wird vorausgesetzt, dass die Grundsätze (Kap. 2) eingehalten werden und die Schutzmassnahmen mit den prozessspezifischen Auswahllisten der berücksichtgbaren Massnahmen (Teile B bis F) übereinstimmen.

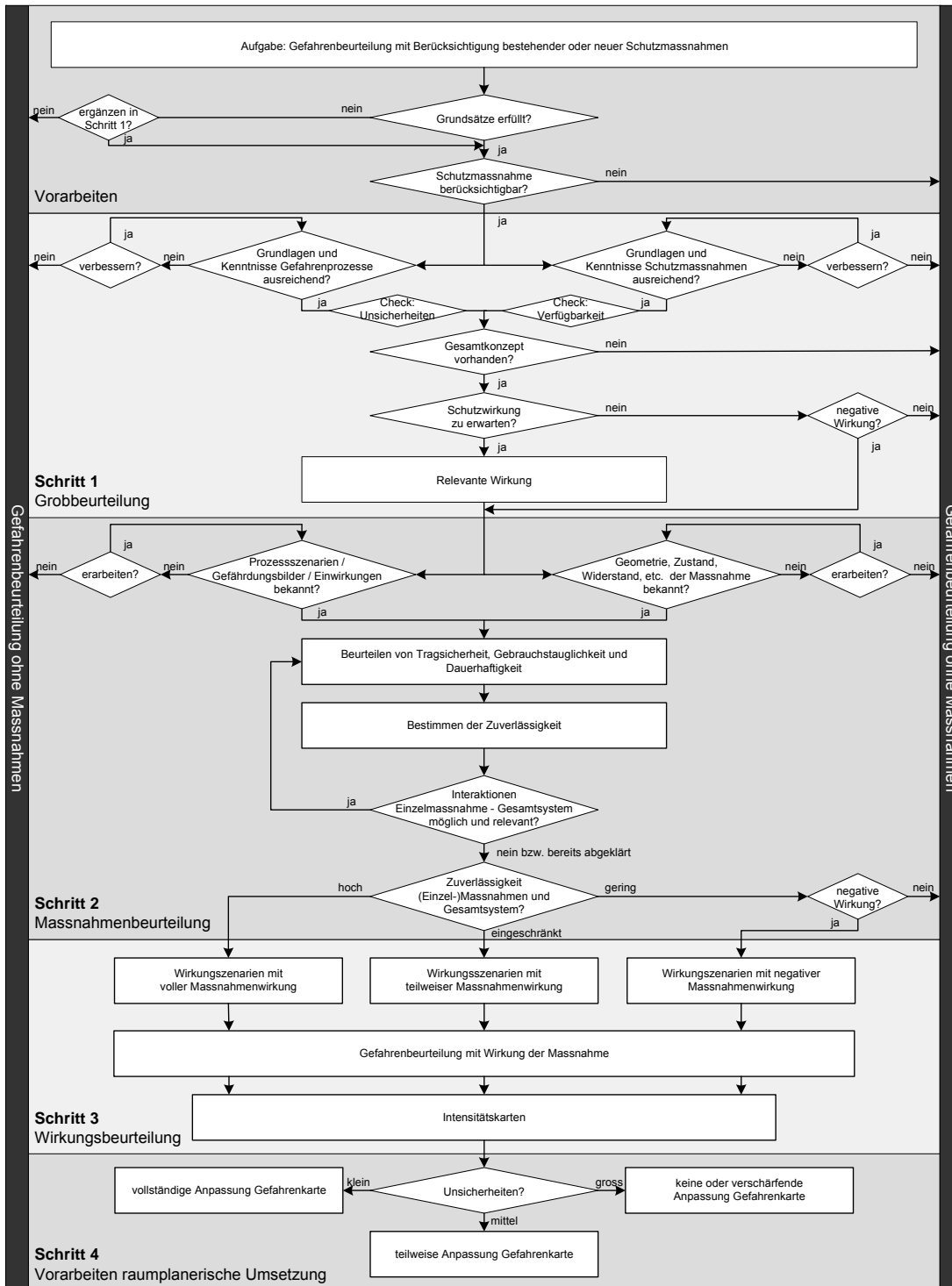


Abb. 3.1: Generelles Vorgehen zur Beurteilung von Schutzmassnahmen.

4. Schritt 1: Grob beurteilung

4.1 Übersicht

Die Grob beurteilung liefert einen ersten Überblick über die Situation. Sie beinhaltet insbesondere eine Einschätzung der Relevanz der Schutzmassnahme und ermöglicht so den Entscheid, ob eine detaillierte Betrachtung der Massnahme gerechtfertigt ist. Dies ist der Fall, wenn entweder eine merkbare und quantifizierbare Reduktion des Gefahrenprozesses vermutet werden kann oder durch eine negative Folgewirkung eine quantifizierbare Verstärkung des Gefahrenprozesses möglich ist.

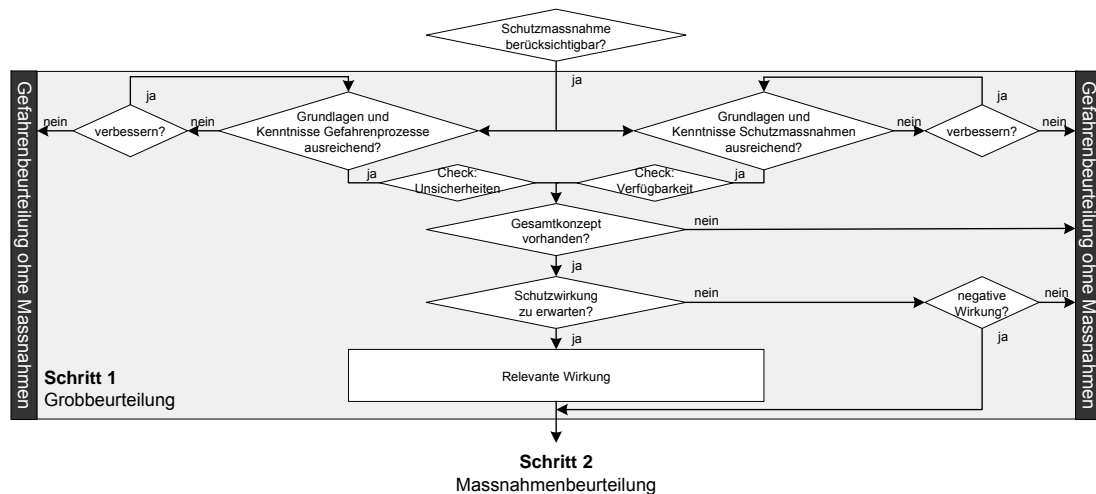


Abb. 4.1: Beurteilung von Schutzmassnahmen – Schritt 1, Grob beurteilung.

4.2 Grundlagen und Bearbeitungstiefe

Grundlagenbeschaffung

Die Grob beurteilung basiert auf Grundlagen, welche entweder bereits vorhanden sind, mit geringem Aufwand beschafft werden können, oder aber – bei grösserem Aufwand – für die Massnahmen- (Schritt 2) und die Wirkungsbeurteilung (Schritt 3) später ohnehin benötigt werden. Zur Beurteilung der Gefahrensituation können z.B. Ereigniskataster, bestehende Gefahrenkarten oder Luftbilder benutzt werden. Hinsichtlich der Schutzmassnahmen stellen Projektdossiers, Schutzbautenkataster oder Dokumente über den Werkzustand wichtige Informationsquellen dar. Auf eine Beurteilung der Massnahmenwirkung wird verzichtet, falls notwendige Informationen auch mit Zusatzaufwand nicht in der benötigten Detaillierung erarbeitet werden können oder falls die verbleibenden Unsicherheiten wegen einem komplexen Prozessumfeld, einer ungenügenden Datenlage oder methodischen Defiziten zu gross sind (Kap. 2, Grundsatz 2).

4.3 Permanente Verfügbarkeit der Massnahmen

Ausschlusskriterium:
keine permanente
Verfügbarkeit

Im Hinblick auf die raumplanerische Umsetzung sind nachhaltige Lösungen wichtig. Daraus lässt sich die Notwendigkeit einer permanenten Verfügbarkeit der Massnahme ableiten. Dieses Kriterium (Kap 2, Grundsätze 5 und 7) schliesst die Berücksichtigung folgender Massnahmen von der Gefahrenbeurteilung aus:

- Massnahmen, die nicht fest vor Ort installiert sind (z.B. mobiler Hochwasserschutz),
- Massnahmen, deren Funktionsfähigkeit bereits in kurzen Zeiträumen stark von der menschlichen Einflussnahme abhängt (z.B. Lawinensprengungen) oder
- Massnahmen, die in absehbarer Zeit ihre Wirkung nicht mehr erfüllen können (z.B. alte Werke in schlechtem Zustand ohne Sanierungsprojekt).

Gerade die ersten zwei Massnahmengruppen haben in einer integralen Sichtweise durchaus ihre Berechtigung, helfen sie doch mit, Schäden wirkungsvoll zu verhindern. Für die langfristige Raumnutzung werden aber hohe Ansprüche an die Verfügbarkeit gestellt, weshalb dieser Punkt hier als Ausschlusskriterium gilt.

4.4 Gesamtkonzept

Jede Schutzmassnahme ist in ein Gesamtkonzept eingebunden. Die Einordnung in dieses ist sowohl bei der Projektierung einer Massnahme als auch bei der im Folgenden diskutierten Beurteilung ihrer Wirkung wesentlich (Kap 2, Grundsatz 4). Ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, können folgende Punkte genannt werden:

- | | |
|---|------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> – Prozessraum: Der Blick richtet sich immer auf den ganzen Prozessraum und auf alle relevanten Prozesse (Bsp. Interaktion Steinschlag – Lawinenverbau). Häufig ist es auch angebracht Nachbargebiete einzubeziehen (Bsp. Lawinenverbau in benachbarten Prozessräumen). | Einordnung der Massnahme in: |
| <ul style="list-style-type: none"> – Schutzziel der Massnahme: Es muss bekannt sein oder abgeschätzt werden können, welcher Schutz mit den Massnahmen überhaupt angestrebt wurde. | Schutzziel |
| <ul style="list-style-type: none"> – Standort: Die Wirkung einer Schutzbaute wird von ihrem Standort beeinflusst. Es muss abgeklärt werden, wie der Ort hinsichtlich Prozessablauf (z.B. Dynamik) oder lokalen Bedingungen (z.B. Geotechnik) zu bewerten ist. | Standort |
| <ul style="list-style-type: none"> – Interaktion: Mögliche Interaktionen zwischen Massnahmen sind für die weitere Beurteilung wesentlich (z.B. Gerinneverbau und Hangverbau). | Interaktion |
| <ul style="list-style-type: none"> – Ausdehnung: Bei linienförmigen oder flächigen Massnahmen stellt sich die Frage nach der Ausdehnung der Massnahme im Vergleich zur Gesamtgrösse des Prozessraumes bzw. im Vergleich zur Grösse des prozessrelevanten Bereiches (z.B. Länge eines mit Sperren verbauten Abschnittes im Vergleich zur gesamten Erosionsstrecke). | Ausdehnung |
| <ul style="list-style-type: none"> – Erfahrung: Wegen den mit Unsicherheiten behafteten Grössen oder dem teilweise qualitativen Charakter der Abschätzungen sind Erfahrungswerte wichtig. Dabei können Erfahrungen mit Massnahmen dieses Typs in ähnlichem Umfeld, Erfahrungen vor Ort oder vertiefte Kenntnisse etwa aus Typenprüfungen oder Modellversuchen berücksichtigt werden. | Erfahrungen |

4.5 Erwartete Schutzwirkung

Eine weitergehende Prüfung der Massnahme ist nur dann sinnvoll, wenn eine relevante Wirkung vermutet wird. Relevant bedeutet, dass die Beeinflussung des Prozesses durch die Massnahme grösser als die Unsicherheiten in dessen Beurteilung ist (Kap.2, Grundsatz 2). Die Überlegungen zum Gesamtkonzept bilden die Basis für diesen Entscheid. Im Folgenden werden drei mögliche Faktoren vorgestellt, die für diesen Entscheid betrachtet werden können. Die zugehörigen Beispiele stellen Fälle dar, in denen auf eine detailliertere Abklärung verzichtet würde.

Schutzwirkung in Abhängigkeit des Gesamtkonzeptes

Räumliche Abgrenzung: Prozess- und Wirkungsraum, Ort und Ausdehnung der Massnahmen

Beispiel: Drei Sperren zur lokalen Gerinnesicherung bei einer Wasserfassung werden die Geschiebefracht nicht entscheidend beeinflussen (keine relevante Veränderung von Intensität und Wahrscheinlichkeit).

- Prozess: Art und vermutete Grössenordnung, Ereignisse

Beispiel: In einem Steinschlaggebiet, wo der Absturz von Blöcken bis 1 m³ dokumentiert ist, entfalten die im Transitgebiet vorhandenen alten Holzbohlenwände keine relevante Bremswirkung.

- Massnahme: Art, Grösse (Abmessungen, Bemessung) und vermuteter Zustand, Erfahrungen / Bewährung

Beispiel: Ein altes Hangentwässerungssystem, welches nicht unterhalten wird und offensichtlich nicht mehr funktionstüchtig ist, reduziert die Hangbewegungen nicht.

4.6 Negative Wirkung

Bei negativer Wirkung Schutzmassnahme detailliert beurteilen

Bei Mängeln an Schutzbauten ist eine zusätzliche, gefahrenverschärfende Wirkung möglich, gerade in Fällen mit nicht unterhaltenen oder alten Massnahmen (z.B. Hangverbau oder Steinschlag aus zerfallenden Stützmauern). In diesen Fällen sind die nachfolgenden Schritte ebenfalls zu bearbeiten, wobei der Fokus dann auf der Wirkungsbeurteilung (Schritt 3) mit Versagensszenarien liegt.

4.7 Relevanz

Nichtrelevante Massnahmen führen zum Abbruch der Beurteilung

Die Frage nach der Relevanz ist ein Abbruchkriterium, welches eingeführt wird, um insbesondere bei bestehenden Massnahmen eine Triage vornehmen und den Aufwand in Grenzen halten zu können. Die Relevanz wird anhand relativ grober Angaben rein gutachtlich beurteilt. Entsprechend vorsichtig muss das Abbruchkriterium gehandhabt werden. Im Zweifelsfall wird eine genaue Beurteilung durchgeführt.

Bei relevanten Massnahmen folgt eine detaillierte Beurteilung

Eine Detailbeurteilung einer Massnahme wird durchgeführt, wenn aufgrund der Grobbeurteilung von einem wirkungsvollen Gesamtkonzept und somit relevanten Schutzmassnahmen ausgegangen werden kann, welche permanent über längere Zeit verfügbar und nach heutigem Stand des Wissens quantitativ und mit vertretbaren Unsicherheiten zu beurteilen sind. Dasselbe gilt für jene Fälle, in denen aufgrund einer schlechten Verbauungswirkung eine zusätzliche bzw. eine gegenüber der natürlichen Situation veränderte Gefährdung möglich scheint. In den übrigen Fällen wird das Resultat der Grobbeurteilung festgehalten und die weitere Beurteilung der Massnahme an dieser Stelle abgebrochen. Je nach Aufgabenstellung schliesst aber eine Gefahrenbeurteilung ohne Berücksichtigung der Schutzmassnahmen an.

5. Schritt 2: Massnahmenbeurteilung

5.1 Übersicht

Die Massnahmenbeurteilung bestimmt die Zuverlässigkeit der Massnahme unter Berücksichtigung ihrer Eigenheiten sowie ihres unmittelbaren technischen und natürlichen Umfeldes im Hinblick auf ihre Wirkung auf den Prozess. Die Zuverlässigkeit wird bestimmt aufgrund von Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit (SIA, 2003a, 2003b, in Vorb.) in Abhängigkeit der vorher aufgestellten Szenarien bzw. Gefährdungsbilder.

Zuverlässigkeit bestehend aus:
Tragsicherheit,
Gebrauchstauglichkeit,
Dauerhaftigkeit

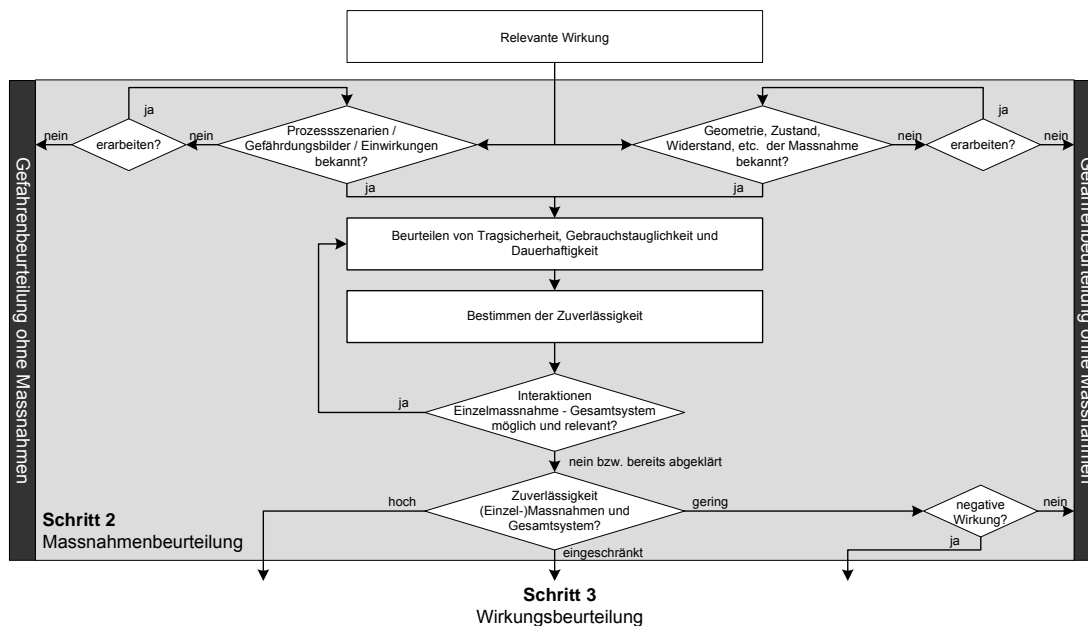


Abb. 5.1: Beurteilung von Schutzmassnahmen – Schritt 2, Massnahmenbeurteilung.

5.2 Definition von Massnahmen und Konsequenzen für die Beurteilung

Jede Massnahme hat eine konkrete Zielsetzung und Wirkung (z.B. Schneerückhalt, Erhöhung der Gerinnekapazität). Sie ist durch ihre Ausgestaltung charakterisiert (z.B. Schneebrücken, Sohlenabsenkung) und besteht aus einzelnen Elementen oder Bauteilen. Soweit diese derselben Zielsetzung dienen und räumlich benachbart sind, gilt die Summe aller Teile als eine Massnahme. Beispiele:

Massnahmenbestandteile

- Die Massnahme Lawinstützverbau umfasst alle zusammenwirkenden technischen Bauwerke (z.B. Schneebrücken) im Anrissgebiet.
- Die Massnahme Steinschlagschutzdamm umfasst den Damm und den dahinter liegenden Rückhalteraum.
- Die Massnahme Hangentwässerung umfasst sämtliche diesem Zweck dienenden Elemente wie Drainagegräben oder Bohrungen.
- Die Massnahme Wildbachsperrn umfasst die einzelnen Sperrn und, sofern die Sperrn entsprechend angeordnet sind, die gesamte Sperrentreppe.
- Die Massnahme Hochwasserdamm umfasst den Damm und das Gerinne.

Eine weitere Unterteilung der Massnahme ist nur bei den Elementen oder Bauteilen sinnvoll, die eine für die Schutzwirkung relevante statische Funktion haben. Diese Unterscheidung zwischen Massnahmen und Elementen hat Konsequenzen für die Art der Beurteilung von Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit und somit auch der Zuverlässigkeit:

- Die Beurteilung der Tragsicherheit erfolgt nur für Massnahmen oder Teile davon mit statischer Funktion. Sie bezieht sich explizit (Bsp. Damm) oder pauschal (Bsp. Felssicherung mit Ankern) auf die Elemente der Massnahme.
- Die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit bezieht sich auf die Massnahme (Bsp. Rückhaldedamm und Raum dahinter).
- Die Beurteilung der Dauerhaftigkeit bezieht sich in der Regel auf die Massnahme (Bsp. Sperrenverbau aus Holz). Bei entsprechender Bedeutung kann die Dauerhaftigkeit des einzelnen Elementes trotzdem einen grossen Einfluss haben (Bsp. tragende Elemente der Sperren aus Holz).

Die Zuverlässigkeit einer Massnahme wird zusammenfassend anhand der Tragsicherheit bestimmt, welche sich nur aus den tragenden Elementen ergibt, sowie der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit, welche sich aus der Gesamtheit der Massnahme zusammensetzen.

5.3 Grundlagen und Bearbeitungstiefe

Szenarienbildung

Für die Massnahmenbeurteilung müssen die in Schritt 1 erarbeiteten Prozessinformationen erweitert werden. Dabei ist wichtig, dass die Variabilität der möglichen Prozesswirkungen auf die Massnahmen aufgezeigt wird. Gemäss Grundsatz 3 (Kap. 2) werden dazu Szenarien gebildet. Die Wirkung der Massnahmen wird dabei für Szenarien mit häufiger (bis 30-jährlich), seltener (bis 100-jährlich) und sehr seltener (bis 300-jährlich) Eintretenswahrscheinlichkeit des Prozesses sowie für ein Extremszenario hergeleitet und beurteilt.

Schwellenprozesse müssen betrachtet werden

Es müssen aber auch Schwellenprozesse und Prozessverkettungen mit einbezogen werden, die zu einer deutlichen Überlastung der Systeme führen. Als Schwellenprozesse werden jene Prozesse bezeichnet, welche erst beim Erreichen gewisser Bedingungen auftreten und bspw. das Abflussverhalten eines Einzugsgebiets plötzlich verändern. Typische Beispiele sind Boden- oder Karstspeicher, die eine bestimmte Menge Wasser zurückhalten. Wenn sie gefüllt sind, steht plötzlich mehr Wasser für den oberflächlichen Abfluss zur Verfügung.

Informationsbeschaffung

Für die Schutzmassnahmen müssen Informationen zu Abmessungen, Ausführung, Zustand sowie zu ihrem Verhalten bei vergangenen Ereignissen vorliegen (Bewährung). Gerade bei älteren Massnahmen ist die Aktenlage oft lückenhaft und Angaben zur Bemessung fehlen. Die fehlenden Informationen müssen dann zusammengetragen oder im Feld erhoben werden. Bei neuen oder projektierten Massnahmen liegen die notwendigen Dokumente meist vor.

Für die Beurteilung können in Abhängigkeit des Prozesses und des Massnahmen-typs qualitative und quantitative Methoden eingesetzt werden:

Qualitative Beurteilung

- Für qualitative Bearbeitungen sind Methoden wie gutachtliche Einschätzungen, Beurteilungen im Gelände, Wertungen aus Erfahrung, etc. bezeichnend. Ungeachtet der eher geringen Bearbeitungstiefe sind solche Betrachtungen für das Gesamtverständnis wichtig und in vielen Fällen für die Mass-

nahmenbeurteilung ausreichend. Das typische Resultat einer qualitativen Betrachtungsweise hinsichtlich Schutzmassnahmen sind Gefährdungsbilder³.

- Für quantitative Bearbeitungen sind messtechnische Untersuchungen oder Berechnungen typisch. Diese Bearbeitungstiefe ist dann angebracht, wenn sich die Massnahmenbeurteilung speziell auf quantitative Betrachtungen einzelner Parameter stützt. Dies ist nicht notwendigerweise gleichbedeutend mit einer quantitativen Massnahmenüberprüfung im Sinne der Tragwerksbemessung. Entsprechend der Vorgehensweise resultieren Zahlenwerte, welche hier als Einwirkungen⁴ bezeichnet werden.

Quantitative
Beurteilung

5.4 Tragsicherheit

Die Tragsicherheit ist die Fähigkeit eines Bauwerkes, für die anzunehmenden Einwirkungen einen ausreichenden Tragwiderstand zu gewährleisten. Das heisst, bei einer bestimmten Belastung darf kein Versagen des Bauwerkes auftreten. Die Tragsicherheit gilt als erfüllt, wenn die Prozesseinwirkungen vom Bauwerk unter Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheiten, z.B. gemäss den SIA-Normen, aufgenommen werden können. Die Überprüfung der Tragsicherheit kann je nach Massnahme und Situation in einem unterschiedlichen Detaillierungsgrad erfolgen.

Definition
Tragsicherheit

Eine pauschale Beurteilung ist in folgenden Fällen gerechtfertigt:

- Die Belastung ist deutlich kleiner als der Tragwiderstand. Die Einwirkungen beeinflussen die Tragsicherheit nur unwesentlich bzw. es bestehen grosse Sicherheitsreserven (z.B. Lawinenauffangdamm, wo die Einwirkungen einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Tragsicherheit haben).
- Der Tragwiderstand ist bekannt. Der Tragsicherheitsnachweis ist in den Bauwerksakten enthalten bzw. es handelt sich um typengeprüfte Bauwerke (z.B. homologierte Steinschlagschutznetze).

Pauschale
Beurteilung

Bei einer pauschalen Beurteilung muss der Zustand des Bauwerkes im Hinblick auf eine mögliche Reduktion der Tragsicherheit kritisch beurteilt werden.

Eine qualitative Beurteilung steht im Vordergrund, wenn die exakte Überprüfung der Tragsicherheit unverhältnismässig ist oder gar nicht durchgeführt werden kann (z.B. Wildbachsperre älteren Baujahres). Qualitative Beurteilungen dürften bei vielen Massnahmen für eine Überprüfung der Tragsicherheit genügen. Im Vergleich zur pauschalen Beurteilung muss bei der qualitativen Beurteilung der Tragwiderstand abgeschätzt werden, was bei einer robusten und bekannten Konstruktionsweise durch eine visuelle Beurteilung von Verformungen und Rissen geschehen kann. Bei der qualitativen Beurteilung der Tragsicherheit ist darauf zu achten, dass

Qualitative
Beurteilung

- mit der erkennbaren, vermuteten oder absehbaren Alterung des Bauwerkes der Tragwiderstand abnehmen kann,
- sich die spezielle Bedeutung verborgener und nicht kontrollierbarer Tragwerksteile erst im Schadensfall zeigen kann und
- die massgebende Einwirkung unter Umständen noch gar nicht aufgetreten ist.

³ Die Gefährdungsbilder stellen eine systematische Sammlung aller möglichen Prozesseinwirkungen auf die Bauwerke dar. Der Begriff „Bild“ widerspiegelt die Tatsache, dass sich die massgebenden Einwirkungen häufig schlecht quantitativ festlegen lassen und die integrale Betrachtung des gesamten Ereignisverlaufes relevant ist.

⁴ Unter dem Begriff Einwirkungen werden alle quantitativ hergeleiteten Prozessgrössen zusammengefasst. Entsprechend kann es sich dabei etwa um Schneehöhen (Stützverbau), Energien (Steinschlagnetze) oder Wasserstände (Hochwasserdamm) handeln.

Die Tragsicherheit kann im Allgemeinen als erfüllt angenommen werden, wenn die Überprüfung des Bauwerkes vor Ort keine verdächtigen Mängel oder Schäden ergibt und der vermutete Tragwiderstand auch unter Berücksichtigung der oben aufgelisteten Punkte den zu erwartenden Einwirkungen gewachsen ist. Zu beachten ist in jedem Fall, dass die Beurteilung sehr vorsichtig vorgenommen werden muss, wenn nur wenige Angaben zum Bauwerk oder zu dessen Belastungsgeschichte vorliegen.

Quantitative
Beurteilung

Bei neuen Bauwerken oder bei Massnahmen, bei denen die Funktionsfähigkeit vom Tragwiderstand dominiert wird⁵, steht eine quantitative Überprüfung der Tragsicherheit im Vordergrund⁶. Bei der quantitativen Überprüfung wird die Tragsicherheit rechnerisch nachgewiesen. Dies kann etwa bei Hochwasserdämmen erforderlich sein, wo der qualitativ-visuelle Eindruck unter Umständen nicht ausreichend ist, um die Konsequenzen der Einwirkungen (z.B. Höhe des Wasserspiegels, Überströmen oder Dauer des Einstaus) auf die Tragsicherheit bestimmen zu können.

5.5 Gebrauchstauglichkeit

Definition
Gebrauchstauglichkeit

Die Gebrauchstauglichkeit ist die Fähigkeit eines Bauwerkes die Funktionstüchtigkeit in Bezug auf die festgelegten Nutzungsanforderungen während des Einsatzes zu gewährleisten. Sie hat bei Schutzbauwerken gegen Naturgefahren eine grosse Bedeutung, ergibt sich doch die Wirkung erst aus dem ordnungsgemässen Funktionieren (z.B. Gewährleisten einer genügend grossen Abflusskapazität).

Die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit (Schritt 2) ist eng mit der Beurteilung der Wirkung der Massnahme als Ganzes (Schritt 3) verwandt. Wie weit die Bearbeitung speziell in Schritt 2 geht, ergibt sich weitgehend aus der Unterscheidung von qualitativer und quantitativer Beurteilung (vgl. Kap. 5.3):

Qualitative
Beurteilung

- Bei der qualitativen Beurteilung ergibt sich die Gebrauchstauglichkeit primär aus der Konzeption, der Ausführung und dem Zustand des Bauwerkes. Sie wird also pauschal aufgrund von Erfahrungswerten und der Situation im Gelände abgeschätzt. Ein Beispiel dafür sind Steinschlagdämme, bei welchen die Gebrauchstauglichkeit unter anderem aus der tatsächlichen oder vermuteten Vorverfüllung (reduzierte Wirkungshöhe) und der bergseitigen Böschungsneigung (Gefahr des Überrollens) resultiert.

Quantitative
Beurteilung

- Bei der quantitativen Beurteilung müssen Zahlenwerte zu den Einwirkungen vorliegen. Somit kann auch die Gebrauchstauglichkeit (unterschieden nach den Szenarien) quantitativ angenähert werden. Dabei spielt die qualitative Betrachtung nach wie vor eine wichtige Rolle. So ergibt sich die Gebrauchstauglichkeit von Gerinnen mit Hochwasserdämmen aus dem Vergleich der Abflusswerte mit der Durchflusskapazität (Überfließen der Dämme ja / nein), aber auch aus Beeinträchtigungen wie z.B. starker wasserseitiger Bestockung.

Schwachstellen hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit zeigen sich häufig erst nach längeren Zeiträumen insbesondere bei ungenügendem Unterhalt. Eine mangelhafte Gebrauchstauglichkeit äussert sich in der Regel in einer Abnahme der Wirkung auf den Prozess. Weiter können Mängel zu neuen, bisher nicht berücksichtigten Gefährdungsbildern bzw. Einwirkungen und damit zu einem Verlust der Tragsicherheit führen.

⁵ der Prozess wie z.B. Steinschlag oder Hochwasser belastet die Massnahme direkt und bei einem Versagen besteht keine Wirkung mehr.

⁶ Sofern der Nachweis nicht bereits in der Projektierung erfolgt ist oder eine pauschale Betrachtung genügt.

Eine fehlende Gebrauchstauglichkeit kann in gewissen Fällen zu einem funktionellen Versagen der Massnahme führen (z.B. deutlich zu geringe (Rest-) Nutzungshöhe von Dämmen). Eine geringe Zuverlässigkeit und damit geringe Wirkung von Schutzmassnahmen kann deshalb sowohl aus einer fehlenden Tragsicherheit (strukturelles Versagen) als auch aus einer mangelhaften Gebrauchstauglichkeit (keine Funktionsfähigkeit) resultieren (vgl. Kap. 5.7).

5.6 Dauerhaftigkeit

Die Anforderungen an die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit einer Massnahme sollen im Rahmen der vorhersehbaren Einwirkungen über längere Zeit erfüllt bleiben, ohne unvorhergesehenen Aufwand für die Instandhaltung betreiben zu müssen. Die Dauerhaftigkeit einer Massnahme kann als gewährleistet betrachtet werden, wenn im Rahmen eines „normalen“ Unterhaltes eine Nutzungsdauer der Massnahme von 50 Jahren und mehr angenommen werden kann.

Definition
Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit ist stark von der jeweiligen Situation abhängig. Nicht nur der Typ der Massnahme, sondern auch der Standort, die Bauausführung, die Art und Frequenz der Einwirkungen etc. spielen eine wichtige Rolle. Weiter sind Unterhaltsaspekte von Bedeutung. Nicht kontrollierbare und damit nicht unterhaltbare Massnahmen, bei denen beispielsweise verborgene Bauteile wie nicht kontrollierbare Anker für die Tragsicherheit relevant sind, erfüllen in der Regel die Kriterien der Dauerhaftigkeit nicht.

Die Überprüfung der Dauerhaftigkeit erfolgt in der Regel qualitativ. Aus dem aktuellen Zustand, dem Alter, der möglichen Zustandsentwicklung der Massnahme und den angenommenen Einwirkungen kann die Dauerhaftigkeit abgeschätzt werden. Die Überprüfung basiert stark auf dem Erfahrungsschatz mit der Massnahme und den lokalen Gegebenheiten.

I.d.R. qualitative
Beurteilung

5.7 Zuverlässigkeit

Zustand und Verhalten einer Massnahme werden für die verschiedenen Gefährdungsbilder, Einwirkungen oder Szenarien basierend auf Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit qualitativ oder quantitativ eingeschätzt (Abb. 5.2).

Das Resultat besteht in einer Unterscheidung zwischen hoher, eingeschränkter und geringer Zuverlässigkeit:

- Für eine hohe Zuverlässigkeit müssen Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit erfüllt sein. Bei der anschliessenden Wirkungsbeurteilung kann die Massnahme als voll wirksam betrachtet werden.
- Eine eingeschränkte Zuverlässigkeit ist durch eine reduzierte Wirkung der Massnahme gekennzeichnet. Sie kann sowohl aus ungenügender Gebrauchstauglichkeit als auch aus mangelhafter Dauerhaftigkeit resultieren. Bei der Wirkungsbeurteilung sind die Szenarien bzw. die für die Wirkung der Massnahme massgebenden Grössen entsprechend anzupassen.
- Bei einer geringen Zuverlässigkeit muss ein Versagen der Massnahme erwartet werden. Die Massnahme entfaltet keine reduzierende Wirkung auf den Prozess. In solchen Situation muss geprüft werden, ob die Massnahme nicht sogar negative Auswirkungen auf den Prozessablauf haben kann.

Hohe Zuverlässigkeit =>
Massnahme ist wirksam

Eingeschränkte
Zuverlässigkeit =>
reduzierte Wirkung

Geringe Zuverlässigkeit
=> keine oder negative
Wirkung

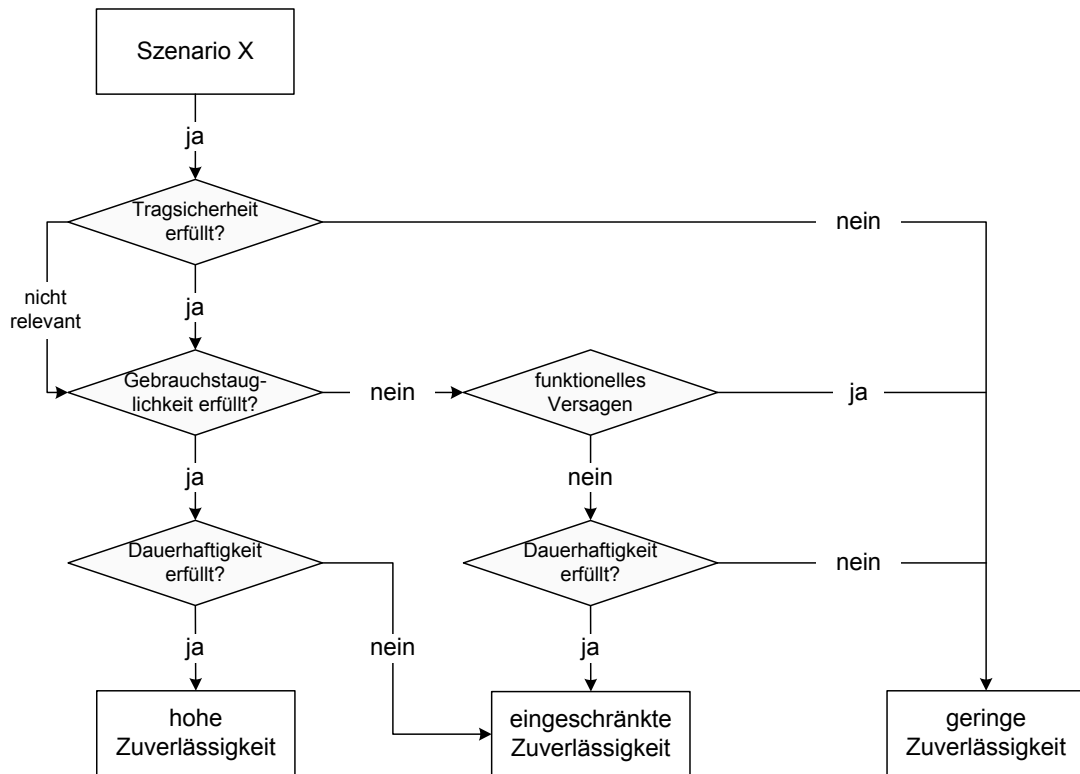


Abb. 5.2: Bestimmung der Zuverlässigkeit aufgrund von Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit.

5.8 Interaktionen Einzelmaßnahme – Gesamtsystem

Einzelteile einer
Maßnahme zusammen
betrachten

Eine Maßnahme im Sinne von Kapitel 5.2 („Summe aller Teile“) kann aus verschiedenen Elementen bestehen, welche insbesondere hinsichtlich ihrer Tragsicherheit einzeln beurteilt werden. Für die Zuverlässigkeit der Maßnahme müssen die Detailergebnisse zusammengefasst werden:

- In vielen Fällen bietet sich eine pauschale Abhandlung an. Die Beurteilung der einzelnen Elemente wird zwar vorgenommen, aber die Maßnahme wird zusammenfassend und nicht bauteilspezifisch bewertet (z.B. 20% der Elemente sind nicht tragsicher). Typische Vertreter dafür sind Lawinenverbauungen und Felssicherungen mit einer Vielzahl von tragenden Elementen (Schneebrücken, Anker). Im Einzelfall ist zu beurteilen, ob die Summe von allfälligen Mängeln bei den einzelnen Elementen zu einer nicht erfüllten Tragsicherheit und damit geringen Zuverlässigkeit der Maßnahme führen (z.B. wenn der Anteil nicht tragfähiger Elemente über 30 % liegt). Evtl. können einzelne Ausfälle aus Sicht der Maßnahme als Mängel der Gebrauchstauglichkeit (eingeschränkte Funktionsfähigkeit) und damit als eingeschränkte Zuverlässigkeit bewertet werden.
- Ist das einzelne Element der dominierende Teil der Maßnahme, ergibt sich die Zuverlässigkeit der Maßnahme aus dessen Beurteilung. Typische Vertreter dafür sind Dämme aller Art.
- Schliesslich gibt es wenige Fälle, bei denen die einzelnen Elemente und deren Kombination als (Gesamt-) Maßnahme gleichbedeutend sind (z.B. Wildbassperrren und Sperrentreppen). Hier müssen Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit für beide Ebenen nacheinander explizit beurteilt werden.

Bilden zwei verschiedene Massnahmen ein „Gesamt-Schutzsystem“ und handelt es sich nicht um eine Massnahme im Sinne von Kapitel 5.2, sind sie in logischer Reihenfolge einzeln unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens zu beurteilen. Dabei sind Iterationen denkbar. Beispiele sind vor allem im Zusammenhang mit Hangbewegungen (Rutschungen, Wildbäche) zu finden, so etwa Sperrenverbau mit Hangsicherung oder Hangentwässerung mit Stützmauer am Hangfuss.

Einzelmassnahmen
eines Gesamt-
Schutzsystems separat
betrachten

6. Schritt 3: Wirkungsbeurteilung

6.1 Übersicht

Die Wirkungsbeurteilung quantifiziert den Einfluss der Massnahme auf den Prozessablauf unter Berücksichtigung ihrer Zuverlässigkeit. Die Prozessbeurteilung ist von Prozess- und Massnahmentyp abhängig. Daraus resultieren die Intensitäten und Wahrscheinlichkeiten pro Szenario und somit die Grundlagen für die Gefahrenkarten.

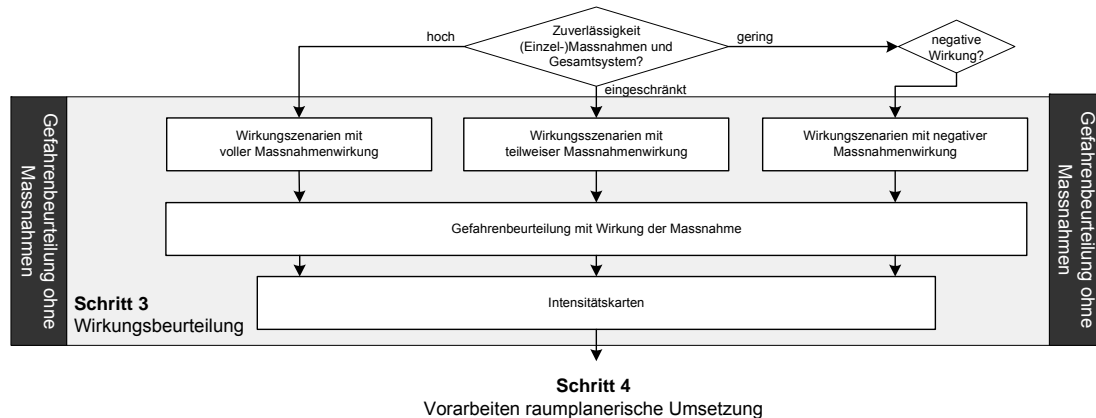


Abb. 6.1: Beurteilung von Schutzmassnahmen – Schritt 3, Wirkungsbeurteilung.

6.2 Massnahmenbeeinflusste Szenarien

Die Szenarien für die Gefahrenbeurteilung werden unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeit der Massnahmen festgelegt. In der Regel gilt, dass bei einer hohen Zuverlässigkeit mit der vollen Massnahmenwirkung gerechnet werden kann. Szenarien mit eingeschränkter Zuverlässigkeit sind genauer zu spezifizieren. Die Einschränkungen können verschiedene Ursachen haben und sich somit unterschiedlich auf den Prozess auswirken. Szenarien mit geringer Zuverlässigkeit entsprechen entweder einem Szenario ohne Massnahmenwirkung oder aber einem Szenario mit negativer Wirkung.

Extremszenarien sind immer zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich definitionsgemäss um Szenarien, die nicht den bekannten, angenommenen oder vermuteten Grundlagen bei der Bemessung der Massnahmen entsprechen. Beim Extremereignis stellt eine hohe Zuverlässigkeit der Massnahmen eher die Ausnahme dar.

6.3 Prozessbeurteilung für Intensitätskarten

Mit den Methoden der Prozessbeurteilung (z.B. lawinendynamische Berechnungen oder Steinschlagsimulationen) wird die Intensität für die untersuchten Szenarien unter Berücksichtigung der Wirkung der Massnahmen bestimmt. Oft stehen nur grobe, empirische Ansätze zur Verfügung. Insbesondere ist die Wirkung einer Schutzmassnahme ein Extremereignis oft nur schlecht bekannt.

Es sind zwei Vorgehensweisen üblich:

- die Massnahme wird in der Prozessmodellierung direkt berücksichtigt (z.B. Überflutungsmodellierung mit Damm).

Zuverlässigkeit einer Massnahme in Gefahrenbeurteilung spezifizieren

- die Massnahme wird indirekt in der Prozessmodellierung berücksichtigt, indem mit massnahmenbeeinflussten Szenarien aber ohne die in die Modellierung integrierten Massnahmen gearbeitet wird (z.B. Stabilitätsberechnung eines Rutschhanges mit durch Entwässerungen abgesenktem Hangwasserspiegel). Dieses Vorgehen wird dort angewendet, wo die Interaktion von Prozess und Massnahme sehr komplex ist und nicht in ein Modell integriert werden kann.

Das Resultat der Wirkungsbeurteilung wird in Intensitätskarten dargestellt. Falls bereits für die Ausgangssituation eine Beurteilung durchgeführt wurde, stellt die Differenz der Karten ohne Massnahmen und mit Massnahmen die Wirkung dar.

7. Schritt 4: Empfehlungen zur raumplanerischen Umsetzung

7.1 Anlass

Schutzmassnahmen in Gefahrenkarten

Gefahrenkarten bilden eine von mehreren wichtigen Grundlagen für die optimale Gestaltung der Raumnutzung. Gestützt auf die Richtlinien und Empfehlungen des Bundes zeigen sie die Gefährdung durch Lawinen, Hochwasser und Murgänge, Rutschungen sowie Sturzprozesse auf. Gefahrenreduzierende Schutzmassnahmen führen dazu, dass Gefahrenbereiche kleiner ausfallen oder einer geringeren Gefährdungsklasse zugewiesen werden können. Bei neuen Schutzmassnahmen können sich daraus Anpassungen des Zonenplanes mit einer Ausweitung der bebaubaren Fläche ergeben. Dabei besteht die Gefahr, dass die Besiedlung in Gebieten erfolgt, welche potenziell etwa bei vernachlässigtem Unterhalt infolge Finanzierungslücken nach wie vor einer Gefährdung ausgesetzt sind. Daraus ergibt sich das vitale Interesse aller Beteiligten, die Gefährdung insbesondere unter Berücksichtigung der Wirkung der Schutzmassnahmen möglichst treffend bestimmen zu können. Dazu müssen angemessene Konsequenzen gezogen werden, hinsichtlich der Raumplanung, Bautätigkeit und Besiedlung, z.B. indem Unterhaltspläne erstellt und ausgeführt werden.

Gefahrenreduktion durch Schutzmassnahmen bestimmen

Der erste Teil, die Bestimmung der Gefahrenreduktion, wird durch das vorgestellte Vorgehen von PROTECT abgedeckt. Es stellt nach heutigem Stand des Wissens die bestmögliche Vorgehensweise dar, um die Wirkung von Schutzmassnahmen zu bestimmen.

Umsetzungsempfehlungen aus Sicht der Naturgefahrenfachleute

Der zweite Teil, die raumplanerische Umsetzung, wird im Folgenden diskutiert. Dazu gilt es aber einschränkend festzuhalten, dass die Betrachtung primär aus Sicht der Naturgefahrenfachleute erfolgt. Eine umfassende Behandlung der Thematik aus raumplanerischer Sicht unter Einbezug von weiteren Aspekten wie Wirtschaft und Recht ist hier nicht möglich.

7.2 Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren

Restgefährdung bei Schutzmassnahmen

Der Zusammenhang von Raumplanung und Naturgefahren wurde 2005 in den Empfehlungen des Bundes thematisiert (ARE et al., 2005). Darin werden auch einzelne Aspekte zur Bedeutung von Schutzmassnahmen angesprochen. Mit direktem Bezug zur raumplanerischen Umsetzung wird etwa festgehalten, dass Schutzbauten zur Erweiterung bestehender Bauzonen oder zur Ausscheidung von neuen Baugebieten nur sehr zurückhaltend erstellt werden sollten. „Dies gilt umso mehr, wenn es sich um Gefährdungen durch Naturgefahren mit geringer Vorwarnzeit und hoher Intensität handelt oder wenn die Nutzung in Richtung der Gefahrenquelle erweitert wird. Durch Schutzbauten gesicherte Räume sollten im Zonenplan als potenzielle Gefahrengelände mit einer Restgefährdung ausgewiesen werden“ (ARE et al., 2005: 25). PROTECT steht grundsätzlich im Einklang mit diesen Empfehlungen und unterstützt ihre Berücksichtigung. Einzelne Aspekte werden durch PROTECT genauer spezifiziert.

7.3 Akteure

Im gesamten Prozess lassen sich im Wesentlichen vier Hauptakteure unterscheiden:

- Der Naturgefahrenexperte ist in enger Zusammenarbeit mit der kantonalen Naturgefahren-Fachbehörde für die fachgerechte Erarbeitung der Gefahrenkarte verantwortlich. Generelle Empfehlungen zur raumplanerischen Umsetzung sind in der Regel nicht Teil des Auftrages. Spezifische Empfehlungen beispielsweise zu möglichen Schutzmassnahmen (z.B. Objektschutzmassnahmen) können bei Bedarf verlangt werden.
- Der Raumplaner kümmert sich um die raumplanerische Einbindung in die Nutzungspläne der Gemeinde gemäss den Richtlinien des Kantons. Im Allgemeinen ist sein Freiraum relativ klein. So sollen Festlegungen nachvollziehbar sein, Richtlinien und Ähnliches sind zu berücksichtigen und über das gesamte Kantonsgebiet soll ein vergleichbarer Massstab angewendet werden.
- Die politische Behörde hat eine Kontrollfunktion und ist für die Umsetzung zuständig. Mit der Genehmigung durch die kantonale Behörde (meist Regierungsrat) übernimmt die Genehmigungsbehörde die Verantwortung.
- Der Grundeigentümer darf sich auf den Zonenplan und mit ihm auf den Gefahrenzonenplan beziehungsweise die Gefahrenkarte verlassen. Mit der Einzonung seines Grundstücks wird grundsätzlich die Baueignung zugesprochen⁷. Mit der Überlagerung durch eine Gefahrenzone sind einer freien Überbauung jedoch Einschränkungen auferlegt (Polizeirecht).

Die Vielzahl der involvierten Akteure und deren unterschiedliche Aufgaben machen deutlich, dass die Herausforderung der angemessenen raumplanerischen Umsetzung von durch Schutzmassnahmen gesicherten Gebieten keinesfalls alleine von Naturgefahrenfachleuten bewältigt werden kann. Die Gefahrensituation ist nur einer von verschiedenen relevanten Faktoren. Naturgefahrenfachleute können aber aus ihrer Sicht Grundlagen bereitstellen, welche die übrigen Akteure in ihrer Arbeit unterstützen und gesamthaft zu möglichst optimalen Lösungen führt.

Umsetzung ist von verschiedenen Akteuren abhängig

7.4 Objektive Gefahrenkarten

Gefahrenkarten sind nach wissenschaftlichen Kriterien zu erstellen. Dies gilt auch im Zusammenhang mit Schutzmassnahmen, denn Gefahrenkarten bilden nicht nur eine Grundlage für die Raumnutzung, sondern auch für Interventionskarten oder für temporäre Massnahmen. PROTECT liefert für die Beurteilung von Schutzmassnahmen die Methodik. Diese soll konsequent angewendet werden. Politische, strategische und ähnliche Überlegungen hingegen gehören nicht in eine Gefahrenkarte.

Wissenschaftliche Kriterien

7.5 Unsicherheiten

Jede Gefahrenbeurteilung ist mit Unsicherheiten verbunden. Schutzmassnahmen können sie sowohl erhöhen (unsichere Wirkung) als auch verringern (hohe Wirksamkeit). Grundsätzlich sind Naturgefahrenexperten gefordert und geübt mit Unsicherheiten umzugehen. Das klar strukturierte Vorgehen von PROTECT reduziert

Unsicherheiten in der Gefahrenbeurteilung

⁷ Artikel 15, Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG) vom 22. Juni 1979.

zudem die Gefahr von Unsicherheiten aufgrund von fehlenden oder unvollständigen Analysen. Die mit der raumplanerischen Umsetzung betrauten Stellen und Personen sollen sich auf die fachtechnische Beurteilung des Naturgefahrenexperten verlassen können.

Unsicherheiten in der
Szenarienabgrenzung

Im Grundsatz sollen Unsicherheiten deshalb im Rahmen der Gefahrenbeurteilung (mit und ohne PROTECT) behandelt werden. Die Szenarien und Gefahrenkarten sollen entsprechende Überlegungen widerspiegeln. So wird der Gutachter bei kleinen Unsicherheiten die Szenarien enger abgrenzen und kann unter Umständen die Gefahrenbereiche kleiner halten. Bei grossen Unsicherheiten ist hingegen die Bandbreite der einzelnen Szenarien grösser, was sich in der Regel auch in der Ausscheidung der Gefahrenggebiete zeigt.

In einzelnen Fällen ist es denkbar, dass der Gutachter zu seinen Ergebnissen den Vorbehalt von erheblichen Unsicherheiten anbringt. Wenn trotz der grossen Bandbreite der Szenarien bzw. einer vagen Festlegung der Gefährdung ein Beibehalten oder Ausweisen einer gleich grossen Gefährdung sowohl mit als auch ohne Schutzmassnahmen nicht angemessen ist (z.B. wegen kleiner Wahrscheinlichkeit), soll der Gutachter dies explizit erläutern. Ob und wie diese Zusatzinformationen umgesetzt werden, bleibt aber den zuständigen Stellen vorbehalten.

7.6 Versagensszenarien

Die Anwendung von Schutzmassnahmen schliesst implizit ihr Versagen etwa bei Überlastung mit ein. Die Folgen einer solchen Überlastung durch ein extremes oder nicht erwartetes Ereignis soll im Rahmen von PROTECT explizit geprüft werden. Die in einem solchen Fall betroffene Fläche wird in der Regel gelb-weiss markiert, sofern das Versagen nicht bereits bei einem Ereignis ≤ 300 jährlich eintritt.

Darüber hinaus wird keine Ausscheidung des durch die Schutzmassnahmen gesicherten Raumes vorgenommen. Die Analyse einer Überlastung entspricht der Realität mehr als ein hypothetisches Weglassen der Massnahmen.

7.7 Gefahrenkarten vor und nach Massnahmenerstellung

Besteht für ein Gebiet mit Schutzmassnahmen noch keine Gefahrenbeurteilung oder ist die bestehende veraltet und daher keine Vergleichsbasis, wird die Gefahrenkarte unter Berücksichtigung der Schutzmassnahmen nach PROTECT erstellt.

Gefahrenkarten zeigen
Bedarf von Schutz-
massnahmen

Ein Vergleich von alter und neuer Beurteilung ist bei bereits bestehenden qualitativ genügenden Gefahrenkarten möglich. Diese Situation tritt besonders bei der Planung von neuen Schutzmassnahmen auf, deren Bedarf und Verhältnismässigkeit sich aus dem Vergleich der Situation vor und nach Massnahmenrealisierung und der damit verbundenen Gefahrenreduktion ableitet.

Rückstufungen nach
Massnahmenerstellung
möglich

Die besondere Bedeutung dieses Vergleichs ergibt sich durch die mögliche Rückstufung von Gefahrenggebieten von einer höheren (z.B. rot) zu einer schwächeren Gefährdung (z.B. blau). Bei entsprechender raumplanerischer Umsetzung kann eine verstärkte Besiedlung die Folge sein. Hier gilt es, die Objektivität der Gefahrenkarte zu wahren und die Farbgebung mit Massnahmen getreu der Methodik PROTECT zu bestimmen und politische Betrachtungen im weiteren Sinne der Konsequenzen einer (Nicht-) Änderung der Farbgebung zu vermeiden respektive in die Verfahren nach Erstellung der Gefahrenkarte zu verweisen. Grundsätzlich ist bei der Nutzung von Gebieten, die durch Schutzmassnahmen gesichert sind, eine gewisse Zurück-

haltung empfehlenswert (vgl. ARE et al., 2005: 25). Es ist aber auch zu respektieren, dass weitere Argumente für den Entscheid massgebend sind.

Eine gewisse Zurückhaltung bei der Anpassung (Intensivierung) der Raumnutzung scheint unter anderem in folgenden Fällen angebracht:

- Der Gutachter weist explizit auf erhebliche Unsicherheiten hin, z.B. wegen Unsicherheiten beim Prozess und bei der Wirkung der Massnahme, wegen allgemeinen Veränderungen des Gebietes, wegen Klimasensitivität oder wegen gegenseitiger (negativer) Beeinflussung von Prozessen
- Extremereignisse sind schwer abschätzbar bzw. kaum quantifizierbar. Die Folgen eines extremeren Ereignisses, als es der Gefahrenbeurteilung zu Grunde gelegt wurde, sind somit weitgehend unbekannt.
- Die Schutzmassnahmen sind bei einem Extremereignis weitgehend wirkungslos. Die Gefahrenbeurteilung ist damit sensitiv auf Abweichungen bei den Szenarien.

7.8 Umgang mit gelben und gelb-weissen Gefahrengebieten

Gelbe und gelb-weisse Gefahrengebiete spielen bei der Berücksichtigung von Schutzmassnahmen eine wichtige Rolle. Eine reduzierende Wirkung vorausgesetzt, können viele gesicherte Gebiete so eingefärbt werden. Es stellt sich aber die Frage, ob die heutige unverbindliche Regelung als Hinweiszonen genügend bzw. angemessen ist. So kann es durchaus sinnvoll sein, auch in diesen Gebieten eine gewisse Steuerung der Raumnutzung vorzunehmen. Diese Fragen sind aber nicht im Rahmen von PROTECT zu lösen, sondern sprechen eine Diskussion und allenfalls Anpassung der Bundesempfehlungen zur Gefahrenkartierung an.

Umgang mit gelb bzw. gelb-weiss klären

7.9 Zeitpunkt der Berücksichtigung

Geplante und bestehende Massnahmen werden gleich beurteilt. Nach der Realisierung einer Massnahme muss überprüft werden, ob die Ausführung dem Projekt entspricht und ob eine Gefahrenbeurteilung, welche in der Planungsphase vorgenommen wurde, noch gültig ist. Frühestens dann ist eine raumplanerische Berücksichtigung des neuen Zustandes angebracht. Bei einzelnen Typen von Schutzmassnahmen ist zudem eine Karenzfrist angemessen. Dies betrifft beispielsweise Werke mit biologischen Komponenten (Aufforstungen, Ingenieurbiologie), viele Werke im Bereich der Rutschungssicherung oder Werke, bei denen einige Jahre der Beobachtung einen wesentlichen Erkenntnisgewinn für die Wirkungsbeurteilung ermöglichen.

Nur realisierte Massnahmen berücksichtigen

Literatur

ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie), BAFU (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), 2005: Empfehlungen Raumplanung und Naturgefahren. Bern.

Romang H., Margreth S., Böll A., Kienholz H., 2003: Berücksichtigung von Schutzmassnahmen in der Gefahrenbeurteilung. Auswertung des Workshops der Forstlichen Arbeitsgruppe Naturgefahren (FAN) 2002.

Romang H., Margreth S., 2007: Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung. Umsetzung der Strategie Naturgefahren Schweiz: Projekt A 3. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, Bern.

SIA, 2003a: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. SIA Norm 260. Schweiz. Ingenieur und Architekten Verein, Zürich.

SIA, 2003b: Einwirkungen auf Tragwerke. SIA Norm 261. Schweiz. Ingenieur und Architekten Verein, Zürich.

SIA, in Vorb.: Erhaltung von Tragwerken. SIA Normenwerk 269. Schweiz. Ingenieur und Architekten Verein, Zürich.