

HINWEIS

Bei der vorliegenden Fassung von PROTECTpraxis handelt es sich um den Entwurf mit Stand Juli 2024 vor. Änderungen vorbehalten.

PROTECTpraxis

Berücksichtigung der Wirkung von Schutzmassnahmen in der Gefahren- und Risikobeurteilung

Teil I - Methodik

Titelbild

(Stand: 18.07.2024)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren	3
1.1 Einleitung	3
1.2 Zielpublikum und Ziele	3
1.3 Definition und Abgrenzung Schutzmassnahmen	4
1.4 Aufbau	4
2 Allgemeiner Ablauf PROTECT-praxis	6
2.1 Betrachtungsebenen und Anwendungsbereiche	6
2.2 Leitgedanken	7
2.3 Ablaufschema	9
2.4 Umsetzung PROTECTpraxis in Wirkungsszenarien	14
3 Bauliche Massnahmen	17
3.1 Begriff der baulichen Massnahmen	17
3.2 Betrachtungseinheit	17
3.3 Besonderheiten bei baulichen Massnahmen	17
3.4 Methodik – Übersicht	19
3.5 Einstufung Zuverlässigkeit im Detail	25
3.6 Beurteilungshilfen und Begleitdokumente	27
4 Biologische Massnahmen	28
4.1 Begriff der biologischen Massnahmen	28
4.2 Betrachtungseinheit Wald	29
4.3 Besonderheiten bei biologischen Massnahmen	30
4.4 Methodik – Übersicht	32
4.5 Checklisten und Beurteilungshilfen	40
5 Organisatorische Massnahmen	41
5.1 Begriff der organisatorischen Massnahmen	41
5.2 Betrachtungseinheit	43
5.3 Besonderheiten bei organisatorischen Massnahmen	43
5.4 Methodik – Übersicht	45
5.5 Checklisten und Beurteilungshilfen	53
6 Grundlagen und Referenzen	54

1 Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren

1.1 Einleitung

Von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren wird zunehmend eine bestimmbare Wirkung erwartet, sei es als Grundlage für die Gefahrenbeurteilung oder im Rahmen von Risikoanalysen und weiteren Anwendungen. Ersteres ergibt sich aus dem Anspruch, dass sich nach der Umsetzung von Schutzmassnahmen die Gefährdung verändert und die Gefahren entsprechend kleiner werden bzw. ursprüngliche Gefahrengebiete in der Fläche reduziert ausgewiesen werden sollen. Die Methodik, die einer solchen Anpassung zugrunde liegt, ist bei Fachleuten unter dem Begriff PROTECT (2008) bekannt. Die durch Massnahmen geschützten Gebiete werden sodann meist intensiver genutzt, in der Folge steigen aber auch die Restrisiken. PROTECT ist somit ein bedeutender Bestandteil des integralen Risikomanagements und der langfristigen Risikosteuerung.

Seit 2002 haben verschiedene Aktivitäten zur Erarbeitung der PROTECT-Methodik beigetragen. Eine Entwurfsversion der Methodik wurde unter dem Patronat der Nationalen Plattform Naturgefahren PLANAT bereits 2008 publiziert. In der Einleitung hält die PLANAT vorausschauend fest, dass der 'PLANAT-Ordner' aufgrund der gemachten Erfahrungen zu gegebener Zeit zu überarbeiten sei. Ein Kurs der Fachleute Naturgefahren (FAN; www.fan-info.ch) mit Fokus auf die Anwendung von PROTECT hat 2015 ergeben, dass die Methodik PROTECT als Konzept gutgeheissen wird, gleichzeitig aber verschiedene Defizite bestehen, welche eine breite Anwendung bislang verhindert haben. Dazu gehört, dass die ursprüngliche Methodik stark prozessbasiert aufgebaut und weitgehend auf bauliche Massnahmen fokussiert ist. Zudem wurde kritisiert, dass die Methodik (allzu) stark auf die raumplanerische Umsetzung ausgerichtet ist und bei verschiedenen Gefahrenprozessen Unterschiede im Vorgehen bestehen.

PROTECTpraxis wird 2025 in der Serie Umweltwissen publiziert. Weitere Informationen zur Einordnung und zum Stellenwert von PROTECTpraxis folgen zu einem späteren Zeitpunkt durch das BAFU.

1.2 Zielpublikum und Ziele

PROTECTpraxis richtet sich an Naturgefahrenfachleute mit Erfahrung in der Prozessbeurteilung, Szenarienbildung und der Bestimmung von Einwirkungen. Wenig erfahrenen Anwenderinnen und Anwendern dient es als systematische Hilfe zur Beurteilung von Schutzmassnahmen; eine Begleitung durch erfahrene Fachleute ist jedoch unabdingbar.

Mit PROTECTpraxis sollen die bestehenden Lücken in der Beurteilung von Schutzmassnahmen gegen gravitative Naturgefahren geschlossen werden. PROTECTpraxis ist ein praxistaugliches Instrument, das ein strukturiertes Vorgehen zur Beurteilung der Wirkung von unterschiedlichen Arten von Schutzmassnahmen (bauliche, biologische, organisatorische) für spezifische Anwendungsbereiche und über verschiedene Naturgefahrenprozesse ermöglicht. Das heisst, dass der Schwerpunkt neu nicht mehr ausschliesslich auf den baulichen Massnahmen liegt, sondern auch auf biologische und organisatorische Massnahmen ausgeweitet wird.

PROTECTpraxis soll die Stellung einer Praxishilfe erhalten. Der Fokus liegt auf Beispielen, wie sie häufig im Gelände angetroffen werden; Spezialfälle sind gesondert zu betrachten. Zu diesem Zweck enthält PROTECTpraxis nicht nur einen nachvollziehbaren Beschrieb der Methodik, sondern gibt auch konkrete Hilfestellungen. Die Methodik beschreibt dabei den strukturierten Ablauf, Beurteilungshilfen und Checklisten unterstützen die Praktikerin und den Praktiker bei der konkreten Anwendung.

Methodik, Beurteilungshilfen und Checklisten sind allgemein gehalten und entsprechend auf allen Betrachtungsebenen anwendbar. Sie decken in erster Linie den 'Normalfall' ab. Auf eine weitere Differenzierung bezüglich Bearbeitungstiefe, Produkte, weitere Massnahmenkategorien wurde bewusst verzichtet, um die komplexe Materie nicht zu überladen. Die Erstellung weiterer Dokumente, abgeleitet aus PROTECTpraxis, beispielsweise für spezifische Anwendungen, ist jederzeit möglich.

1.3 Definition und Abgrenzung Schutzmassnahmen

Schutzmassnahmen sind Massnahmen, welche den Schutz vor gravitativen Naturgefahren gewährleisten sollen. Dazu gehören sowohl bauliche, biologische und organisatorische, als auch raumplanerische Massnahmen.

Bauliche Massnahmen: Bauwerke, die zum Schutz vor gravitativen Naturgefahren (Wasser, Rutsch, Sturz und Lawine) errichtet wurden. Andere Bauwerke, wie Gebäude, Mauern oder Brücken, zählen nicht zu den Schutzbauten, selbst wenn sie eine Wirkung auf den Gefahrenprozess haben können. Der Begriff der baulichen Massnahmen wird synonym zu den technischen Massnahmen verwendet.

Biologische Massnahmen: Vegetation, welche als schützendes Element gegenüber Naturgefahrenprozessen wirkt. Dazu gehören Wald und ingenieurbologische Bauweisen. Nicht als biologische Schutzmassnahmen gelten gehölzfreie Vegetationsflächen und Moore.

Organisatorische Massnahmen: Massnahmen, die vordefinierte Tätigkeiten und Verhalten umfassen, mit welchen im Vorfeld oder während eines Naturereignisses dessen Auswirkung begrenzt werden kann. Der Unterhalt baulicher Massnahmen zählt nicht zu den organisatorischen Massnahmen. Felsunterhalt und Sicherheitssprengungen werden den baulichen Massnahmen zugerechnet.

Raumplanerische Massnahmen: Massnahmen, die sicherstellen, dass Bauten und Nutzungen in gefährdeten Gebieten entweder vermieden oder naturgefahrengerecht erstellt werden, so dass Schäden, wenn immer möglich, vermieden werden können.

In der aktuellen Version von PROTECTpraxis werden raumplanerische Massnahmen nicht behandelt. Diese sollen nachgelagert bearbeitet werden.

1.4 Aufbau

Die Praxishilfe PROTECTpraxis ist modular aufgebaut. Dies ermöglicht es den Anwenderinnen und Anwendern, sich auf die jeweils aktuelle Fragestellung zu konzentrieren.

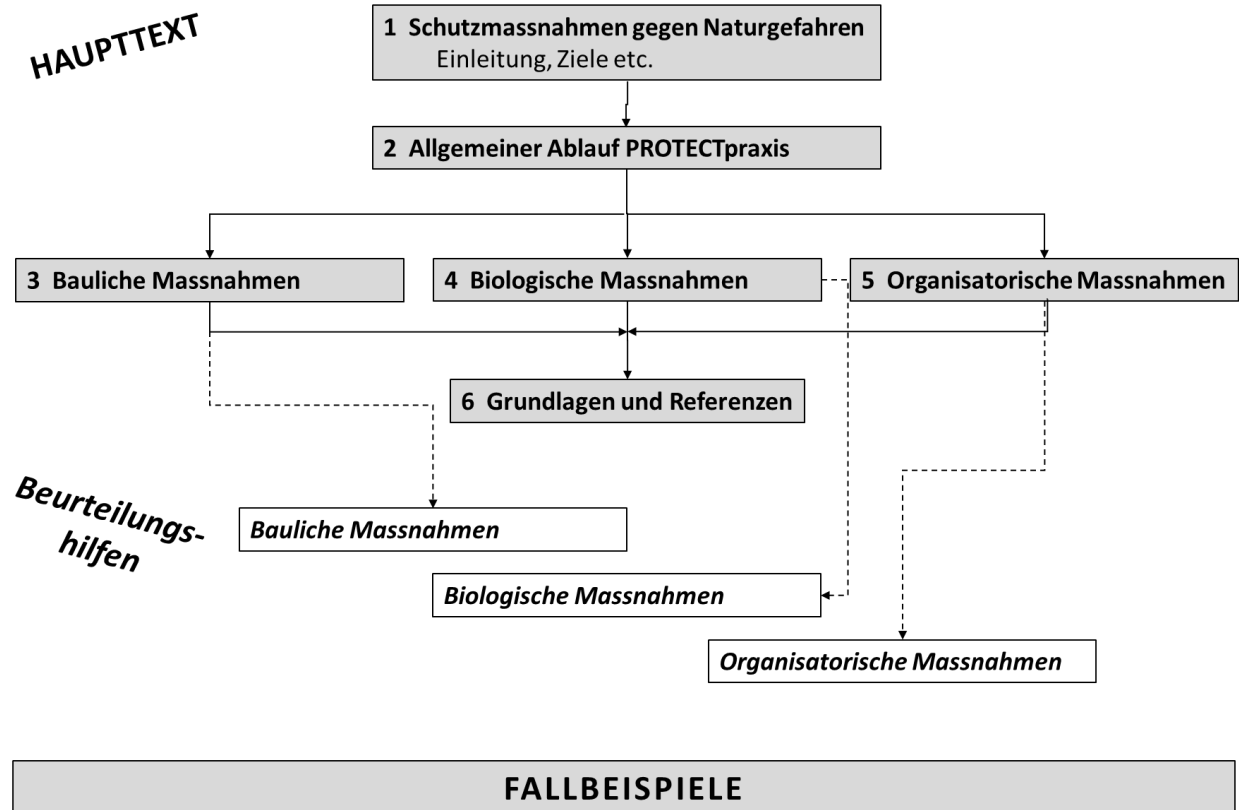
- | | | |
|---|---|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leitgedanken und allgemeines Vorgehen (Kap. 2) ▪ Bauliche Schutzmassnahmen (Kap. 3 + vertiefende Erläuterungen/Hilfen) ▪ Biologische Schutzmassnahmen (Kap. 4 + vertiefende Erläuterungen/Hilfen) ▪ Organisatorische Schutzmassnahmen (Kap. 5 + vertiefende Erläuterungen/Hilfen) ▪ Praxisbeispiele | } | Je Massnahmenkategorien |
|---|---|-------------------------|

Die Leitgedanken und das allgemeine Vorgehen bilden die übergeordneten Gefässe von PROTECTpraxis. Sie beschreiben dabei das «WAS». In den Massnahmen-Modulen werden die in den Leitgedanken umrissenen Gefässe mit Inhalt gefüllt. Sie beschreiben entsprechend das «WIE». In den nachgelagerten Praxisbeispielen liegt der Fokus auf der prozessspezifischen Anwendung von PROTECTpraxis.

In der praktischen Anwendung dürfte das Dokument PROTECTpraxis sowie die vertiefenden Erläuterungen und Hilfen (z.B. Spider-Diagramme) in der Regel "nur" punktuell konsultiert und verwendet werden. Deshalb werden

in der Beschreibung des Vorgehens in den drei Massnahmenkategorien (Kap. 3 bis 5) bewusst Wiederholungen (Ablaufschema und Textgerüst) in Kauf genommen. Damit können Querverweise (primär auf die Leitgedanken in Kap. 2) und das entsprechende Hin- und Her-Blättern vermieden werden.

Abb. 1 Aufbau PROTECTpraxis



2 Allgemeiner Ablauf PROTECT-praxis

2.1 Betrachtungsebenen und Anwendungsbereiche

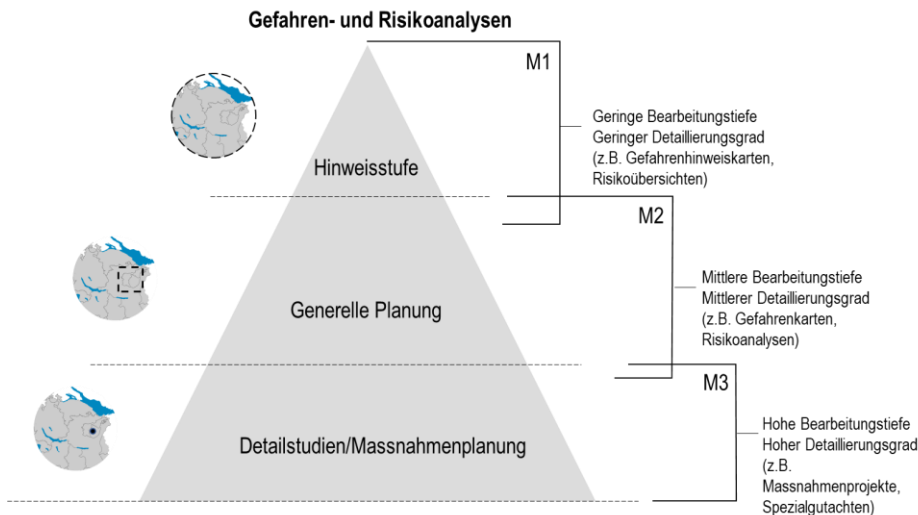
Mit PROTECTpraxis soll das Gerüst für ein einheitliches und strukturiertes Vorgehen zur Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen bei Gefahren- und Risikobeurteilungen vorgegeben werden. Die Struktur von PROTECTpraxis orientiert sich an den Massstäben gemäss BAFU 2016 [2], das Vorgehen wird in drei Schritte gegliedert und umfasst unterschiedliche Massnahmenkategorien:

- **3 Massstäbe (Bearbeitungstiefe)**
 - M1: Hinweisstufe (grober Massstab, Gefahrenhinweise/Risikoübersichten)
 - M2: Generelle Planung (mittlerer Massstab, Gefahrenkarten, Risikokarten)
 - M3: Detailstudien (detaillierter Massstab, Untersuchungen im Rahmen von Massnahmenplanungen oder Detailstudien, detaillierte Risikoanalysen)
- **3 Schritte beim Vorgehen**
 - Vorprüfung System und Grundlagen
 - Beurteilung Zuverlässigkeit
 - Beurteilung Massnahmenwirkung
- **3 Massnahmenkategorien**
 - Bauliche Massnahmen
 - Biologische Massnahmen
 - Organisatorische Massnahmen

Die Betrachtung erfolgt innerhalb einer Massnahmenkategorie (baulich, biologisch, organisatorisch) über unterschiedliche Skalen (Einzelmassnahme, Massnahmenverbund und Gesamtsystem). Im Rahmen einer Synthese wird die Wirkung der unterschiedlichen Massnahmenkategorien unter Berücksichtigung der jeweiligen Naturgefahrenprozesse zusammengezogen. Während heute eine Gefahrenbeurteilung oft prozessspezifisch durchgeführt wird (Beurteilung Wasser, Sturz, Lawine oder Rutsch), muss die Beurteilung von Schutzmassnahmen **integral über alle Prozesse** erfolgen. Die Einzelmassnahme oder der Massnahmenverbund stehen dabei im Zentrum. Beurteilt wird, in welcher Art und Weise eine Massnahme die betrachteten Gefahrenprozesse verändert. Szenarien, Prozesse und Massnahmen können einander wechselseitig beeinflussen. Aus diesem Grund ist eine **iterative Betrachtung zwingend**.

Die Anforderungen an eine Gefahrenbeurteilung werden von der Zielsetzung bestimmt. Die Bearbeitungstiefe (Betrachtungsebene bzw. Massstab) ergibt sich dabei aus dem Anspruch des angestrebten Produktes. Gleiches soll auch für die Beurteilung von Schutzmassnahmen gelten: je detaillierter die Ansprache der Gefahrenprozesse, umso höher die Anforderungen an die Beurteilung der Schutzmassnahmen. Während auf Stufe Gefahrenkarte Naturgefahrenfachleute die Beurteilung vornehmen, sind auf Stufe Detailbeurteilung vermehrt Spezialkenntnisse zu den Eigenschaften der zu beurteilenden Massnahmen gefordert. Der Beizug von Spezialistinnen und Spezialisten aus dem Forst- und Bauwesen oder der Technik sind auf dieser Stufe zwingend.

Abb. 2 Anwendungsbereiche der Gefahren- und Risikoanalysen



Die Schnittstellen von PROTECTpraxis innerhalb der gesamten Gefahrenbeurteilung sind klar definiert. Die Fragestellung oder Zielsetzung ergibt sich aus dem Projektanspruch. **Die einwirkenden Gefahrenprozesse werden vorgängig und im Rahmen der Gefahrenbeurteilung begutachtet. PROTECTpraxis kommt zum Einsatz sobald bekannt ist, welche Gefahrenprozesse auf die Schutzmassnahme einwirken können. Als Resultat liefert PROTECTpraxis Aussagen zur Wirkung einer Massnahme auf den Prozess. Im Anschluss erfolgt die Wirkungsanalyse im Rahmen der üblichen Gefahrenbeurteilung.**

2.2 Leitgedanken

Die Leitgedanken beschreiben die Grundprinzipien bzw. die generelle Philosophie von PROTECTpraxis. Sie sind nicht *per se* Bestandteil der Methode, fliessen aber handlungsleitend in diese ein.

PROTECTpraxis – ein wichtiger Teilaspekt von Gefahrenbeurteilungen

Die Beurteilung von Schutzmassnahmen, sprich PROTECTpraxis, steht nicht für sich allein, sondern ist eingebettet in die normale Gefahrenbeurteilung. Im Gegensatz zu Arbeitshilfen und weiteren Dokumenten des BAFU handelt es sich um ein breit abgestütztes Hilfsmittel der FAN für die Beurteilung von Schutzmassnahmen im Rahmen von Gefahren- und Risikobeurteilungen. Deshalb ist es möglich, dass einzelne Begriffe oder Hinweise von erst geplanten oder in Vorbereitung begriffenen Dokumenten des BAFU abweichen können.

Integrale, iterative und interdisziplinäre Systembetrachtung

Die Zusammenhänge zwischen Naturraum, Naturprozessen und Schutzgütern sind meistens hochkomplex. Oft beeinflussen sich die verschiedenen Naturgefahrenprozesse gegenseitig. Dementsprechend anspruchsvoll ist die Beurteilung von Naturgefahren und Risiken an sich.

Die zusätzliche Berücksichtigung von Schutzmassnahmen erhöht diese Ansprüche in vielen Fällen:

- Schutzmassnahmen müssen nicht nur im Einzelnen, sondern auch in ihrem gegenseitigen Zusammenwirken beurteilt werden.
- Schutzmassnahmen können nicht nur den Zielprozess (Steinschlagnetz → Steinschlag), sondern oft auch weitere Gefahrenprozesse positiv oder negativ beeinflussen (Steinschlagnetz → Schneegleiten oder Hangmuren).

Diese integrale Betrachtung erfordert sowohl eine **iterative Bearbeitung** über die ganze Gefahrenbeurteilung als auch **interdisziplinäre Zusammenarbeit**.

Szenarien

Für die Beurteilung von Schutzmassnahmen werden alle relevanten Prozesse und deren Einwirkungen betrachtet. Anzahl und Art der Szenarien hängen vom konkreten Auftragsziel ab. Der Überlastfall ist zwingend zu beurteilen. Der integrale Einbezug von allen massgeblichen Ereignisabläufen (im Sinne aller möglichen Prozesse, Prozessüberlagerungen, oder Kaskaden-Effekte) ist zu prüfen.

Unsicherheiten

Unsicherheit entsteht, wenn die für eine Entscheidung relevanten Informationen nicht ausreichend vorhanden sind. Generell sollten Unsicherheiten transparent dokumentiert werden. Welche Unsicherheiten tolerierbar sind, hängt in erster Linie vom konkreten Auftragsziel ab. Kann eine Schutzmassnahme aufgrund zu grosser Unsicherheiten nicht berücksichtigt werden, ist im Minimum eine negative Wirkung auszuschliessen. Wenn eine negative Massnahmenwirkung erwartet wird, muss diese in der Gefahrenbeurteilung entsprechend, allenfalls mit einer Verschärfung, berücksichtigt werden. Zu berücksichtigen ist, dass auch die ausserhalb von PROTECTpraxis erhobenen Grundlagen Unsicherheiten unterliegen können.

Auftragsabhängige Berücksichtigung

Die Berücksichtigung von Schutzmassnahmen erfolgt auftragsabhängig. Für die üblichen Anwendungen wie Gefahrenhinweiskarte, Gefahrenkarte, Detailbeurteilung/Massnahmenplanung oder Risikoanalyse gelten die spezifischen Anforderungen der verschiedenen Massnahmenkategorien.

Betrachtungshorizont

Bei allen Anwendungen mit raumplanerischen Konsequenzen (primär Intensitäts- und Gefahrenkarten auf Stufe M2) beträgt der Betrachtungshorizont und damit die erforderliche Nutzungsdauer mindestens 50 Jahre. Die Nutzungsdauer muss mit geregelten Erhaltungsmassnahmen (Überwachung, Unterhalt, Anpassung, Veränderung) gewährleistet sein. Bei allen anderen Anwendungen kann der Betrachtungshorizont davon abweichen.

Verfügbarkeit

Eine Schutzmassnahme muss zum Zeitpunkt des Ereignisses einsatzbereit sein und ihre Wirkung entfalten können. Eine zentrale Grundlage bildet hierfür das Erhaltungsmanagement. Bei allen Anwendungen mit raumplanerischen Auswirkungen muss die Wirkung der Massnahme permanent sichergestellt sein. Im Gegensatz dazu müssen organisatorische Schutzmassnahmen in der Regel vorgängig ausgelöst respektive installiert werden. Deren Verfügbarkeit wird in Einsatzplänen geregelt, wobei Vorwarn- und Installationszeit massgebend sind.

Adäquate Bearbeitungstiefe

In der Praxis existieren Schutzmassnahmen aus unterschiedlichen Zeiten, die mit verschiedenen Anforderungen an die Dimensionierungsgrundlagen erstellt wurden. Oft fehlt die Dokumentation zur Ausführung sowie zur Dimensionierung. Je nach Auftragsziel braucht es eine Entscheidung, in welcher Bearbeitungstiefe der Nachweis für eine Berücksichtigung bei der Massnahmenbeurteilung zu erbringen ist (gutachtlich bis zu Nachweisen nach SIA) und welchen Mehrwert eine Verbesserung der Beurteilungsgrundlagen mit sich bringt. Die notwendige Bearbeitungstiefe ist bereits im Pflichtenheft des Auftrages festzulegen.

Bestimmbare Wirkung

Schutzmassnahmen werden nur dann berücksichtigt, wenn sie eine bestimmbare Wirkung auf risikorelevante Faktoren (betroffene Fläche, Intensität, Präsenzwahrscheinlichkeit, und/oder Verletzlichkeit) ausüben. Bei baulichen und biologischen Schutzmassnahmen beeinflusst diese Wirkung vor allem die Ausbreitung, Intensität

und Wahrscheinlichkeit des Gefahrenprozesses. Im Gegensatz dazu beeinflussen organisatorische Schutzmassnahmen meist die Präsenz und Verletzlichkeit von Schutzgütern, sowie untergeordnet auch die Gefährdung (z.B. bei Sprengung von Lawinen).

Diese Wirkung kann je nach Fragestellung qualitativ oder quantitativ ermittelt werden. Sie kann positiv oder negativ sein.

Vorerst nur geplante Massnahmen können grundsätzlich gleich beurteilt werden wie bestehende Massnahmen. Weil sie jedoch erst nach der Realisierung wirken, ist ihre definitive Beurteilung und Berücksichtigung erst nach deren Fertigstellung möglich.

Betrachtung über die Zeit

Eine Beurteilung ist immer eine Momentaufnahme und muss periodisch überprüft werden. Zu berücksichtigen sind neben der Alterung der Schutzmassnahme auch die Historie und die künftige Entwicklung ihrer Umgebung. Weiter sind auch Veränderungen in Bezug auf die Gefahrenprozesse, Schadenpotenzial/Nutzung, sowie mögliche Entwicklungen infolge Klimawandel zu berücksichtigen.

Nachvollziehbarkeit

Die Beurteilung einer Schutzmassnahme und ihrer Wirkung muss nachvollziehbar sein. Dies bedingt, dass die wesentlichen Grundlagen und Entscheidungen der Beurteilung transparent dokumentiert werden.

2.3 Ablaufschema

2.3.1 Generelles Ablaufschema

Bereits im Pflichtenheft einer Projektausschreibung müssen die Ziele und die Bearbeitungstiefe (Massstab) für die Gefahren- oder Risikobeurteilung festgelegt werden. Ebenso muss darin die Berücksichtigung von Schutzmassnahmen geregelt und somit der Bezug zu PROTECTpraxis hergestellt werden.

Die Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen ist immer Bestandteil des ordentlichen, in der Regel iterativ erfolgenden, Ablaufs einer Gefahrenbeurteilung. In diesem Kontext stellt das generelle Ablaufschema die allgemeine Vorgehensweise zur Bestimmung der Wirkung von Schutzmassnahmen innerhalb der ordentlichen Gefahrenbeurteilung dar. Ziel des Ablaufschemas ist, dass dadurch sowohl alle Massstäbe M1–M3 gemäss BAFU 2016 [2] wie auch alle Massnahmenkategorien (baulich, biologisch und organisatorisch) und alle Gefahrenprozesse berücksichtigt werden können. Die Beurteilung wird dabei für sämtliche betrachteten Wiederkehrperioden durchgeführt. Auf diese Weise wird die Basis für ein strukturiertes und nachvollziehbares Vorgehen gelegt.

Das Vorgehen besteht im Wesentlichen aus 3 Schritten:

Schritt 1: Vorprüfung System und Grundlagen

Schritt 2: Beurteilung Zuverlässigkeit der Massnahme

Schritt 3: Wirkung der Massnahme

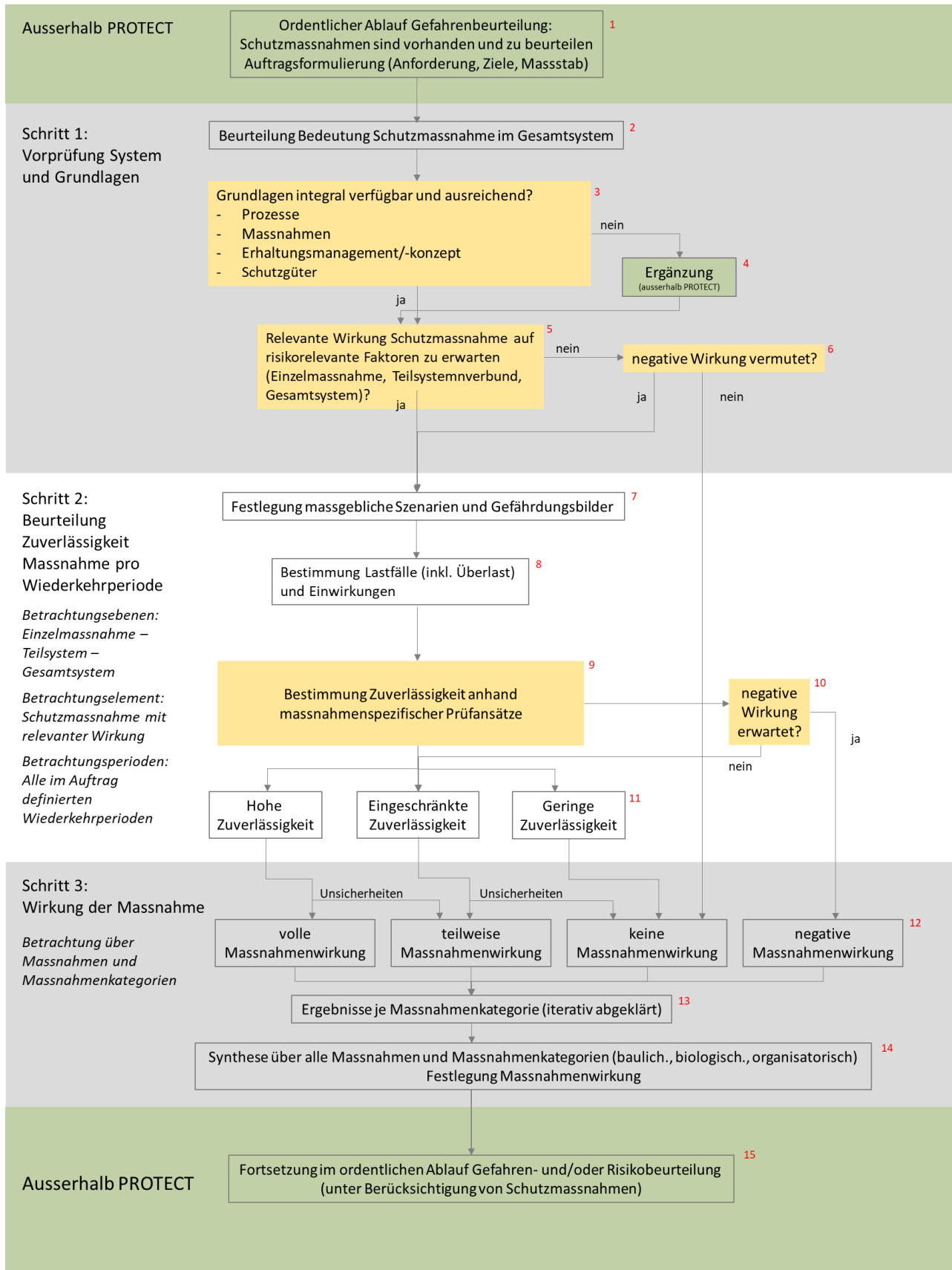
Mit der Festlegung der Massnahmenwirkung über alle Massnahmen und für alle betrachteten Wiederkehrperioden endet PROTECTpraxis und liefert die Grundlagen für die Umsetzung der Ergebnisse im weiteren Ablauf der Gefahren- und Risikobeurteilung.

Abb. 3 Generelles Ablaufschema PROTECTpraxis

Die rot dargestellten Ziffern beziehen sich auf die Anmerkungen in Kapitel 2.3.2.

PROTECTpraxis: generelles Ablaufschema

Ziffern: vgl. Anmerkung in den Kommentaren



2.3.2 Anmerkungen zum generellen Ablaufschema

Im Folgenden werden ausgewählte Punkte aus dem generellen Ablaufschema näher erläutert. Die Zahlen beziehen sich auf die im Ablaufschema rot gekennzeichneten Ziffern.

Ausserhalb PROTECTpraxis

1 Auftragsformulierung (Anforderungen, Ziele, Massstab)

Mit der Auftragsformulierung für eine Gefahrenbeurteilung wird die Systemabgrenzung definiert, die aufgrund der Erkenntnisse bei der Bearbeitung des Auftrags allenfalls iterativ anzupassen ist:

- Untersuchungsperimeter
- Relevante Gefahrenprozesse mit ihren Prozessräumen
- Wahl Bearbeitungstiefe (Massstab M1 – M3 gemäss BAFU 2016 [2])
- Massgebliche Schutzgüter (besonders für organisatorische Massnahmen)
- Hinweis auf zu beurteilende Schutzmassnahmen und damit auf PROTECTpraxis

SCHRITT 1: VORPRÜFUNG SYSTEM UND GRUNDLAGEN

2 Beurteilung Bedeutung Schutzmassnahmen im Gesamtsystem

Die Schutzmassnahmen werden bezüglich ihrer Bedeutung im Gesamtsystem beurteilt. Die Bedeutung einer Schutzmassnahme wird anhand mindestens eines der folgenden drei Tatbestände beurteilt:

- Direkter Einfluss auf Schutzgüter
- Einfluss auf Gefahrenprozess
- Einfluss auf die Stabilität angrenzender Schutzmassnahmen

3 Grundlagen integral verfügbar und ausreichend

Die bestehenden Grundlagen werden inhaltlich auf Vollständigkeit und fachliche Korrektheit geprüft. Folgende Grundlagen werden vorausgesetzt:

- Angaben zu den Gefahrenprozessen (Bestandteil der ordentlichen Gefahrenbeurteilung): massgebliche Prozesse, Szenarien, mögliche Ereignisabläufe (aus technischen Berichten, Spezialgutachten, eigenen Untersuchungen).
- Angaben zu Massnahmen: Standort, Massnahmentyp, Erhaltungsmanagement, Einrichtungen und Einsatzplanung bei organisatorischen Massnahmen

Für die Beurteilung von organisatorischen Massnahmen sind zusätzlich Angaben zu Schutzgütern notwendig: Art, Lage, Anzahl, Verletzlichkeit und Präsenzwahrscheinlichkeit.

4 Ergänzung fehlender Grundlagen

Falls die vorhandenen Grundlagen nicht ausreichend sind, müssen fehlende Informationen beschafft werden.

5 Ist eine relevante Wirkung der Schutzmassnahmen auf risikorelevante Faktoren zu erwarten?

Schutzmassnahmen werden nur dann berücksichtigt, wenn sie eine bestimmbare Wirkung auf risikorelevante Faktoren (d.h. betroffene Fläche, Intensität, Präsenzwahrscheinlichkeit und/oder Verletzlichkeit) ausüben. Ihre Wirkung muss grösser sein als die Unsicherheiten in der Beurteilung. Betrachtet wird je nach Auftragsziel und Massstab eine Einzelmassnahme, ein Teilsystem oder das Gesamtsystem, notabene immer pro Massnahmenkategorie.

Beurteilungshilfen und Checklisten unterstützen die Beurteilung der Relevanz, wobei je nach Massnahmenkategorie unterschiedliche Wirkungen zu berücksichtigen sind:

- Bauliche und biologische Schutzmassnahmen beeinflussen den Gefahrenprozess.

- Organisatorische Massnahmen beeinflussen meist die Präsenz und/oder die Verletzlichkeit eines Schutzgutes, können im Einzelfall aber auch den Gefahrenprozess beeinflussen.

6 Wird eine negative Wirkung vermutet?

Übt eine Schutzmassnahme keine relevante Wirkung aus, ist zusätzlich zu prüfen, ob im Falle eines Verfalls oder Versagens (Zerfall Schutzbaute, Zusammenbruch Schutzwald, nicht ausgeführte organisatorische Massnahme) eine negative Wirkung vermutet werden muss:

- keine negative Wirkung vermutet: Massnahme wird nicht berücksichtigt
- negative Wirkung vermutet: potenziell negative Wirkung wird in der Massnahmenbeurteilung geprüft

In Ziffer 6 wird die potenziell negative Wirkung einer nicht relevanten Schutzmassnahme geprüft. Im Gegensatz dazu wird in Ziffer 10 bei einer relevanten Schutzmassnahme geprüft, ob eine negative Wirkung zu erwarten ist.

SCHRITT 2: BEURTEILUNG ZUVERLÄSSIGKEIT DER MASSNAHME

7 Festlegung massgebliche Szenarien und Gefährdungsbilder

In Schritt 2 werden die Massnahmenkategorien separat betrachtet. Die Beurteilung der Massnahmen erfolgt dabei in mehreren Durchläufen:

- Je nach Bedarf für verschiedene Massnahmeneinheiten: Einzelmassnahme, Teilsystem oder Gesamtsystem
- Für alle betrachteten Wiederkehrperioden / Wahrscheinlichkeiten (je nach Aufgabenstellung)
- Für alle massgeblichen Szenarien und Gefährdungsbilder (unter Berücksichtigung unterschiedlicher Prozesse und Prozessverkettungen). Im Minimum wird eine Wiederkehrperiode betrachtet.

8 Bestimmung Lastfälle (inkl. Überlast) und Einwirkungen

Für jedes massgebliche Szenario werden die Lastfälle und deren Einwirkungen betrachtet. Mindestens ein Szenario muss einen Überlastfall beinhalten.

9 Bestimmung der Zuverlässigkeit anhand massnahmenspezifischer Prüfansätze

Für die Beurteilung der Wirkung einer Schutzmassnahme auf den Naturgefahrenprozess wird der Begriff der '**Zuverlässigkeit**' eingeführt. Damit wird für alle Aspekte der Massnahme eine Art 'Erfüllungsgrad' bestimmt. Je höher der Erfüllungsgrad insgesamt ist, desto höher wird die 'Zuverlässigkeit' eingestuft.

Die Beurteilung der Zuverlässigkeit erfolgt spezifisch pro Massnahmenkategorie (baulich, biologisch, organisatorisch) und pro Massnahme (Massnahmenverbund), jeweils für alle im Auftrag definierten Wiederkehrperioden.

10 Negative Wirkung erwartet

Ebenfalls im Rahmen der Massnahmenbeurteilung erfolgt die vertiefte Prüfung einer potenziell negativen Wirkung einer relevanten Massnahme:

- keine negative Wirkung erwartet: Schutzmassnahme weist geringe Zuverlässigkeit auf, führt jedoch zu keiner Verschärfung der Wirkungsszenarien.
- negative Wirkung erwartet: Eine Verschärfung der Wirkungsszenarien ist zu prüfen.

11 Zuweisung Zuverlässigkeits-Klasse

Basierend auf der Beurteilung der Zuverlässigkeit anhand von massnahmenspezifischen Prüfansätzen (Beurteilungshilfen) in Ziffer 9, wird die Massnahme der entsprechenden Zuverlässigkeits-Klasse zugeordnet.

- Hohe Zuverlässigkeit → der Grossteil der Zuverlässigkeitskriterien wurde mit dem Prädikat 'hohe Zuverlässigkeit' bewertet. Keines der massgebenden Zuverlässigkeitskriterien wurde als 'eingeschränkt' oder 'gering' beurteilt.
- Eingeschränkte Zuverlässigkeit → die meisten Zuverlässigkeitskriterien wurden mit dem Prädikat 'hohe Zuverlässigkeit' bewertet. Einzelne der massgebenden Zuverlässigkeitskriterien wurden als 'eingeschränkt' beurteilt, keines als 'gering'.
- Geringe Zuverlässigkeit → die Beurteilung der Zuverlässigkeitskriterien ergab mehrheitlich eine 'eingeschränkte' oder 'geringe' Zuverlässigkeit.

Wichtig ist, dass eine Einstufung nur erfolgen kann, wenn die ordentliche Gefahrenbeurteilung sorgfältig erfolgt ist und die entsprechenden Szenarien umsichtig definiert wurden!

SCHRITT 3: Wirkung der Massnahme

12 Einstufung Massnahmenwirkung

Aus der Zuverlässigkeit wird der Grad der Massnahmenwirkung abgeleitet. Die Zuordnung erfolgt in der Regel in direkter Abhängigkeit zur Zuverlässigkeit. Eine hohe Zuverlässigkeit führt zu einer vollen Massnahmenwirkung, eine eingeschränkte Zuverlässigkeit zu teilweiser Massnahmenwirkung. Bei geringer Zuverlässigkeit soll eine Massnahme nicht berücksichtigt werden. Wird eine negative Wirkung erwartet, sind die negativen Auswirkungen auf den Prozess im weiteren Verlauf der Gefahrenbeurteilung entsprechend zu berücksichtigen.

Häufig bestehen Unsicherheiten bezüglich der Qualität der bestehenden Grundlagen, der Prozessbeurteilung, aber auch bei der Einstufung der Zuverlässigkeitskriterien. Diese Unsicherheiten können dazu führen, dass von der direkten Umsetzung um eine Stufe abgewichen werden kann. In diesem Fall kann, bspw. bei einer hohen Zuverlässigkeit, aufgrund der Unsicherheiten eine Reduktion auf eine teilweise Massnahmenwirkung erfolgen. Die Abweichungen sind zu begründen.

13 Analyse der Wechselwirkungen und iterative Zusammenführung der Ergebnisse innerhalb der Massnahmenkategorie

In Schritt 2 (Ziffer 9 - 11) erfolgt die Bestimmung der Zuverlässigkeit für eine Einzelmassnahme oder einen zusammengehörigen Massnahmenverbund. In Schritt 3, Ziffer 13 werden alle Massnahmenelemente derselben Massnahmenkategorie im Zusammenspiel beurteilt. Die Betrachtung erfolgt iterativ je Einzelmassnahme, Teilsystem und Gesamtsystem.

14 Synthese über alle Massnahmen und Massnahmenkategorien – Festlegung Massnahmenwirkung

Die vorgängig unter Ziffer 13 separat betrachteten Massnahmen je Massnahmenkategorie werden über alle Massnahmenkategorien (baulich, biologisch, organisatorisch) zusammengeführt und hinsichtlich ihrer Wirkung im Verbund beurteilt. Dabei ist zu beachten, dass teilweise bereits bei der Festlegung der massgebenden Szenarien die Wirkung von anderen Massnahmen berücksichtigt wurde.

Mit der Festlegung der Massnahmenwirkung, als Synthese über alle Massnahmen und alle Massnahmenkategorien, endet die Anwendung von PROTECTpraxis. Die weitere Bearbeitung erfolgt in der ordentlichen Gefahren- respektive Risikobeurteilung. Dort werden die Resultate aus der Beurteilung der Massnahmenwirkung in Wirkungsflächen (z.B. Intensitätsfläche) oder bei Risikoanalysen in veränderten Risikoparametern (z.B. Präsenz- oder Warnwahrscheinlichkeit, reduzierte Anzahl betroffener Personen) umgesetzt.

FORTSETZUNG GEFAHRENBEURTEILUNG (ausserhalb PROTECTpraxis)

15 Fortsetzung im ordentlichen Ablauf der Gefahren- und Risikobeurteilung (unter Berücksichtigung der Schutzmassnahmen)

Ab hier erfolgt die Weiterbearbeitung im Rahmen der Gefahren- und Risikobeurteilung. Die Resultate aus der Beurteilung der Massnahmenwirkung fliessen ein. In der Gefahrenbeurteilung können sie sich auf die Ausdehnung der Wirkungsflächen und die Intensitätsstufen auswirken. Je wirksamer die Massnahme eingestuft wird, umso grösser ist deren Wirkung auf den Gefahrenprozess (Volumen, Geschwindigkeit, Energie, usw.).

Bei der Risikobeurteilung kommt, zusätzlich zur Wirkung der Massnahme auf den Gefahrenprozess, die Wirkung auf Präsenzwahrscheinlichkeit und Verletzlichkeit von Schutzgütern hinzu.

Bei der konkreten Festlegung besteht immer ein Ermessensspielraum. Daher erfolgt die Festlegung gutachtlich, wodurch gewährleistet werden kann, dass die lokalen Gegebenheiten entsprechend berücksichtigt werden.

2.4 Umsetzung PROTECTpraxis in Wirkungsszenarien

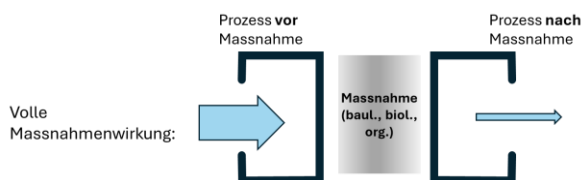
Im Folgenden wird für unterschiedliche Fälle der Massnahmenwirkung exemplarisch aufgezeigt, wie die Umsetzung der Ergebnisse in der Fortsetzung der Gefahren- und Risikobeurteilung (ausserhalb von PROTECTpraxis) erfolgen kann.

Volle Massnahmenwirkung:

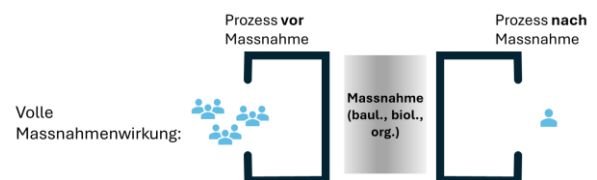
Die Massnahme erfüllt ihre Funktion vollumfänglich und kann vollumfänglich berücksichtigt werden.

Dies bedeutet, dass die Gebiete im Wirkungsraum dieser Massnahme sich im betrachteten Szenario entsprechend der Auslegung der Massnahme reduzieren.

Massnahmenwirkung auf Gefahrenbeurteilung



Massnahmenwirkung auf Präsenzwahrscheinlichkeit



Beispiel bauliche Massnahmen - Hochwasserschutzdamm: Der Schutzdamm ist auf das zu prüfende Ereignis ausgelegt und alle Prüfkriterien gemäss PROTECTpraxis sind erfüllt. Die Fliesstiefen sind im betrachteten Szenario geringer als das Bemessungsereignis. Der Damm wird weder über- noch durchströmt. Die Gebiete luftseitig des Dammes sind im betrachteten Szenario nicht gefährdet.

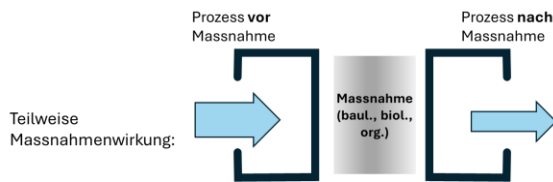
Beispiel biologische Massnahmen - Schutzwald im Anrissgebiet von Lawinen: Die Bäume in der betrachteten Waldfläche sind höher als die doppelte Extremschneehöhe des entsprechenden Szenarios. Es gibt keine zu grossen Lücken und keine negative Entwicklung in den nächsten Jahren. Der Wald ist nicht übermässig durch andere Gefahrenprozesse in seiner Existenz bedroht. Grössere Lawinenanrisse können im entsprechenden Szenario ausgeschlossen werden.

Beispiel organisatorische Massnahmen - mobiler Längsverbau an einem Bach: der mobile Längsverbau (z.B. mit Beavern, Sandsäcken oder vorinstallierten Systemen) lässt sich rechtzeitig sowie mit ausreichender Höhe und Robustheit montieren. Alle Hauptkriterien der Checkliste 1 – Bewertungsmatrix Zuverlässigkeitsbestimmung bei organisatorischen Massnahmen erreichen eine hohe Zuverlässigkeit. Die Gebiete luftseitig des mobilen Längsverbaus sind im betrachteten Szenario nicht gefährdet.

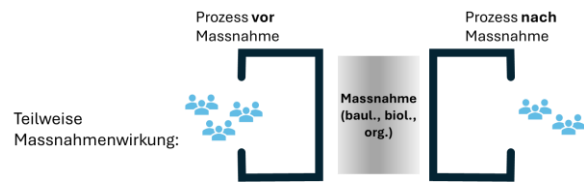
Teilweise Massnahmenwirkung:

Die Massnahme kann die Einwirkungen nur teilweise aufnehmen. Es ist nicht mit einem Versagen der Massnahme zu rechnen; die Schutzwirkung ist jedoch eingeschränkt. Die Prozessintensität wird nur teilweise reduziert. Dies bedeutet, dass die Gebiete im Wirkungsraum dieser Massnahme immer noch (teilweise) gefährdet sind. Dabei ist entweder die betroffene Fläche im Wirkungsraum oder die Intensität im betrachteten Szenario kleiner.

Massnahmenwirkung auf Gefahrenbeurteilung



Massnahmenwirkung auf Präsenzwahrscheinlichkeit



Beispiel bauliche Massnahmen - Hochwasserschutzdamm: Die Neubeurteilung der Spitzenabflüsse ergibt, dass der Hochwasserschutzdamm nicht über die notwendige Höhe verfügt. Aufgrund der Geometrie und der Bauweise des Dammes kann davon ausgegangen werden, dass es nicht zu verstärkten Erosionen an der Dammkrone kommen wird und keine Breschenbildung eintreten wird. Die Gebiete luftseitig des Dammes werden durch austretendes Wasser überflutet.

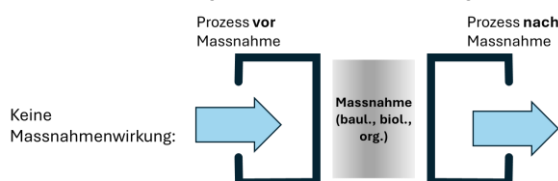
Beispiel biologische Massnahmen - Schutzwald im Anrissgebiet von Lawinen: Die Bäume in der betrachteten Waldfläche erfüllen die Anforderungen an die Baumhöhe. Jedoch ist der Wald aufgelöst, so dass in grossen Gebieten der geforderte Kronendeckungsgrad nur knapp erreicht wird. In anderen Waldflächen ist die Kronendeckung genügend, jedoch bestehen grössere Lücken im Waldbestand. In beiden Fällen ist die Zuverlässigkeit eingeschränkt, so dass die Massnahme «Wald» nur teilweise wirkt. Lawinenanrisse in den Lücken oder den Gebieten mit einer ungenügenden Kronendeckung sind möglich, auch grössere. Jedoch ist die Anrisswahrscheinlichkeit reduziert und die Anrissfläche kleiner als dies ohne die Massnahme «Wald» zu erwarten wäre.

Beispiel organisatorische Massnahmen - mobiler Längsverbau an einem Bach: der mobile Längsverbau (z.B. mit Beavern oder vorinstallierten Systemen) lässt sich zwar rechtzeitig und robust (z.B. überströmsicher) aufstellen, das Ereignis ist aber geringfügig grösser als die Dimensionierung der Massnahmen und es kommt zu einem Überschwappen. Die Hauptkriterien der Checkliste 1 haben alle eine hohe Zuverlässigkeit. Die Gebiete luftseitig des mobilen Längsverbaus werden im betrachteten Szenario durch das überschwappende Wasser überflutet. Falls der Längsverbau für die Ereignisgrösse ausreichend dimensioniert ist, aber ein anderes Hauptkriterium der Checkliste 1 nur eine mittlere Zuverlässigkeit erreicht, kann die Gefährdung nicht reduziert werden. Bei einer Risikoanalyse könnte in diesem Fall eine feinere Abstimmung zur Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Schadenereignisses gemacht werden.

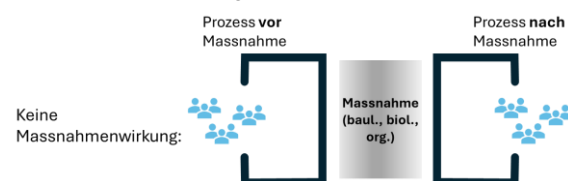
Keine Massnahmenwirkung:

Die Massnahme kann die Einwirkungen nicht oder nur zu einem sehr geringen Teil aufnehmen. Die Massnahme wird beschädigt. Die Schäden führen zu deren Versagen, ohne dass dadurch eine negative Wirkung entsteht. Die Prozessintensität wird durch die Massnahme nur unwesentlich verändert. Gebiete im Wirkungsraum dieser Massnahmen sind im betrachteten Szenario gleich stark gefährdet wie ohne Massnahme(n).

Massnahmenwirkung auf Gefahrenbeurteilung



Massnahmenwirkung auf Präsenzwahrscheinlichkeit



Beispiel bauliche Massnahmen - Hochwasserschutzdamm: Am Beispiel des Hochwasserschutzdammes unterscheiden sich 'teilweise Massnahmenwirkung' und 'keine Massnahmenwirkung' in der Menge des austretenden Wassers, welche bei der teilweisen Massnahmenwirkung geringer ist.

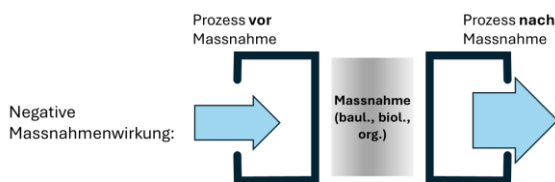
Beispiel biologische Massnahmen – Wald im Transitgebiet einer Lawine: Die Einwirkungen einer zu grossen Lawine führen zur Zerstörung des Waldes im Transitgebiet.

Beispiel organisatorische Massnahmen - mobiler Längsverbau an einem Bach: Das Ereignis ist grösser als erwartet und das System überlastet. Bei der Anwendung der Checkliste 1 hat mindestens ein Hauptkriterium eine tiefe Zuverlässigkeit. D.h. es ist zu unsicher, ob der Längsverbau rechtzeitig und korrekt aufgestellt werden kann. Deshalb entfaltet er keine Wirkung und somit ergibt sich keine Reduktion der Gefährdung.

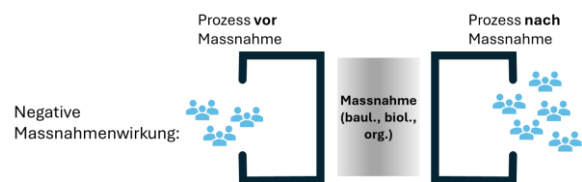
Negative Massnahmenwirkung:

Die Massnahme kann die Einwirkungen nicht oder nur zu einem sehr geringen Teil aufnehmen. Es kommt zu einem Versagen der Massnahme, welches sich negativ, im Sinne von prozessverstärkend, auswirkt.

Massnahmenwirkung auf Gefahrenbeurteilung



Massnahmenwirkung auf Präsenzwahrscheinlichkeit



Beispiel bauliche Massnahmen – Hochwasserschutzdämme (beidseitig des Gewässers): Die Dämme sind nicht auf das zu prüfende Ereignis dimensioniert. Der linksufrige Damm ist in einem deutlich schlechterem Zustand als der rechtsufrige. Im Hochwasserfall muss von einem teilweisen oder vollständigen Versagen ausgegangen werden. Grosse Wassermengen strömen in kurzer Zeit in die linksufrigen Gebiete. Die durch den einseitigen Kollaps betroffenen Gebiete sind gegenüber einem Zustand ohne Hochwasserschutzdämme (beidseitige Überflutungen) deutlich stärker betroffen (grössere Wirkungsflächen und/oder stärkere Intensitäten).

Beispiel biologische Massnahmen - Wald auf einer Rutschfläche am Gerinneeinhang: Durch Seitenerosion während eines Hochwasserereignisses wird der bestockte Hang unmittelbar oberhalb des Gerinnes destabilisiert und rutscht zusammen mit den darauf stehenden Bäumen in das Gerinne. Dadurch erhöht sich die Schwemmholzfracht im Gerinne.

Beispiel organisatorische Massnahmen - mobiler Längsverbau an einem Bach: Aufgrund beschränkter Zeitverhältnisse oder fehlenden Materials muss davon ausgegangen, dass nicht der gesamte Längsverbau rechtzeitig aufgestellt werden kann. Durch den Teilaufbau kommt es zur Verlagerung von Fliesswegen. Einzelne Gebiete werden dadurch gegenüber einem Zustand ohne organisatorische Massnahmen stärker betroffen.

3 Bauliche Massnahmen

3.1 Begriff der baulichen Massnahmen

Gemäss Datenmodell Naturgefahren [5] ist eine bauliche Massnahme resp. eine Schutzbaute definiert als ein Bauwerk, das zur Gewährleistung des Schutzes vor gravitativen Naturgefahren (Wasser, Rutsch, Sturz und Lawine) errichtet worden ist.

Obschon Gebäude, Mauern etc. eine Wirkung auf den Prozess haben, zählen sie nicht zu den Schutzbauten nach obiger Definition. Gleiches gilt für Brücken und Durchlässe, welche bei der Gefahrenbeurteilung im Zusammenhang mit Fliessgewässern oft entscheidend sind, jedoch nicht als Schutzbauten zu betrachten sind.

Nicht zu den Schutzbauten gehören auch ingenieurbioologische Massnahmen, bei denen der hauptsächlich wirksame Teil aus Pflanzen besteht, welche die Tragwirkung übernehmen. Für weitere Ausführungen zu ingenieurbioologischen Schutzmassnahmen wird auf Kapitel 4 - Biologische Massnahmen verwiesen.

Die Berücksichtigung von baulichen Schutzmassnahmen bei der Beurteilung von Naturgefahren befindet sich im Spannungsfeld der Gesetzgebung, der technischen Normenwerke (SN, Eurocode) sowie der Beurteilung der Gefahrenprozesse und deren Einwirkungen auf die Bauwerke. Die hier vorgeschlagene Methodik wird diesem Kontext gerecht, indem Begriffe und Festlegungen, welche im Gesetz und den Normenwerken bereits enthalten sind, konsequent auch auf Schutzbauten angewendet werden. Dazu gehört insbesondere auch der Umgang der Tragwerksnormen mit bestehenden Bauwerken. Mit der Einbettung der Fragestellung in diesen Kontext soll Klarheit in Bezug auf die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten geschaffen, Doppelspurigkeiten (u.a. bei Begriffsdefinitionen) aufgehoben und ein Grundstein für eine bessere Kommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren (Bauherren, Naturgefahrenfachleute, Planer und Unternehmer) gelegt werden.

Die vorliegende Handlungsanleitung richtet sich an Naturgefahrenfachleute mit Vorwissen in Bezug auf die Prozessbeurteilung, Szenarienbildung, und Berechnungen von Einwirkungen. Ebenso wird bautechnischer Sachverstand und entsprechendes Hintergrundwissen vorausgesetzt. In Fällen, bei denen der Gefahrengutachter / die Gefahrengutachterin die Auslegung (z.B. Dimensionierung) eines Bauwerks nicht feststellen kann und gemäss Beurteilungshilfen keine vereinfachten Annahmen getroffen werden können, wird eine Zusammenarbeit mit einer Bauwerkspezialistin/einem Bauwerkspezialisten empfohlen.

3.2 Betrachtungseinheit

Die Betrachtungseinheit entspricht dem Prozessraum¹, innerhalb dessen bauliche Schutzmassnahmen realisiert worden sind. Dabei wird unterschieden zwischen Einzelwerken und Werksgruppen. Letztere können linear (Sperrentreppe) oder flächig (Anrissverbau) angeordnet sein. Werksgruppen werden dadurch definiert, dass sie eine ausreichende Wirkung auf den Prozess nur miteinander haben und oft auch statisch voneinander abhängig sind. Werksgruppen sind somit immer auch gesamthaft zu beurteilen.

3.3 Besonderheiten bei baulichen Massnahmen

Das Werkeigentum

Jedes Bauwerk hat einen Eigentümer, auch wenn dieser in einzelnen Fällen unbekannt ist oder das Eigentum bestreitet. Wenn keine Dienstbarkeit oder Vereinbarung vorhanden ist, wird der Grundeigentümer als

¹ Prozessraum den gesamten Raum, welcher von einem Naturgefahrenprozess einer bestimmten Prozessquelle potenziell eingenommen wird. Der Prozessraum ist gleichbedeutend mit Wirkungsraum

Werkeigentümer vermutet. Dieser Werkeigentümer haftet gemäss dem schweizerischen Obligationenrecht OR Art. 58 [3] für alle negativen Folgen, die auf sein Werk zurückzuführen sind, respektive sich aus seinem Werk ergeben. Es handelt sich dabei um eine einfache Kausalhaftung, die grundsätzlich nicht wegbedungen werden kann. Daraus folgt, dass der Eigentümer selbst das grösste Interesse daran hat, seine Bauwerke nicht nur korrekt zu bemessen, anzuordnen und baulich instand zu halten, sondern auch, dass sie stets betriebsbereit sind (betrieblicher Unterhalt) und keine negativen Wirkungen zeitigen.

Die Verantwortlichkeit der Eigentümer wird im Haftungsfall an den 'anerkannten Regeln der Baukunde' gemessen. In der Rechtsprechung werden unter anderem die Tragwerksnormen des SIA als solche Regeln der Baukunde qualifiziert. In diesen Normen ist auch beschrieben, wie mit bestehenden Bauten umzugehen ist (SIA 269).

Bedeutung des Erhaltungsmanagements

Um seiner Verantwortung überhaupt nachkommen zu können, muss der Werkeigentümer² seine Bauwerke kennen, sie müssen zugänglich sein, periodisch überwacht, sowie baulich und betrieblich unterhalten werden. Zusammenfassend ordnet man diese Anforderungen unter dem Begriff 'Erhaltungsmanagement' ein. Diese Sachverhalte sind – zusammen mit den entsprechenden Begrifflichkeiten – in den SIA-Normen Nr. 469 (Erhaltung von Bauwerken) [11] und Nr. 269 (Grundlage der Erhaltung von Tragwerken) [11], sowie in der VSS-Norm SN 640 900a (Erhaltungsmanagement) [16] geregelt und gelten uneingeschränkt auch für Schutzbauten.

Verfügt der Werkeigentümer über keine zweckmässige Organisation, um die gemäss SN 640 900a [16] relevanten Tätigkeiten des Erhaltungsmanagements operativ umzusetzen, ist weder der bauliche noch der betriebliche Unterhalt sichergestellt. Das Werk kann jederzeit versagen, z.B. weil es am Ende der technischen Nutzungsdauer angelangt ist oder weil es den aktuellen Nutzungsanforderungen nicht mehr genügt. Denkbar ist auch, dass das Werk betrieblich nicht unterhalten wird und daher seine Funktion nicht erfüllt (z.B. volle Geschiebesammler, hinterfüllte Steinschlagnetze, verstopfte Entwässerungen).

Für PROTECTpraxis wurden für die operative Umsetzung des Erhaltungsmanagements Minimalanforderungen (Tab. 1) formuliert, die für alle Werkeigentümer praktikabel sind. Diese sollen sicherstellen, dass es keine herrenlosen Schutzbauten gibt, die nicht unterhalten werden und im Ereignisfall wegen mangelnden baulichen oder betrieblichen Unterhaltes versagen resp. ihre Funktion nicht erfüllen können.

Nutzungsanforderungen und Auslegung von Bauwerken

Jedes Bauwerk hat gewisse Nutzungsanforderungen zu erfüllen. Nutzungsanforderungen beschreiben, was ein Werk 'können' muss. Dies wird in der Nutzungsvereinbarung (gem. SIA-Norm 260) definiert. Die Nutzungsanforderungen werden aus den Gefährdungsbildern und Lastfällen abgeleitet und umfassen folgende Anforderungen:

1. Geometrische Anforderungen (z.B. Sprunghöhen, Fliesstiefen etc.)
2. Aufnahme der Einwirkungen, d.h. Aufnahme und Ableitung der Kräfte/Energien in jedem Teil des Bauwerkes und in den Baugrund

Das Bauwerk wird im Rahmen der Projektierung oder Typenbemessung (z.B. Steinschlag-/Lawinenverbauung) auf die Aufnahme dieser Kräfte ausgelegt. Daher spricht man auch von der Auslegung eines Werkes.

Die geometrischen Anforderungen werden im Rahmen der Gefahrenbeurteilung gutachtlich oder mittels Modellierungen festgestellt (z.B. Sprunghöhen, Fliesstiefen). Die Einwirkungen werden gemäss der einschlägigen Literatur (z.B. VKF, 2005 [17]) sowie den aktuellen Normen (SIA 261/1 [11]) hergeleitet.

² Der Begriff des Werkeigentümers wird hier im Sinne des Bauherrn / Erstellers resp. Hauptnutznießers verwendet.

Die Auslegung des Werkes (Geometrie und Einwirkung) muss für alle betrachteten Szenarien (z.B. verschiedene Jährlichkeiten, verschiedene Prozesskombinationen) überprüft werden.

Gemäss der Tragwerksnorm (SIA 269) darf der Gutachter/die Gutachterin davon ausgehen, dass Schutzbauten ordnungsgemäss bemessen wurden und den Einwirkungen standhalten (vgl. Teil II, Bemessung und Überprüfung von Bauwerken).

Konkrete Auslöser einer Überprüfung sind gemäss SIA-Norm 269 [12], Ziff. 6.1.2, wenn:

1. bedeutende Schädigungen oder Mängel am Tragwerk festgestellt werden
2. bedeutende Baugrund- oder Tragwerksbewegungen oder – Verformungen aufgetreten sind
3. aussergewöhnliche oder unvorhergesehen Einwirkungen eingetreten sind (grosse Ereignisse)
4. ein Tragwerk nicht oder ungenügend überwacht wurde oder nicht überwacht werden kann
5. aufgrund der Überwachung Zweifel an der Bewertung des Zustandes bestehen
6. eine Untersuchung der Zuverlässigkeit des Tragwerkes angebracht erscheint
7. neue Erkenntnisse über Einwirkungen [...] vorliegen.

Dabei sollen im Rahmen von PROTECTpraxis die Punkte 2, 3 und 7 überprüft werden. Bei Punkt 7 ist nur die Einwirkungsseite zu prüfen (sind die Anforderungen gleich oder höher als früher). Ergibt sich aufgrund der Kenntnisse und Prozessanalysen sowie den Feldarbeiten, dass in Bezug auf einen dieser Punkte Zweifel an der Sicherheit bestehen, so muss in Erfüllung der Sorgfalts- und Treuepflicht der Werkeigentümer aufgefordert werden, eine Überprüfung anzuordnen. Ansonsten darf das Bauwerk nicht berücksichtigt werden.

3.4 Methodik – Übersicht

3.4.1 Generelles Ablaufschema / Allgemeine Vorgehensweise

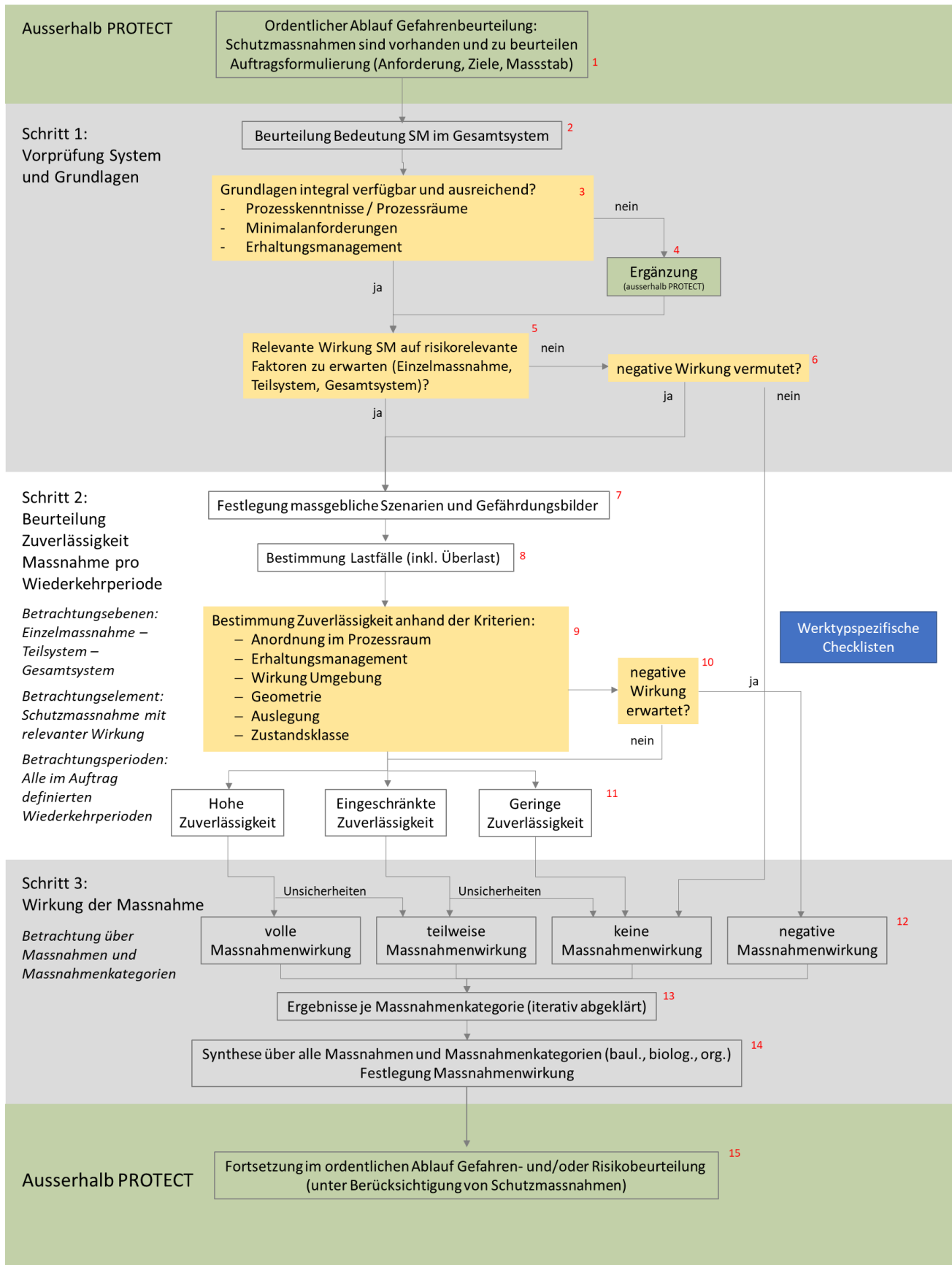
Der Ablauf der Wirkungsbeurteilung von baulichen Schutzmassnahmen ist in Abb. 3 dargestellt. Die einzelnen Schritte sowie notwendigen Anforderungen werden in den Folgekapiteln detailliert erläutert.

Abb. 4 Generelles Ablaufschema PROTECTpraxis

Die rot dargestellten Ziffern beziehen sich auf die Anmerkungen im nachfolgenden Kapitel

PROTECTpraxis: Ablaufschema bauliche Massnahmen

Ziffern: vgl. Anmerkung in den Kommentaren



Ausserhalb PROTECTpraxis

1 Auftragsformulierung (Anforderungen, Ziele, Massstab)

Die Anforderungen an die Bearbeitung werden in der Regel bereits in der Ausschreibung, spätestens aber zu Beginn einer Gefahrenbeurteilung konkretisiert.

Grundsätzlich können bauliche Massnahmen auf allen Massstabsebenen einer Gefahrenbeurteilung berücksichtigt werden, sofern sie die Kriterien gemäss diesem und dem nächsten Kapitel erfüllen. Ihre Wirkung wird i.d.R. für die Anwendungsbereichen M2 – M3 geprüft. Auf Stufe M1 werden Schutzbauten normalerweise nicht berücksichtigt, sofern es sich nicht um Geländeänderungen handelt (z.B. Lawinendamm, welcher bei Modellierungen einen Einfluss auf den Prozessverlauf hat). Auf dieser Stufe muss keine Beurteilung nach PROTECTpraxis erfolgen, sondern die entsprechenden Schutzbauten fliessen rein geometrisch in die Prozessmodellierungen ein.

SCHRITT 1: VORPRÜFUNG SYSTEM UND GRUNDLAGEN

2 Beurteilung Bedeutung der Schutzmassnahmen im Gesamtsystem

Bauliche Massnahmen wirken oft im Verbund mit biologischen oder organisatorischen Massnahmen. Diesem Umstand ist bei der Betrachtung des Gesamtsystems Rechnung zu tragen.

3 Grundlagen integral verfügbar und ausreichend

Für die Beurteilung von Schutzbauten sind folgende Grundlagen zwingend:

- **Prozesskenntnisse inkl. Einwirkungen** zu allen beteiligten Prozessen (Teil der ordentlichen Gefahrenbeurteilung, Teil Gefahrenerkennung). Diese resultieren aus Modellierung und/oder gutachtlichen Beurteilungen.
- Akten gemäss Minimalanforderungen **Erhaltungsmanagement** (vgl. Tab. 1)

Tab. 1: Minimalanforderungen Erhaltungsmanagement bei baulichen Massnahmen

Minimalanforderungen Erhaltungsmanagement	Erläuterungen
<u>Schutzbautenkataster:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Inventar mit eindeutiger Identifikation, in der Regel eine tabellarische Auflistung der Werke oder eine Nummerierung im Plan der Werke / Werksgruppen - Situationsplan mit der Lage der Werke/Werksgruppen (Plan der ausgeführten Werke) - Attributierung (minimal) der einzelnen Werke (siehe Erläuterungen) 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Katasterinformationen müssen für die im Prozessraum vorhandenen Schutzbauten vorhanden sein (z.B. Liste oder Übersichtsplan). Konkret bedeutet dies, dass ein tabellarisches Verzeichnis aller im Prozessraum vorhandener Werke vorliegen muss. Weiter ist die räumliche Lage der Bauwerke in einem Übersichtsplan ersichtlich. - Attributierung der einzelnen Werke basierend auf dem minimalen Datenmodell Schutzbauten Naturgefahren des Bundes [19] (BAFU ID 81.2, Kap. 4.1). Die Informationen müssen nicht in einer Datenbank vorhanden sein. Es ist ausreichend, wenn diese in einer Liste oder auf Papier dokumentiert sind. Minimal müssen folgende Attribute vorhanden sein: Werktyp, eindeutige Identifikation des Werkes (z.B. ID, Kote, etc.), Baujahr soweit vorhanden. Fehlende Angaben sind vor den Feldaufnahmen zu ergänzen.
<u>Regelung und Vollzug des Betriebs:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Bezeichnung der verantwortlichen Stelle oder Person für den baulichen und betrieblichen Unterhalt - Aktueller Inspektionsbericht 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Inspektion erfolgt gemäss den SIA 469 resp. SN 640900a und wird in der Regel durch Dritte ausgeführt. Der Inspektionsbericht sollte in der Regel nicht älter als fünf Jahre sein und umfasst auch eine Bewertung der Umgebung.

Die Verantwortung für die Erstellung und Nachführung des Schutzbautenkatasters, sowie die Regelung und der Vollzug des Betriebes liegt beim Werkeigentümer.

Sind Vorgaben bezüglich der minimalen Kataster-Informationen nicht erfüllt, so sind die notwendigen Arbeiten in Form von ergänzenden Aufträgen im Rahmen der Grundlagenbeschaffung (Schritt 1, Pkt. 4) auszuführen.

Weitere hilfreiche Grundlagen, sofern vorhanden:

- Ereignisdokumentation
- Bauwerksakten

4 Ergänzung fehlender Grundlagen

Falls die vorhandenen Grundlagen nicht ausreichend sind, müssen fehlende Informationen beschafft werden.

5 Ist eine relevante Wirkung der Schutzmassnahmen auf risikorelevante Faktoren zu erwarten?

Bauwerke, welche sich nicht oder nicht wesentlich auf den Gefahrenprozess auswirken (positiv oder negativ), müssen auch nicht beurteilt werden. Auch temporäre Massnahmen wie bspw. Holzschneerechen und Gleitschneeschutzmassnahmen (Dreibeinböcke, Pfählungen, Bermentritte) werden i.d.R. nicht berücksichtigt. Bei Werksgruppen (z.B. Anrissverbauung, Sperrentreppe) sind sowohl die einzelnen Bauwerke wie auch die Werkgruppe als Gesamtes zu beurteilen.

6 Wird eine negative Wirkung vermutet?

Falls eine relevante positive Wirkung der Schutzbaute in Schritt 1 verneint wird, ist zu prüfen, ob im Falle eines Verfalls/Versagens eine negative Wirkung auf den Prozess vermutet werden muss. Ist dies der Fall, so muss die allfällige negative Wirkung vertieft geprüft werden.

SCHRITT 2: BEURTEILUNG ZUVERLÄSSIGKEIT DER MASSNAHME

7 Festlegung massgebliche Szenarien und Gefährdungsbilder

In Schritt 2 werden die massgeblichen Ereignisszenarien für alle betrachteten Wiederkehrperioden (je nach Aufgabenstellung) definiert. Ebenfalls definiert wird der Überlastfall. Als Überlastfall wird dabei ein Ereignis bezeichnet, welches deutlich grösser ist als das Bemessungsereignis. Das definierte Schutzziel einer Verbauung wird dabei vom Ereignis überschritten³.

8 Bestimmung Lastfälle (inkl. Überlast) und Einwirkungen

Für alle Szenarien sind die Einwirkungen und geometrischen Anforderungen, welche sich aus den betrachteten Lastfällen ergeben, am Werkstandort zu definieren. Einwirkungen und geometrischen Anforderungen werden anschliessend mit der Auslegung des Werkes verglichen.

9 Bestimmung der Zuverlässigkeit baulicher Massnahmen

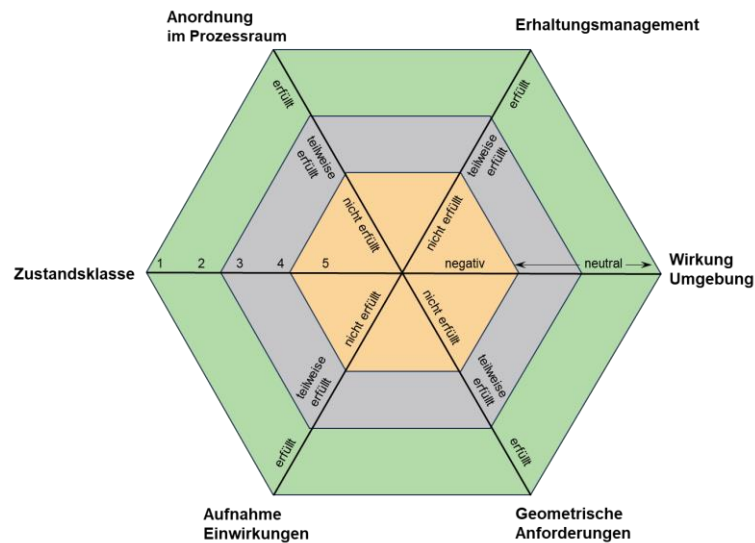
Für die Beurteilung der Wirkung der Schutzbauten auf den Prozess wird der Begriff der 'Zuverlässigkeit' eingeführt. Damit wird für alle Aspekte der Schutzbaute eine Art 'Erfüllungsgrad' bestimmt. Je höher der Erfüllungsgrad insgesamt ist, desto höher wird die 'Zuverlässigkeit' eingestuft.

Die Einstufung erfolgt anhand von Spider-Diagrammen (siehe Beurteilungshilfen im Teil II). Die einzelnen Kriterien sind stark prozess- und werkstypenabhängig.

³ Beispiel: Ein Hochwasserschutzdamm, welcher für einen bestimmten Pegel ausgelegt ist, wird von einem extremen Ereignis überflossen.

Abb. 5 Bestimmung Zuverlässigkeit bei baulichen Massnahmen

Bewertungsschema zur Bestimmung der Zuverlässigkeit. Die Einstufung erfolgt nach den sechs Hauptkriterien: Anordnung im Prozessraum, Erhaltungsmanagement, Wirkung Umgebung, Geometrische Anforderungen, Aufnahme Einwirkungen, Zustandsklasse. Bedeutung der Farben: Grün: Hohe Zuverlässigkeit; Grau: eingeschränkte Zuverlässigkeit; Orange: geringe Zuverlässigkeit



Workflow – Spider-Diagramm		
Allgemein	<p>Die Detailbeurteilung erfolgt nach den bauwerksspezifischen Beurteilungshilfen in Teil II. Beurteilt werden die 6 Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anordnung im Prozessraum - Erhaltungsmanagement - Wirkung Umgebung - Geometrische Anforderung - Aufnahme Einwirkungen - Zustandsklasse <p>Die Kriterien werden entlang den Achsen beurteilt. Die offene Skala erlaubt eine gutachtliche Einwertung der Kriterien.</p>	
	<p>Die einzelnen Einwertungen der Parameter werden zu einem Polygon aufgespannt. Dessen Ausdehnung/Fläche dient der Bestimmung der Zuverlässigkeit. Je grösser die Fläche, desto höher die Zuverlässigkeit. Die Festlegung der Zuverlässigkeits-Klasse (hoch, eingeschränkt, gering) erfolgt gutachtlich.</p>	<p>Im Umkehrschluss bedeutet eine kleine Fläche eine eingeschränkte Zuverlässigkeit. Wird eines der Kriterien als schlecht beurteilt (inneres Feld), ist die Zuverlässigkeit in jedem Fall fraglich.</p> <p>Die Gewichtung der in der Detailbeurteilung aufgeführten Parameter erfolgt gutachtlich – es wird keine Abstufung, Gewichtung etc. vorgegeben.</p>

10 Negative Wirkung erwartet

Wird bei der Bestimmung der Zuverlässigkeit eine negative Wirkung erwartet, ist diese vertieft zu prüfen und die daraus resultierenden Folgen auf den Gefahrenprozess zu berücksichtigen.

11 Zuweisung Zuverlässigkeits-Klasse

Die Zuordnung zur entsprechenden Zuverlässigkeits-Klasse (hoch, eingeschränkt, gering) erfolgt basierend auf dem Ergebnis des Spider-Diagramms.

SCHRITT 3: WIRKUNG DER MASSNAHME

12 Einstufung Massnahmenwirkung

Aus dem Grad der Zuverlässigkeit, ergibt sich die Massnahmenwirkung.

- hohe Zuverlässigkeit → volle Massnahmenwirkung
- eingeschränkte Zuverlässigkeit → teilweise Massnahmenwirkung
- geringe Zuverlässigkeit → keine Massnahmenwirkung
- negative Wirkung → negative Massnahmenwirkung

Häufig bestehen Unsicherheiten bezüglich der Qualität der bestehenden Grundlagen, der Prozessbeurteilung, aber auch bei der Einstufung der Zuverlässigkeitskriterien. Diese Unsicherheiten können dazu führen, dass von der direkten Umsetzung um eine Stufe abgewichen werden kann. In diesem Fall kann, bspw. bei einer hohen Zuverlässigkeit, aufgrund der Unsicherheiten eine Reduktion auf eine teilweise Massnahmenwirkung erfolgen. Die Abweichungen sind zu begründen.

13 Analyse der Wechselwirkungen und iterative Zusammenführung der Ergebnisse innerhalb der Massnahmenkategorie

In Schritt 2 (Ziffern 9 - 11) erfolgt die Bestimmung der Zuverlässigkeit für eine Einzelmassnahme oder einen zusammengehörigen Massnahmenverbund. In Schritt 3, Ziffer 13 werden alle Massnahmenelemente derselben Massnahmenkategorie im Zusammenspiel beurteilt. Die Betrachtung erfolgt iterativ je Einzelmassnahme, Teilsystem und Gesamtsystem.

Dabei ist zu überprüfen, welche Auswirkungen einzelne Teilflächen, welche mit bestimmten Werktypen verbaut worden sind, auf benachbarte oder unterliegende Verbauebenen (mit anderen Werktypen) haben. Von grosser Bedeutung ist dabei auch die Konsequenz des Überlastfalls aus einzelnen Teilflächen auf andere Verbauebenen im Prozessraum.

14 Synthese über alle Massnahmen und Massnahmenkategorien – Festlegung Massnahmenwirkung

Die vorgängig unter Ziffer 13 separat betrachteten Massnahmen je Massnahmenkategorie werden über alle Massnahmenkategorien (baulich, biologisch, organisatorisch) zusammengeführt und hinsichtlich ihrer Wirkung im Verbund beurteilt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass bspw. Wald unter Umständen bereits in die Quantifizierung der Einwirkungen (z.B. Waldwirkung bei der Sturzmodellierung oder Waldwirkung auf Abflussbildung) eingeflossen sein kann und somit der Wirkungsbeurteilung der baulichen Schutzmassnahmen vorgelagert wurde. In diesem Fall ist die Schutzmassnahme Wald nicht erneut zu berücksichtigen.

Mit der Festlegung der Massnahmenwirkung, als Synthese über alle Massnahmen und alle Massnahmenkategorien, endet die Anwendung von PROTECTpraxis. Die weitere Bearbeitung erfolgt in der ordentlichen Gefahren- respektive Risikobeurteilung. Dort werden die Resultate aus der Beurteilung der Massnahmenwirkung in Wirkungsflächen (z.B. Intensitätsfläche) oder bei Risikoanalysen in veränderten Risikoparametern (z.B. Präsenz- oder Warnwahrscheinlichkeit, reduzierte Anzahl betroffener Personen) umgesetzt.

FORTSETZUNG GEFAHRENBEURTEILUNG (ausserhalb PROTECTpraxis)

15 Fortsetzung im ordentlichen Ablauf der Gefahren- und Risikobeurteilung (unter Berücksichtigung der Schutzmassnahmen)

Ab hier erfolgt die Weiterbearbeitung im Rahmen der Gefahrenbeurteilung. Die Resultate der Massnahmenbeurteilung fliessen in die neuen Wirkungsszenarien ein. In der Anwendung

'Gefahrenbeurteilung' können sie sich auf die Ausdehnung der Intensitätsflächen und die Intensitätsstufe auswirken, bei Risikobetrachtungen zusätzlich auf die Präsenzwahrscheinlichkeit und die Verletzlichkeit.

3.5 Einstufung Zuverlässigkeit im Detail

Die Einstufung der Zuverlässigkeit erfolgt mit den bauwerksspezifischen Spider-Diagrammen (siehe Beurteilungshilfen im Teil II). Nachfolgend sind die einzelnen Kriterien kurz erläutert.

Anordnung im Prozessraum

Die Schutzbaute muss korrekt im Gelände angeordnet sein. Dabei müssen z.B. Fliesswege, Sturzbahnen oder Anrissgebiete genügend abgedeckt sein (einschliesslich Überlappung). Weiter darf die bergseitige Topographie den Prozess nicht so beeinflussen, dass das Werk z.B. übersprungen oder ungünstig angeströmt werden kann.

Erhaltungsmanagement

Die minimalen Anforderungen sind in Tab. 1 aufgeführt.

Wirkung Umgebung

Die Beurteilung der Umgebung stellt den abschliessenden Teil jeder Inspektion dar. Dabei wird der nicht-bautechnisch erstellte Umgebungsteil der Schutzbauten beurteilt. Im Zentrum stehen dabei mögliche negative Einwirkungen auf das Bauwerk (z.B. durch Rutschbewegungen freigelegte Fundamente, absturzgefährdete Felsmassen etc.).

Geometrische Anforderungen

Aus der Prozessbeurteilung im Rahmen des Gefahrengutachtens resultieren die geometrischen Anforderungen (z.B. Sprunghöhen, Fliesstiefen).

Die Geometrien der Schutzbauten (z.B. Höhe, Länge, Rückhaltevolumen, etc.) sind einfach überprüfbar. Sie müssen durch entsprechende Messungen aus Terrainmodellen, Plänen oder *in situ* erhoben werden. Bei einigen Werktypen (z.B. Anrissverbau, Steinschlagschutzdamm, Geschiebesammler) gilt, dass bei ungenügender Erfüllung der Anforderungen dennoch eine Teilwirkung geltend gemacht werden kann. Bei anderen Bauwerkstypen darf das Bauwerk nicht berücksichtigt werden, wenn die geometrische Auslegung ungenügend ist.

Für diesen Schritt stehen in Teil II für jeden Werktyp eigene Beurteilungshilfen zur Verfügung, mit konkreten Angaben, in welchem Fall die Geometrischen Anforderungen als erfüllt gelten.

Überprüfung der Auslegung

Die Einwirkungen (aus der Prozessbeurteilung) müssen mit der Auslegung (des Bauwerkes) verglichen werden.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass auch ältere Werke nach den Regeln der Baukunde bemessen und erstellt wurden. Aus diesem Grund werden sie auch nicht ohne Anlass einer Überprüfung unterzogen. Die Auslöser für eine Überprüfung sind in der SIA 269 definiert und in Kapitel 3.3 aufgeführt.

Mittels untenstehender Möglichkeiten kann die Auslegung des Werkes festgestellt werden:

1. Bei neueren Werken ist die Auslegung in der Dokumentation des ausgeführten Werkes (Bericht oder Pläne) oder der Nutzungsvereinbarung ersichtlich. In diesem Fall sind aus den Akten Einwirkungen und Auslegung ersichtlich.
2. Wurde das Werk bereits nachweislich belastet (durch ein quantifizierbares Ereignis), kann der Tragwiderstand zurückgerechnet, respektive die Tragsicherheit für die entsprechende Ereignisgrösse

vorausgesetzt werden. Dies ist zum Beispiel bei Abflussmessstellen oder anhand des Ereigniskatasters möglich.

3. Die Auslegung kann aus der Geometrie oder der Konstruktion des Werkes abgeleitet werden. So darf zum Beispiel davon ausgegangen werden, dass ein Hochwasserdamm mit einer bestimmten Höhe auch auf den entsprechenden Wasserdruck bemessen wurde oder das Abschlussbauwerk eines Geschiebesammlers bis auf Oberkante Sperre einen Erd- und Wasserdruck aufnehmen kann. Andernfalls wäre das Werk nicht mängelfrei abgenommen und in Betrieb genommen worden (vgl. Teil II, Bemessung und Überprüfung von Bauwerken). Analoge Schlüsse sind in den Beurteilungshilfen aufgeführt.
4. Aus denselben Überlegungen darf die Auslegung des Tragwiderstandes auch für zertifizierte oder anerkannte Werks Typen als gegeben vorausgesetzt werden

Sofern die Auslegung des Werkes auf diese Weise nicht festgestellt werden kann, wird empfohlen, das Bauwerk in der Prozessbeurteilung nicht zu berücksichtigen (resp. nur bei einer allfälligen Negativwirkung) oder eine Überprüfung gemäss SIA 269 anzuordnen.

Eine Überprüfung bedeutet, dass der Bauherr einem Tragwerkingenieur/einer Bauwerksspezialistin den Auftrag erteilen muss, das Bauwerk zu untersuchen und nachzurechnen. Dazu gehört auch die Feststellung von effektiven Fundationstiefen durch Sondagen oder dergleichen.

Überprüfung der Zustandsklasse

Der Zustand der Schutzbauten wird im Rahmen des Erhaltungsmanagements periodisch beurteilt (Inspektionen). Der Zustand wird in der Regel in Klassen eingeteilt. Die Einteilung nach SIA D0240 [14] unterscheidet 5 Klassen, die Einteilung nach Schutzbautenkataster BAFU [5] 4 Klassen. Beide Einteilungen sind vergleichbar. In PROTECTpraxis wird die Einteilung nach SIA D0240 verwendet.

Tab. 2: Zustandsklassen bei baulichen Massnahmen nach SIA Dok 0240 und Schutzbautenkataster BAFU

Klassifizierung von Schäden und Mängeln gemäss SIA Dok 0240 [14]

Zustands- klasse	Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Massnahmenempfehlungen
1	Gut	Keine nennenswerten Mängel, Schwachstellen und Schäden	Keine Massnahmen in der laufenden Erhaltungsperiode
2	Annehmbar, mässig	Kleinere Mängel, Schwachstellen und Schäden	Kann, muss aber nicht in der laufenden Erhaltungsperiode instandgesetzt werden.
3	Schadhaft	Erhebliche Mängel, Schwachstellen und Schäden	Instandsetzung in der laufenden Erhaltungsperiode erforderlich, Interventionszeitpunkt ist frei wählbar
4	Schlecht, gefährlich	Grosse Mängel, Schwachstellen und Schäden, Gefährdung der Tragsicherheit	Rasche Instandsetzung, Verstärkung oder Ersatz in den nächsten Jahren bzw. ergänzende Sicherheitsmassnahmen mit anschliessender Instandsetzung, Verstärkung oder Ersatz in der laufenden Erhaltungsperiode
5	Alarmierend	Starke Beschädigungen oder Zerstörungen, akute Gefährdung der Tragsicherheit	Sichernde Sofortmassnahmen mit anschliessender Instandsetzung, Verstärkung oder Ersatz

Klassifizierung nach Schutzbautenkataster BAFU [5]

Zustandsbezeichnung	Zustandscharakterisierung	Massnahmenempfehlungen
gut – annehmbar	Einwandfreier Zustand bzw. Zustand bei dem keine Schäden zu verzeichnen sind, auch normale Instandhaltungen	normaler Unterhalt
schadhaft - schlecht	Es liegt ein grösserer Schaden vor, der nicht mehr mit den Mitteln des normalen Unterhalts zu beheben ist, deren Schadenbehebung aber nicht sofort erfolgen muss – z.B. bis zum Zeitpunkt der nächsten Inspektion.	Reparatur in den nächsten Jahren notwendig
alarmierend	Es liegt ein Schaden vor, der nicht mehr mit den Mitteln des normalen Unterhalts zu beheben ist.	Schadenbehebung mit hoher Dringlichkeit
noch abzuklären	Ist zu vergeben, wenn der Zustand noch nicht bekannt ist.	

Ist der Zustand einer baulichen Massnahme unbekannt oder noch abzuklären, entspricht dies in der Methodik PROTECTpraxis der Zustandsklasse 5

Bei 'gutem' oder 'annehmbarem' Zustand spricht man von kleinen oder für das Tragwerk unbedeutenden Schäden. In diesem Fall ist die Funktion des Schutzbauwerkes sichergestellt. Inwieweit dies erfüllt ('schadhaft' oder schlimmer), kann nicht allgemein formuliert werden. Dies hängt sowohl von der Konstruktionsart wie auch vom Versagensprozess ab. Dennoch soll der Zustand in die Frage der Berücksichtigung der Bauwerke einfließen. Der Einfachheit halber wird dies nach Schadensklassen gemacht. Bei den Zustandsklassen 'gut' oder 'annehmbar' ist die Funktion uneingeschränkt vorhanden. Bei der Klasse 'schadhaft' kann eine Teilwirkung vorhanden sein. (z.B. bei flächigen Werken, bei denen nur ein Teil der Einzelwerke versagt). Bei den Klassen 'schlecht' bis 'alarmierend' muss von Strukturschäden ausgegangen werden und das Bauwerk wird nicht berücksichtigt.

Liegen aus dem Erhaltungsmanagement keine Angaben zum Zustand vor, wird empfohlen, die entsprechenden Inspektionen von Baufachleuten ausführen zu lassen, da der visuelle Eindruck je nach Tragsystem nur wenig mit dem verbleibenden Tragwiderstand zu tun hat. So sind etwa fatale Risse bei Winkelstützmauern (z.B. Sperren mit Fundamentplatte) erdseitig und damit nicht sichtbar, während Biegerisse in einfach gelagerten Scheiben (seitlich gelagerte Wildbachsperren) kaum eine Bedeutung haben.

3.6 Beurteilungshilfen und Begleitdokumente

Im Teil II stehen die nachfolgend aufgeführten Beurteilungshilfen und Begleitdokumente zur Verfügung. Für die Anwendung des Spider-Diagramms wurden bauwerksspezifische Beurteilungshilfen für jeden Werkstyp nach [5] erarbeitet.

Beurteilungshilfen

A1 bis Ax Schutzbauten Wasser
 B1 bis Bx Schutzbauten Rutsch
 C1 bis Cx Schutzbauten Sturz
 D1 bis Dx Schutzbauten Lawine/Schnee

Begleitdokumente:

Bemessung und Überprüfung von Bauwerken
 Allgemeines zum Erhaltungsmanagement

4 Biologische Massnahmen

4.1 Begriff der biologischen Massnahmen

Biologische Schutzmassnahmen spielen eine bedeutende Rolle als schützendes Element gegenüber Naturgefahrenprozessen. Im Rahmen der Gefahrenbeurteilung ist die Wirkung biologischer Schutzmassnahmen daher zu berücksichtigen. Der Wald bzw. die Vegetation ist hierbei als **Schutzmassnahme** zu verstehen und der waldbauliche Eingriff bzw. die Pflege entspricht dem **Unterhalt**.

Die Beurteilung der biologischen Massnahmen stützt sich hauptsächlich auf die Grundlage Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (NaiS) [37]. Darin sind die Anforderungen an einen zuverlässigen und wirksamen Schutzwald gegen die in PROTECTpraxis betrachteten Gefahrenprozesse beschrieben.

Ingenieurbiologische Bauweisen (Deck-, Stabil- und kombinierte Bauweisen) können dem Vorgehen nach analog beurteilt werden. Es bestehen jedoch keine zu NaiS analogen Grundlagen für die Beurteilung von Zuverlässigkeit und Wirksamkeit. Für diese Beurteilung müssen die einschlägigen Grundlagen zu den verschiedenen Bauweisen und deren Zuverlässigkeit bzw. Wirksamkeit aus der Literatur herangezogen und berücksichtigt werden. Diese werden im vorliegenden Dokument nicht aufbereitet und dargestellt.

Temporäre Massnahmen wie Holzschneerechen und Gleitschneeschutzmassnahmen (Dreibeinböcke, Pfählungen, Bermentritte) werden i.d.R. zusammen mit Aufforstungen realisiert. Ihre Wirkung fokussiert sich auf den Schutz der Bestandesbegründung. Sie werden normalerweise bei der Gefahrenbeurteilung nicht berücksichtigt. Berücksichtigt wird hingegen der heranwachsende Bestand, soweit seine Zuverlässigkeit mit der Zeit zunimmt.

Der Schwerpunkt der Ausführungen in den folgenden Kapiteln liegt auf dem Hochwald.

Biologische Schutzmassnahmen im Sinne von PROTECTpraxis

Ziel von Aufforstungen und ingenieurbiologischen Stabilbauweisen (Tab. 3) ist ein Hoch- oder Gebüschwald bzw. eine dauerhafte Gehölzvegetation, die mit der Zeit die Schutzfunktion weitgehend übernehmen können. Wald und die bezeichneten Bauweisen werden gemäss dem Vorgehen zur Beurteilung der biologischen Schutzmassnahmen bearbeitet.

Tab. 3: Biologische Schutzmassnahmen

Biologische Schutzmassnahmen im Sinne von PROTECTpraxis

Wald	Hochwald, Gebüschwald, Aufforstung
Ingenieurbiologische Bauweise	Stabilbauweisen: biologische Massnahmen vorwiegend aus Pflanzen oder Teilen von Pflanzen. Diese Bauweise wird angewendet, wenn mechanische Kräfte im Boden befürchtet werden. Massnahmen: z.B. lebender Flechtzaun, Lagenbau (Spreit-, Busch-, Hecken- und Heckenbuschlage), Steckhölzer, Cordonpflanzung, Hang- und Uferfaschine, Gitterbuschbau, Packwerk, Lebendbuhnen, Lahnung (Aufzählung nicht abschliessend)

Teilweise biologische Schutzmassnahmen im Sinne von PROTECTpraxis

Ingenieurbiologische Deck- und kombinierte Bauweisen entsprechen ebenfalls Schutzmassnahmen (Tab. 4). Die Deckbauweisen bzw. der biologische Bestandteil einer kombinierten Bauweise dienen häufig als Ergänzung zum technischen Bauwerk und können in diesem Fall oft nicht allein, auch nicht mit der Zeit, die gewünschte Schutzfunktion übernehmen.

Die Deckbauweisen können mit ihrer Wirkung als Erosionsschutz berücksichtigt und gemäss dem Vorgehen zur Beurteilung der biologischen Massnahmen bearbeitet werden. Die Wirkung ist jedoch in der Regel begrenzt.

Ob eine kombinierte Bauweise primär als bauliche oder als biologische Schutzmassnahme beurteilt werden muss, ist davon abhängig, ob der biologische Teil im zu betrachtenden Fall die alleinige Schutzfunktion übernehmen kann oder nicht. Allenfalls ist im Verlaufe der Zeit zuerst eine Beurteilung als bauliche und dann später als biologische Massnahme notwendig. Entsprechend ihrem hauptsächlich wirksamen Teil (baulich bzw. biologisch) wird die Massnahme gemäss dem Vorgehen zur Beurteilung der baulichen bzw. biologischen Schutzmassnahmen bearbeitet.

Tab. 4: Ingenieurblogische Bauweisen

Teilweise biologische Schutzmassnahmen im Sinne von PROTECTpraxis.

Ingenieurblogische Bauweise	Deckbauweisen: Stabilisierung der Bodenoberfläche mittels Samen, Pflanzenteilen und/oder Pflanzen. Bspw. Saaten (Rasen, Heublumen, Nasssaaten etc.), Rasenverlegung, Spreitlage (Aufzählung nicht abschliessend)
	Kombinierte Bauweisen: Kombination aus lebenden und 'toten' Baumaterialien. Bspw. begrünter Holzkasten, Hangrost, Drahtschotterkorb, Blockwurf, Runsenausbuschung, Faschinen, Lebendbuhnen, Lahnung, Holzgrünschwelle, lebendbewehrter Geotextilkörper, Entwässerungspflanzung (Aufzählung nicht abschliessend)

Mit Krautvegetation bedeckte, gehölzfreie Flächen wie Wiesen und Weiden (**Tab. 5**) werden in PROTECTpraxis nicht separat als Schutzmassnahme behandelt. Ihre Wirkung als Erosionsschutz wird aber indirekt bei der Beurteilung der Rutschungs- und Wassergefahren mitberücksichtigt.

Nicht biologische Schutzmassnahmen im Sinne von PROTECTpraxis

Tab. 5: Nicht biologische Schutzmassnahmen

Nicht biologische Schutzmassnahmen im Sinne von PROTECTpraxis

Gehölzfreie Vegetationsfläche	Alpine Rasen, Lawinare, Weiden, Wiesen
Moor	Flach-, Hang- und Hochmoore

4.2 Betrachtungseinheit Wald

Die Betrachtungseinheit für die Beurteilung des Waldes nach PROTECTpraxis umfasst die potenziell schutzwirksame Waldfläche in einem Prozessraum. Diese kann bei Bedarf, z.B. bei unterschiedlichen Anforderungen an die Schutzmassnahme, in Prozessraumabschnitte (Entstehungs-, Transit- und Ablagerungsgebiet) aufgeteilt werden. Die verschiedenen Bestände sind Teile der Betrachtungseinheit. Die Grenzen der Betrachtungseinheit müssen nicht mit den Bestandesgrenzen übereinstimmen, sondern werden allein durch die Grenzen des Prozessraums des betrachteten Naturgefahrenprozesses bestimmt. Als Prozessraum wird der gesamte Raum, welcher von einem Naturgefahrenprozess einer bestimmten Prozessquelle eingenommen wird, verstanden (gleichbedeutend mit Wirkungsraum).

4.3 Besonderheiten bei biologischen Massnahmen

- Die Waldwirkung ist in der Regel sehr grossflächig, wird aber gleichzeitig durch viele mehr oder weniger unabhängige Elemente (Bäume) geleistet.
- Der Mensch kann gestaltend einwirken, ist aber an die natürlichen Abläufe (Zeit) und Möglichkeiten (Dimensionen) gebunden. Insbesondere kann Wald nicht auf die aus den Prozesseinwirkungen abgeleiteten Lastfälle bemessen werden und erbringt daher möglicherweise nur Teile der geforderten Schutzleistung. D.h. Risiken werden reduziert, jedoch möglicherweise nicht bis auf das von den Schutzziele gewünschte Niveau.
- Die ingenieurbioologischen Massnahmen werden, im Unterschied zum Wald, geplant eingesetzt. Deshalb können diese, zumindest teilweise, mit vereinfachten Methoden (im Vergleich zum technischen Verbau) bemessen werden. Zur Einschätzung der Zuverlässigkeit können diese Grundlagen aus der Planung mitberücksichtigt werden. Die Massnahmen unterliegen jedoch auch biologischen (Zonen ohne Wachstumsmöglichkeit), technischen (Durchwurzelbarkeit, Wurzelzugfestigkeit, Gründigkeit) und zeitlichen (Vegetationszeit) Grenzen. Daher sind sie oft nicht Ersatz, sondern Ergänzung zum rein technischen Verbau.
- Wald ist ein lebendes, dynamisches System. Die Schutzleistung des Waldes unterliegt daher räumlichen und zeitlichen Variabilitäten.
- Es bestehen keine exakten Grenzwerte/Belastungsgrenzen für Wald und ingenieurbioologische Massnahmen. Die Beurteilung stützt sich, im Falle von Wald, auf die Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion (NaiS,[37]). Die Spider-Diagramme (Anhänge A4 - D4), eine anschauliche Darstellung der relevanten Waldparameter je Prozess, stützen sich auf die in NaiS aufgeführten Anforderungsprofile (<https://www.gebirgswald.ch/de/NaiS.html>). **Der Prozess Rutsch befindet sich in NaiS aktuell in Überarbeitung. Bis zu dessen Fertigstellung sind in PROTECTpraxis die Anforderungsprofile der Gerinneprozesse zu verwenden. Anschliessend werden die neuen Profile Rutsch übernommen.** Bei den ingenieurbioologischen Massnahmen müssen für diese Beurteilung die Bemessungsgrundlagen aus der Literatur herangezogen werden. Diese wurden für PROTECTpraxis nicht gesondert aufbereitet und dargestellt. Die Spider-Diagramme können nur für ingenieurbioologische Massnahmen herangezogen werden, deren Ziel ein Hoch- bzw. Gebüschwald ist.
- Faktoren wie Resilienz oder zusätzliche Massnahmen wie z.B. temporäre bauliche oder organisatorische Massnahmen können gegebenenfalls eine zeitweise reduzierte Schutzwirkung/Schutzleistung kompensieren. Diese helfen die Zeit bis zur Wiederherstellung der Wirkung der biologischen Schutzmassnahmen zu überbrücken.

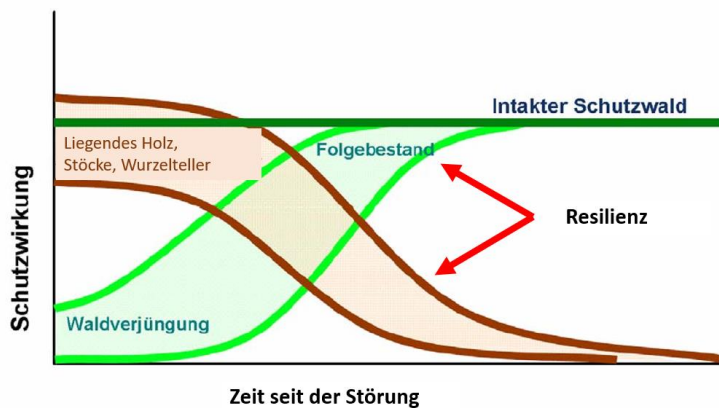
Tab. 6: Resilienz

Definition des Begriffs Resilienz

Resilienz	Resilienz umfasst einerseits die verbleibende Schutzwirkung durch noch stehende Bäume, hohe Stöcke, Querbäume usw. nach einem Schadenereignis durch den Naturgefahrenprozess oder weitere wie Sturm, Insektenkalamität, Waldbrand etc. Andererseits auch die Anpassungs- bzw. Regenerationsfähigkeit des lebenden Systems Wald, als Toleranz eines Systems gegenüber Veränderungen (Störungen) im Falle von Schadenereignissen durch den Naturgefahrenprozess oder weitere wie z.B. Sturm oder Störungen irgendwelcher Art wie z.B. der Klimaveränderung.
------------------	---

Abb. 6 **Verlauf von Schutzwirkung und Störung**

Schematisches Gedankenmodell über den Verlauf der Schutzwirkung nach einer Störung



- Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass Schutzwald seit Jahrhunderten als sehr wichtige Schutzmassnahme wirkt und langfristig als dauerhafte grossflächige Massnahme trotz mannigfaltigen Einflüssen zumindest teilweise berücksichtigt werden kann. Dies gilt auch in Bezug zum Klimawandel.
- Mit dem Klimawandel ist jedoch davon auszugehen, dass ein Defizit bei der Schutzwirkung mit einer starken Reduktion der Resilienz häufiger wird, besonders wenn die älteren schutzwirksamen Bäume wegen Störungen rasch ausfallen (z.B. durch Borkenkäfer oder Trockenheitsstress). Damit muss v.a. in den Gebieten gerechnet werden, wo nach dem heutigen Wissensstand (gemäss dem Tool TreeApp (<https://www.tree-app.ch/>)) schon bei einem mässigen Klimawandel ein Wechsel der Vegetations-Höhenstufe zu collin, hyperinsubrisch oder mediterran erwartet wird. Dadurch kann die Schutzwirkung des Waldes auf einer grösseren Fläche rasch stark reduziert werden. Diese Reduktion der Schutzwirkung ist umso bedeutender, wenn die Naturverjüngung von klimafitten Baumarten mangels vorhandenen Samenbäumen oder durch einen starken Wildverbiss nicht gewährleistet ist.
- Biologische Massnahmen stehen in der Regel in Wechselwirkung mit verschiedenen Prozessen. Deshalb wirken sie multifunktional und in einigen Fällen nicht nur positiv, sondern auch negativ.
- Wald wurde in der Regel nicht geplant und kann somit auch an Orten stehen, an denen er selbst durch Naturgefahrenprozesse (Lawine, Sturz, Rutsch, Überflutung, Übersarung, Übermurung) teilweise und/oder zeitweise beschädigt werden kann oder durch diese gar in seiner Existenz bedroht ist.
- „Wald wächst nicht überall“: es bestehen standörtliche Grenzen wie Klima, Boden etc., wie auch räumliche Grenzen. Ggf. sind Verbundmassnahmen mit baulichen Schutzmassnahmen zielführend.
- Häufig sind detaillierte forstliche Kenntnisse notwendig. Eine Zusammenarbeit mit den lokalen, forstlichen Fachspezialisten (Förster/in, Regionaler Sicherheitsdienst, Waldbesitzer/in etc.) ist immer hilfreich.
- Für die Beurteilung von bestehenden forstlichen Grundlagen und bei deren Fehlen für die direkte Beurteilung von Wald, sind detaillierte forstliche Kenntnisse notwendig. Daher ist in der Regel eine Zusammenarbeit mit lokalen Forstleuten vorzusehen.
- Unsicherheiten: Bei Wald und verschiedenen ingenieurb biologischen Massnahmen handelt es sich um dynamische und sehr variable Systeme. Deren Berücksichtigung in der Gefahrenbeurteilung ist somit mit Unsicherheiten behaftet. Sie basiert auf Kenntnissen der Eigenschaften, Berechnungen, Modellierungen und teilweise auch gutachtlichen Einschätzungen des aktuellen Zustandes sowie Einflusses auf den Prozess unter Berücksichtigung der langfristigen und permanenten Verfügbarkeit der Schutzleistung. Eine klare Kommunikation und Dokumentation der Unsicherheiten schafft Transparenz und ist zwingend anzustreben.

4.4 Methodik – Übersicht

4.4.1 Generelles Ablaufschema / Allgemeine Vorgehensweise

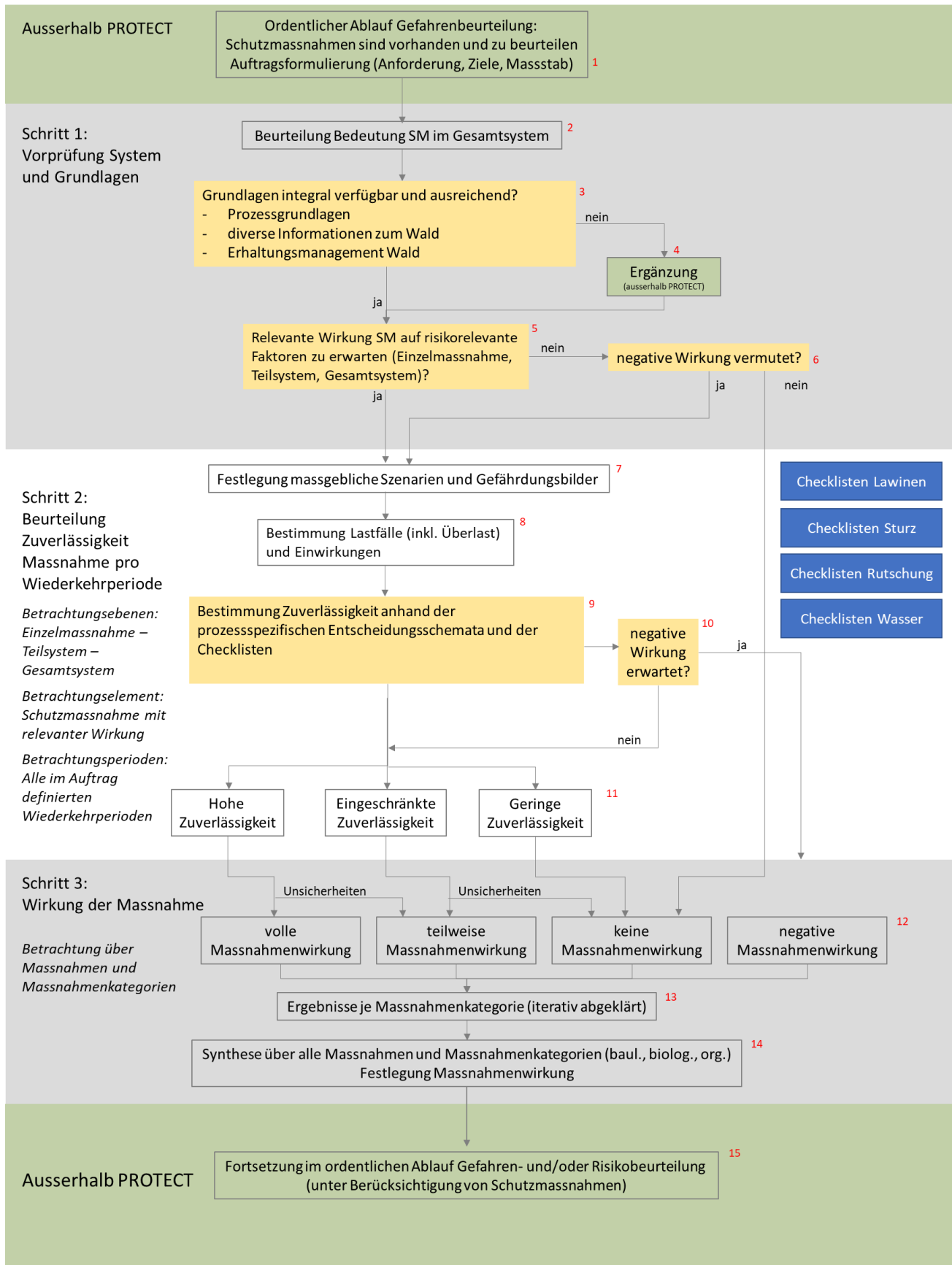
In diesem Kapitel werden für die Schritte 1 - 3 des generellen Ablaufschemas Angaben zum Umgang mit den biologischen Schutzmassnahmen gemacht. Das detaillierte Vorgehen bei der Beurteilung der spezifischen biologischen Schutzmassnahmen ist in den Kapiteln 4.5 bis 4.8 prozessweise beschrieben. Grundlage dazu ist das Bewertungsschema in Abb. 8. In den Anhängen A - D befinden sich prozessweise Checklisten und Beurteilungshilfen (Spider-Diagramme, nur für Wald) zur konkreten Bestimmung der Zuverlässigkeit.

Abb. 7 Generelles Ablaufschema PROTECTpraxis bei biologischen Massnahmen

Die rot dargestellten Ziffern beziehen sich auf die Anmerkungen im nachfolgenden Kapitel

PROTECTpraxis: Ablaufschema biologische Massnahmen

Ziffern: vgl. Anmerkung in den Kommentaren



Ausserhalb PROTECTpraxis

1 Auftragsformulierung (Anforderungen, Ziele, Massstab)

Aus den Prozessräumen der für die massgeblichen Schutzgüter relevanten Gefahrenprozesse, leiten sich die zu betrachtenden Waldflächen und ingenieurbologischen Massnahmen ab. Die grundsätzliche Zulässigkeit der Schutzmassnahme Wald für jeden Naturgefahrenprozess ist in den jeweiligen prozessspezifischen Anhängen A1 - D1 dargestellt.

Die Verfügbarkeit der Schutzmassnahme Wald über einen Betrachtungshorizont von 50 Jahren, gemäss den Leitgedanken, ist grundsätzlich gegeben (Teil II, E).

Biologische Schutzmassnahmen können in allen Massstabsebenen M1-M3 berücksichtigt werden. In M1 (Hinweisstufe) wurde bisher der Wald, im Unterschied zu einigen anderen Schutzmassnahmen, mitberücksichtigt, zumindest für einen Teil seiner Schutzleistung (z.B. Verhinderung von Lawinenanrissen).

SCHRITT 1: VORPRÜFUNG SYSTEM UND GRUNDLAGEN

2 Beurteilung Bedeutung der Schutzmassnahme im Gesamtsystem

Die Waldwirkung ist in der Regel sehr grossflächig und steht oft in Wechselwirkung mit verschiedenen Naturgefahrenprozessen. Wald, wie auch ingenieurbologischen Massnahmen wirken multifunktional und oft im Verbund mit baulichen und organisatorischen Massnahmen. Dieser Umstand ist bei der Betrachtung des Gesamtsystems zu berücksichtigen.

3 Grundlagen integral verfügbar und ausreichend

Welche Grundlagendaten benötigt werden, ist in den jeweiligen prozessspezifischen Anhängen A2 - D2 dargestellt. In Tab. 7 sind die wichtigsten Grundlagen und deren Zuständigkeit zusammengestellt.

Tab. 7: Elemente und Zuständigkeiten des Erhaltungsmanagements

Elemente und Zuständigkeiten des Erhaltungsmanagements im Schutzwald.

Elemente des Erhaltungsmanagements	Zuständigkeit
Schutzwaldkataster: - Informationen über den aktuellen Waldzustand und dessen Entwicklung	Kantone
Regelung der Schutzwaldpflege gemäss NaIS: - Verantwortung pro Schutzwaldkomplex für die Umsetzung der Massnahmen - Monitoring der Wirkung der Massnahmen	Kantone (kann mittels Zielvereinbarungen auf den Waldeigentümer, den Forstbetrieb oder eine andere Bewirtschaftungsorganisation übertragen werden)
Regionales Monitoring des Schutzwaldes	Kantone
Kompetenz inkl. Aus- und Weiterbildung der lokalen verantwortlichen Bewirtschafter vorhanden	Kantone und verantwortliche Betriebe
Umsetzung CH	BAFU mittels Stichproben
Kataster ingenieurbologischer Massnahmen - Inventar mit eindeutiger Identifikation, in der Regel eine tabellarische Auflistung der Werke oder eine Nummerierung im Plan der Werke / Werksgruppen - Situationsplan - Attributierung (minimal) der einzelnen Werke	Werkeigentümer
Regelung und Vollzug des Betriebs (Pflege): - Bezeichnung der verantwortlichen Stelle oder Person für den baulichen und betrieblichen Unterhalt - Aktueller Inspektionsbericht	Werkeigentümer

Der Aufbau eines Schutzwaldkatasters ist idealerweise eine wichtige Forderung an die forstliche Planung der Kantone. Neben den Grundlagendaten zu den Naturgefahrenprozessen sind bei der Beurteilung der Schutzmassnahme Wald und der ingenieurb biologischen Massnahmen weitgehende Informationen zum aktuellen Zustand und insbesondere auch zur zukünftigen Entwicklung dieses Zustandes notwendig. Diese Beurteilung erfordert, je nach Bearbeitungstiefe, erhebliche forstliche Kompetenzen bzw. Kompetenzen in der Beurteilung der ingenieurb biologischen Massnahmen. Der Einfluss des Klimawandels kann bspw. mittels des Tools "TreeApp" (<https://www.tree-app.ch/>) gemäss neustem Wissen abgeschätzt werden.

4 Ergänzung fehlender Grundlagen

Falls die vorhandenen Grundlagen nicht ausreichend sind, müssen fehlende Informationen beschafft werden. Dabei ist je nach Betrachtungsebene (M1 - M3) einzuschätzen, welche Grundlagen zwingen notwendig sind, um eine angemessene Qualität der Beurteilung sicherzustellen.

5 Ist eine relevante Wirkung der Schutzmassnahmen auf risikorelevante Faktoren zu erwarten?

Ob eine relevante Wirkung des betrachteten Waldteils auf den Naturgefahrenprozess zu erwarten ist, wird anhand der grundsätzlichen Zulässigkeit der Schutzmassnahme Wald (Checklisten A1 - D1) und der Tabelle 1 in den Beurteilungshilfen "Biologische Massnahmen" prozessweise beurteilt.

Die ingenieurb biologischen Massnahmen sind analog aufgrund deren Zielsetzung bzw. Bemessung zu beurteilen.

6 Wird eine negative Wirkung vermutet?

Falls eine relevante positive Wirkung des betrachteten Waldteils, bzw. der ingenieurb biologischen Massnahme in Schritt 1 verneint wird, ist zu prüfen, ob im Falle eines Verfalls/Versagens von Teilen dieser Massnahme eine negative Wirkung auf den Prozess vermutet werden muss. Ist dies der Fall, so muss diese allfällige negative Wirkung vertieft geprüft werden.

Wald, der sich nicht im Prozessraum der betrachteten Naturgefahrenprozesse befindet, wird nicht generell auf allfällige Negativwirkungen gegenüber möglichem Schadenpotenzial überprüft.

SCHRITT 2: BEURTEILUNG ZUVERLÄSSIGKEIT DER MASSNAHME

Schutzmassnahme mit relevanter Wirkung

Waldteile und ingenieurb biologische Massnahmen, bei denen eine relevante Wirkung auf risikorelevante Faktoren zu erwarten ist, werden anhand der Überlegungen in diesem Schritt im Detail beurteilt und deren Zuverlässigkeit bestimmt.

Vorgehen bei der Beurteilung der Zuverlässigkeit:

- Auswertung der Grundlagen (Gefahrenprozess und Zustand bzw. Entwicklung der Massnahme).
- Durchführung einer ggf. notwendigen Geländeanalyse in Abhängigkeit zur Verfügung stehender Grundlagen sowie der Massstabsebene.
- Beurteilung des Zustands und seiner zukünftigen Entwicklung, inkl. einem Vergleich mit den Anforderungen (für Wald siehe Spider-Diagramme in den Anhängen A4 – D4). Für diese Beurteilung kann das Formular 2 mit Klimawandel "Herleitung Handlungsbedarf" aus NaiS beigezogen werden (<https://www.nais-form2-klima.ch/Formular>).
- Erkennung und Bestimmung massgeblicher Belastungsszenarien aus dem zu betrachtenden Naturgefahrenprozess und anderen möglichen Gefährdungsbildern. Ermittlung der daraus resultierenden Einwirkungen auf die Schutzmassnahme (Berechnung, Modellierung, Abschätzung).

- Beurteilung der Reaktion der Massnahme auf die zu erwartenden Einwirkungen, inkl. Entscheid, ob im jeweiligen Szenario ein Lastfall im Rahmen des Nutzungszustandes, ein Überlastfall oder ein Gefährdungsbild vorliegt.
- Festlegung der Zuverlässigkeit der Schutzmassnahme, welche in die anschliessende Wirkungsbeurteilung (ausserhalb PROTECTpraxis) Eingang findet.

Besondere Eigenschaften der biologischen Schutzmassnahme Wald

Der Schutzwald hat in Bezug auf die betrachteten Gefahrenprozesse eine konkrete **Zielsetzung und Wirkung** (z.B. Schneerückhalt, Energievernichtung). Er ist durch die standörtlichen Möglichkeiten und den aktuellen Zustand charakterisiert und besteht aus einzelnen Elementen, den Bäumen und Beständen.

Beim Schutzwald handelt es sich aber um ein bestehendes "**Tragwerk**", das nicht durch den Projektierungsprozess mit Entwurfsarbeit, Tragwerksanalyse, Bemessung und nachfolgender Ausführung (Umsetzung) entstanden ist.

Die **Nutzungsanforderungen** werden entsprechend der Möglichkeiten des Waldes festgelegt. Bei dieser Festlegung ist von einem auf dem entsprechenden Waldstandort und bezüglich dem betrachteten Naturgefahrenprozess leistungsfähigen Wald auszugehen. Bei der Festlegung der Anforderungsprofile Naturgefahren in NaiS wurde dieser Umstand bereits berücksichtigt und es macht somit Sinn, diese Anforderungsprofile für die Festlegung der Nutzungsanforderungen und der daraus abgeleiteten Nutzungszustände beizuziehen.

Es wird davon ausgegangen, dass die maximal mögliche, nachhaltige **Leistungsfähigkeit** des Waldes gegenüber dem betrachteten Naturgefahrenprozess in etwa erreicht wird, wenn der Wald den Anforderungsprofilen 'ideal' gemäss NaiS entspricht. Hier sind die aktuelle Schutzwirkung und die zukünftige Entwicklung in einem ausgewogenen Verhältnis. Die Anforderungsprofile "ideal" zeigen auf, was der Wald langfristig und dauernd überhaupt zu leisten imstande ist. Sind die Anforderungsprofile minimal des betrachteten Waldes im aktuellen Zustand nicht erfüllt und ist die erwartete Entwicklung ungünstig (insbesondere bei der Verjüngung), muss folgerichtig von einer reduzierten nachhaltigen Leistungsfähigkeit betreffend dem betrachteten Nutzungszustand ausgegangen werden. Trotzdem kann aber die aktuelle Schutzwirkung gut sein, beispielsweise in einem homogenen, einschichtigen und stammzahlreichen Bestand, der im Moment gut gegen Steinschlag wirkt, aber längerfristig keine Verjüngung ermöglicht.

Der Wald kann als Schutz gegenüber dem Gefahrenprozess längerfristig maximal das Leisten, was auf dem betreffenden Waldstandort nachhaltig möglich ist. Sinnvolle **Nutzungszustände** beim Schutzwald entsprechen somit einem nachhaltig realisierbaren Waldzustand in Situationen mit Prozesseinwirkung, bei denen die Prozessintensität noch keine übermässige zerstörerische Wirkung hat und der Schutzwald seine Wirkung auf den Prozess grösstenteils entfalten kann.

Gefährdungsbilder zeigen eine für den Bestand der Schutzmassnahme kritische Situation auf. Situationen also, in denen z.B. Teile des Schutzwaldes zerstört werden können. Dies kann durch (i) den Naturgefahrenprozess geschehen, gegen den der Wald eigentlich schützen sollte, oder durch (ii) andere Gefahrenprozesse. Zur ersten Gruppe (i) gehören z.B. Sturzereignisse mit zu hohen Energien, Lawinen in der Sturzbahn mit zu hohen Drücken. Zur zweiten Gruppe (ii) gehören insbesondere Störungen wie Sturm- und Brandereignisse mit ihren Folgeschäden, wie Insektenkalamitäten (diese werden durch den Klimawandel immer häufiger erwartet) oder übermässige Wildschäden. Entscheidend für die Beurteilung der Zuverlässigkeit von Wald ist in diesen Fällen die Häufigkeit der Ereignisse, die Grösse der Schadenflächen, die verbleibende Schutzwirkung und die Fähigkeit des Waldes zur Regeneration (Resilienz). Geeignete zusätzliche Massnahmen sind Massnahmen zur Unterstützung dieser natürlichen Regeneration wie z.B. Pflanzungen, Querhölzer, Dreibeinböcke, Erosionsschutz.

Als **Überlast** wird ein Ereignis bezeichnet, welches deutlich grösser ist als das Bemessungsereignis. Der vorgesehene, definierte Wirkungsbereich (Lastfall) der Schutzmassnahme wird dabei vom Ereignis

überschritten. Bei der Schutzmassnahme Wald gibt es keine eigentliche Bemessung. Ein Überlastfall liegt aber analog vor, wenn die erwartbare Schutzwirkung der biologischen Schutzmassnahme die geforderten Schutzziele nicht eigenständig vollumfänglich erfüllen kann. Die Schutzmassnahme wird im Unterschied zum Gefährdungsbild nicht zwingend beschädigt bzw. zerstört. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Länge der Waldstrecke in einem Steinschlaggebiet zu kurz ist, um genügend Steine im geforderten Ausmass zu bremsen bzw. aufzuhalten.

7 Festlegung massgebliche Szenarien und Gefährdungsbilder

Die massgeblichen Ereignisszenarien für alle gewünschten Jährlichkeitsklassen sind anhand der Anforderungen und Ziele des Auftrages, des Naturgefahrenprozesses, des Prozessraumes, der Waldverteilung bzw. der Lage der ingenieurb biologischen Massnahme und des Zustandes festzulegen. Mögliche Szenarien für den Wald werden in den Anhängen A3 - D3 prozessweise beschrieben. Ebenfalls definiert werden mögliche Gefährdungsbilder und Überlastfälle.

8 Bestimmung Lastfälle (inkl. Überlast) und Einwirkungen

Die massgebenden Lastfälle und die daraus resultierenden Einwirkungen auf die Schutzmassnahme ergeben sich aus den Szenarien der betrachteten Naturgefahrenprozesse, gegen welche die Massnahme schützen soll.

Beispiele sind:

- Energie, die ein Blockschlag im Waldbereich bei einem 100-jährlichen Szenario aufweist
- Druck einer 30-jährlichen Lawine im Wald
- Schneehöhe in einem potenziellen Lawinenanrissgebiet
- Schleppspannung auf die Bepflanzung einer Flussböschung mit Steckhölzern

Da der Wald nicht auf die im betrachteten Szenario auftretenden Lastfälle bemessen wurde, ist bei der Beurteilung jeweils zu prüfen, ob der je Szenario vorliegende Lastfall noch einer "Bemessungssituation" im Nutzungszustand gemäss den Nutzungsanforderungen oder aber einer "Bemessungssituation" gemäss Gefährdungsbildern entspricht. In letzterem Fall ist, zumindest auf einer Teilfläche des Waldes im Prozessraum, mit Schäden am Bestand zu rechnen und damit ist die Zuverlässigkeit bzw. die Wirkung nicht mehr oder nur noch teilweise gegeben.

Ingenieurb biologische Massnahmen werden, zumindest teilweise, gemäss den auftretenden Lastfällen bemessen, bzw. ausgewählt. Eine Beurteilung kann in diesen Fällen analog den baulichen Massnahmen erfolgen (siehe Kapitel 3). Oft werden jedoch die Massnahmen ausschliesslich gemäss den allgemein geltenden geometrischen Anforderungen erstellt und nicht im Detail bemessen.

Eine Überlast liegt im Fall von Wald und nicht bemessenen ingenieurb biologischen Massnahmen vor, wenn im betrachteten Lastfall die Massnahme das geforderte Massnahmenziel nicht vollumfänglich erfüllen kann.

Beispiele eines Überlastfalls sind:

- Die Transitstrecke bei Sturz reicht nicht aus, um eine gemäss Schutzziel genügende Reduktion der Gefährdung (Risiko) zu erreichen (ungenügende Bremswirkung).
- Die Bäume im Anrissgebiet einer Lawine weisen (noch) nicht eine genügende Höhe auf (Bewuchs wird überschneit und Lawine kann anbrechen).

9 Bestimmung der Zuverlässigkeit biologischer Massnahmen

Für die Beurteilung der Wirkung einer Schutzmassnahme auf den Naturgefahrenprozess wird der Begriff der 'Zuverlässigkeit' eingeführt. Damit wird für alle Aspekte der Massnahme eine Art 'Erfüllungsgrad' bestimmt. Je höher der Erfüllungsgrad insgesamt ist, desto höher wird die 'Zuverlässigkeit' eingestuft.

Die Beurteilung der Zuverlässigkeit der betrachteten biologischen Massnahme erfordert die nicht einfache Einschätzung ihrer Leistungsfähigkeit (Tragwiderstand) gegenüber dem Gefahrenprozess, ihres aktuellen Zustandes und insbesondere auch ihrer wahrscheinlichen Entwicklung in den folgenden Jahrzehnten. Die Beurteilung des aktuellen Zustands und der Entwicklung erfolgt nach den Prinzipien von NaiS (mit dem Formular 2 "Herleitung Handlungsbedarf" inkl. Einbezug des Klimawandels; <https://www.nais-form2-klima.ch/Formular>). Für die Beurteilung von bestehenden forstlichen Grundlagen und bei deren Fehlen für die direkte Beurteilung von Wald, sind detaillierte forstliche Kenntnisse notwendig. Daher ist in der Regel eine Zusammenarbeit mit lokalen Forstleuten vorzusehen. Die Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen erfolgt gemäss schrittweisem Vorgehen des generellen Ablaufschemas. Die Bestimmung der Zuverlässigkeit ist Teil davon und wird mit Hilfe des Entscheidungsschemas und für den Wald anhand der Beurteilungshilfen (Spider-Diagramme als anschauliche Darstellung der Kriterien aus NaiS und der Beurteilungstabelle des Trends der nachhaltigen Entwicklung in den Anhängen A4 – D4) vorgenommen. Für die ingenieurb biologischen Massnahmen sind, je nach Fall, auch die Entscheidungshilfen der baulichen Massnahmen beizuziehen.

Die Anforderungen an den Wald und auch an die ingenieurb biologischen Massnahmen umfassen jeweils mehrere Parameter, die beurteilt werden (z.B. Lückengrössen oder Deckungsgrade, siehe dazu für den Wald auch die Spider-Diagramme in den Anhängen A4 – D4). Damit die Anforderungen als erfüllt gelten, ist es nicht zwingend notwendig, dass bei sämtlichen Kriterien die jeweiligen Anforderungen vollumfänglich (ideal) erfüllt sind.

Mit zu berücksichtigen ist immer der Aspekt einer nachhaltigen Schutzwirkung. Das bedeutet, dass auf Ebene Bestand eine Verjüngung möglich sein muss, ohne dass die Schutzwirkung temporär und flächig übermässig beeinträchtigt wird.

Es ist nicht möglich, für jeden denkbaren Fall fixe Vorgaben zu machen, wie viele oder welche Kriterien zwingend minimal oder ideal erfüllt sein müssen oder gar nicht erfüllt sein dürfen. Es liegt im Ermessen der beurteilenden Fachperson die Bedeutung der verschiedenen Parameter im jeweiligen Fall zu gewichten und daraus die Zuverlässigkeit abzuleiten. Bei der Beurteilung sind auch die allgemeinen Leitgedanken von PROTECTpraxis zu berücksichtigen. Aufgrund der Heterogenität der betrachteten Waldfläche oder der ingenieurb biologischen Massnahme und der räumlichen Variabilität der Einwirkungen der Gefahrenprozesse kann es sein, dass in einer zu untersuchenden Betrachtungseinheit Waldflächen und Teile der ingenieurb biologischen Massnahmen mit unterschiedlicher Zuverlässigkeit vorhanden sind.

10 Negative Wirkung erwartet

Wird bei der Bestimmung der Zuverlässigkeit eine negative Wirkung erwartet, ist diese vertieft zu prüfen und die daraus resultierenden Folgen auf den Gefahrenprozess zu berücksichtigen.

11 Zuweisung Zuverlässigkeits-Klasse

Die Zuordnung zur entsprechenden Zuverlässigkeits-Klasse (hoch, eingeschränkt, gering) erfolgt basierend auf dem Ergebnis des Spider-Diagramms.

SCHRITT 3: WIRKUNG DER MASSNAHME

Schritt 3 setzt sich aus drei Teilschritten zusammen. Zuerst wird die betrachtete Massnahme, basierend auf der Einstufung der Zuverlässigkeit, einer der Kategorien 'volle', 'teilweise', 'keine' oder 'negative' Massnahmenwirkung zugeordnet. Anschliessend folgt die Betrachtung der biologischen Massnahmen im Verbund und als letzter Schritt über alle Schutzmassnahmenkategorien (baulich, organisatorisch).

Die darauf aufbauende Bildung der Wirkungsszenarien folgt im Anschluss. Sie ist nicht Bestandteil von PROTECTpraxis und findet im Rahmen der ordentlichen Gefahrenbeurteilung statt.

12 Einstufung Massnahmenwirkung

Die Massnahmenwirkung ergibt sich aus dem Grad der Zuverlässigkeit, welcher das Ergebnis des vorangehenden Schrittes darstellt. Die Wirkung der Massnahme auf den Prozess wird in diesem Schritt pro Szenario beurteilt. Die Überführung erfolgt mit direktem Bezug zur Zuverlässigkeit:

- hohe Zuverlässigkeit → volle Massnahmenwirkung
- eingeschränkte Zuverlässigkeit → teilweise Massnahmenwirkung
- geringe Zuverlässigkeit → keine Massnahmenwirkung
- negative Wirkung → negative Massnahmenwirkung

Häufig bestehen Unsicherheiten bezüglich der Qualität der bestehenden Grundlagen, der Prozessbeurteilung, aber auch bei der Einstufung der Zuverlässigkeitskriterien. Diese Unsicherheiten können dazu führen, dass von der direkten Umsetzung um eine Stufe abgewichen werden kann. In diesem Fall kann, bspw. bei einer hohen Zuverlässigkeit, aufgrund der Unsicherheiten eine Reduktion auf eine teilweise Massnahmenwirkung erfolgen. Die Abweichungen sind zu begründen.

Die Grundlagen und Randbedingungen für den Einbezug/Berücksichtigung der biologischen Massnahmen und deren Zuverlässigkeit bzw. potenzieller Wirkung bei der Bestimmung der verschiedenen, massgeblichen Wirkungsszenarien werden in den prozessspezifischen Kapiteln 4.5 bis 4.8 und den Anhängen A5 - D5 behandelt.

13 Analyse der Wechselwirkungen und iterative Zusammenführung der Ergebnisse innerhalb der Massnahmenkategorie

In Schritt 2 (Ziffern 9 - 11) erfolgt die Bestimmung der Zuverlässigkeit für eine Einzelmassnahme oder einen zusammengehörigen Massnahmenverbund. In Schritt 3, Punkt 13 werden alle Massnahmenelemente derselben Massnahmenkategorie im Zusammenspiel beurteilt. Die Betrachtung erfolgt iterativ je Einzelmassnahme, Teilsystem und Gesamtsystem.

14 Synthese über alle Massnahmen und Massnahmenkategorien – Festlegung Massnahmenwirkung

Die vorgängig unter Ziffer 13 separat betrachteten Massnahmen je Massnahmenkategorie werden über alle Massnahmenkategorien (baulich, biologisch, organisatorisch) zusammengeführt und hinsichtlich ihrer Wirkung im Verbund beurteilt.

Ebenfalls ist zu berücksichtigen, dass bspw. Wald unter Umständen bereits in die Quantifizierung der Einwirkungen (z.B. Waldwirkung bei der Sturzmodellierung oder bei der Abflussbildung) eingeflossen sein kann und somit der Wirkungsbeurteilung der biologischen Schutzmassnahmen vorgelagert wurde. In diesem Fall ist die Schutzmassnahme Wald nicht erneut zu berücksichtigen.

Mit der Festlegung der Massnahmenwirkung, als Synthese über alle Massnahmen und alle Massnahmenkategorien, endet die Anwendung von PROTECTpraxis. Die weitere Bearbeitung erfolgt in der ordentlichen Gefahren- respektive Risikobeurteilung. Dort werden die Resultate aus der Beurteilung der Massnahmenwirkung in Wirkungsflächen (z.B. Intensitätsfläche) oder bei Risikoanalysen in veränderten Risikoparametern (z.B. Präsenz- oder Warnwahrscheinlichkeit, reduzierte Anzahl betroffener Personen) umgesetzt.

FORTSETZUNG GEFAHRENBEURTEILUNG (ausserhalb PROTECTpraxis)

15 Fortsetzung im ordentlichen Ablauf der Gefahren- und Risikobeurteilung (unter Berücksichtigung der Schutzmassnahmen)

Ab hier erfolgt die Weiterbearbeitung im Rahmen der Gefahrenbeurteilung. Die Resultate der Massnahmenbeurteilung fliessen in die neuen Wirkungsszenarien ein. In der Anwendung

'Gefahrenbeurteilung' können sie sich auf die Ausdehnung der Intensitätsflächen und die Intensitätsstufe auswirken, bei Risikobetrachtungen zusätzlich auf die Präsenzwahrscheinlichkeit und die Verletzlichkeit.

4.5 Checklisten und Beurteilungshilfen

In Teil II stehen die folgenden Checklisten und Beurteilungshilfen zur Verfügung:

Checklisten	Lawine	Sturz	Rutsch	Wasser
Zulässigkeit der Waldwirkung	A1	B1	C1	D1
Grundlagendaten	A2	B2	C2	D2
Szenarien Massnahmenbeurteilung	A3	B3	C3	D3
Bestimmungsdiagramm (Spider) und Trends der nachhaltigen Entwicklung	A4	B4	C4	D4
Szenarien Massnahmenwirkung	A5	B5	C5	D5

Beurteilungshilfe:

- Relevanzkriterien der Waldwirkung pro Prozess
- Entscheidungsschema zur Bestimmung der Zuverlässigkeit
- Erläuterung Spider-Diagramm und Entwicklungsbox

5 Organisatorische Massnahmen

5.1 Begriff der organisatorischen Massnahmen

Organisatorische Schutzmassnahmen spielen eine bedeutende Rolle als schützendes Element gegenüber Naturgefahrenprozessen und gegenüber Risiken aus Naturgefahren. Daher ist die Wirkung organisatorischer Schutzmassnahmen im Rahmen der Gefahren- und vor allem der Risikobeurteilung zu beurteilen. Dabei befassen sich Risikobeurteilungen – im Vergleich zu 'reinen' Gefahrenbeurteilungen, die sich ausschliesslich mit der Beurteilung von Gefahrenprozessen und deren Auswirkungen im Raum auseinandersetzen – zusätzlich mit dem Schadenausmass. Dadurch spielt die Grösse des entstehenden Schadens, der durch einen Gefahrenprozess verursacht wird, eine zentrale Rolle. Die organisatorischen Massnahmen können folgendermassen definiert werden:

Organisatorische Massnahmen sind vorbereitete und eingeübte Tätigkeiten, die vor oder während eines Ereignisses ausgeführt werden, um Schadenwahrscheinlichkeit und Schadenausmass zu begrenzen. Dazu gehören Messung, Vorhersage, Warnung und Alarmierung von Fachpersonen, Einsatzkräften, Behörden und Bevölkerung und darauf aufbauend Massnahmen wie die Sperrung betroffener Gebiete, der Aufbau mobiler Schutzmassnahmen sowie die Evakuierung und Betreuung betroffener Personen. Diese Massnahmen müssen im Rahmen von Einsatzplanungen festgehalten, regelmässig geübt und überprüft werden (BAFU 2020 [56]).

Die organisatorischen Massnahmen bestehen somit aus einer Kette ineinandergreifender Elemente (siehe auch Abb. 9). Dazu gehören:

- Überwachung (Datenerfassung und -übertragung, ausgeführt durch Personen und/oder technische Systeme)
- Vorhersage (Dateninterpretation und Prognose),
- Frühwarnung (Warnung und Alarmierung) und
- rechtzeitigen Auslösung von vorbereiteten Interventionsmassnahmen.

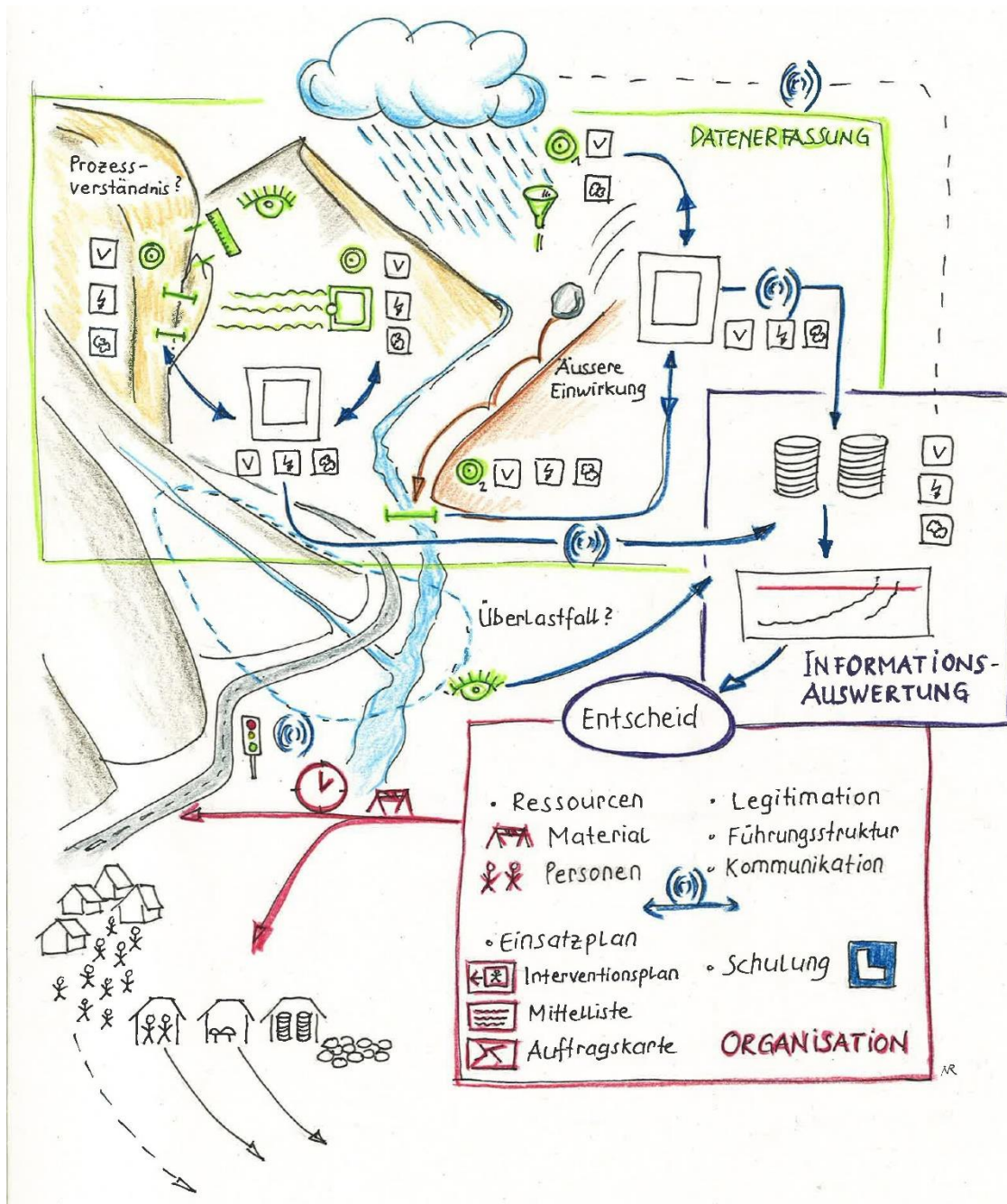
Beispiele organisatorischer Massnahmen sind ([69], [63]):

- Alarmierungssysteme, also messtechnische Überwachungen, die bei einer Messwertüberschreitung automatisch zu einer Interventionsmassnahme wie z. B. einer Strassensperrung führen.
- Warnsysteme, welche bei Überschreitung vordefinierter Grenzwerte, Warn- oder Massnahmenhinweise an eine beschränkte Gruppe senden, welche entscheidet, welche Interventionsmassnahmen (z. B. Evakuierung, Aufbau mobiler Schutzmassnahme, Sperrungen) ausgelöst werden (sog. Notfallplanungen).
- künstliche Lawinenauslösungen

Die folgende Abbildung verdeutlicht die einzelnen Elemente einer organisatorischen Schutzmassnahme.

Abb. 8 Elemente einer organisatorischen Schutzmassnahme

Elemente organisatorischer Schutzmassnahmen mit Datenerfassung (grün), Datenübermittlung und -interpretation (blau), Organisation (rot) und Schutzgüter/Intervention (schwarz)



Um eine erfolgreiche Intervention zu gewährleisten, müssen die Elemente Datenerfassung, Informationsauswertung und Organisation optimal zusammenspielen.

Nicht zu den organisatorischen Massnahmen gehören:

- Unterhalt baulicher Massnahmen
- permanenter Objektschutz. Dieser benötigt kein menschliches Zutun, damit die Schutzmassnahme funktioniert und erhält dadurch den Status einer baulichen Massnahme.
- mobiler Objektschutz im privaten Verantwortungsbereich. Nach der oben aufgeführten Definition ist ein privater Objektschutz keine organisatorische Massnahme im engeren Sinne, denn für diese sind Einsatzplanung mit Ablaufschema, Interventionskarte, Auftrag, Mitteltabelle, Informations- und Ausbildungskonzept gemäss BAFU 2020 [57]) notwendige Voraussetzungen. Nur wenn eine übergeordnete Organisation die mobilen Elemente koordiniert anbringt und dies auch übt, kann von einer organisatorischen Massnahme im engeren Sinne gesprochen werden
- Felsunterhalt mit Felsreinigung wird, analog dem Gewässerunterhalt oder auch dem Unterhalt von baulichen Massnahmen, nicht zu den organisatorischen Massnahmen gezählt.
- Sicherheitssprengung eines instabilen Felspaketes. Es handelt sich hierbei um eine technische Massnahme, welche aus einer Felsüberwachung resultieren kann. Sie ist im Rahmen der baulichen Massnahmen zu prüfen. Im Gegensatz zur Lawinensprengung stellt eine Felssprengung eine einmalige Massnahme dar, die Gefahrensituation wiederholt sich an dieser Stelle so nicht mehr. Die Felssprengung ist eine von verschiedenen technischen Lösungen, wie das Gefahrenpotential, das aufgrund einer Felsüberwachung erkannt, eliminiert oder gesichert wurde.

5.2 Betrachtungseinheit

Die Betrachtungseinheit für organisatorische Schutzmassnahmen ist das gesamte Entstehungs-, Transit- und Ablagerungsgebiet der betrachteten Naturgefahr und der darin betroffenen Schutzgüter, für welche eine organisatorische Massnahme geplant ist. Ergänzend sind Beobachtungen (Wetter, Messungen, etc.) mitzubetrachten.

Die Betrachtungseinheit muss bei organisatorischen Massnahmen ausreichend gross gewählt werden, denn nebst den Schutzgütern selbst, sind zudem die Wege für Interventionen, Materialdepots / Werkhöfe, Standorte von Messeinrichtungen / Überwachungsinstrumente etc. mit zu berücksichtigen. Es muss klar sein, wie und ob diese Standorte und Wege auch von Naturgefahrenprozessen betroffen sein können.

5.3 Besonderheiten bei organisatorischen Massnahmen

Die Besonderheit der organisatorischen Schutzmassnahmen liegt darin, dass sie sowohl den Gefahrenprozess (Ausdehnung Wirkungsflächen und Intensitätsstufe) als auch die Präsenzwahrscheinlichkeit und Verletzlichkeit von Schutzgütern beeinflussen können.

Tab. 8 zeigt beispielhaft die Wirkung von verschiedenen Interventionsmassnahmen auf die Gefährdung und das Risiko:

Tab. 8: Interventionsmassnahmen und deren Einfluss auf Schutzgüter und Gefahrenprozess

Das Kreuz zeigt an, bei welchen Interventionsmassnahmen Einfluss/Wirkung vorhanden sind. Bei Kreuzen in Klammern sind Einfluss und Wirkung unsicher.

Interventionsmassnahmen	Einfluss der Massnahmen auf:				
	Präsenzwahrscheinlichkeit von Schutzgütern		Verletzlichkeit von Schutzgütern		Eintretenswahrscheinlichkeit Schaden
	Personen	Sachwerte	Personen	Sachwerte	
Sperrung Verkehrsweg	x	(x)			
Evakuierung*	x	x			
Mobiler Längsverbau am Fluss					x

Geschiebe-Baggerung an Durchlass / Brücken					(x)	(x)
Intervention bei aktiven Rutschungen zur Stabilisierung					x	x
künstliche Lawinenauslösung					x	x
Mobile Massnahmen am Objekt			(x)	x		
Mobile Massnahmen zum Schutz eines Areals					x	x
Warnung Bevölkerung	x	(x)		x		








* bei Evakuierung können sowohl Personen als auch Sachwerte (z.B. kritische Substanzen, Kulturgüter etc.) im Fokus stehen.

5.3.1 Wirkung auf Präsenzwahrscheinlichkeit und Verletzlichkeit

Organisatorische Schutzmassnahmen haben eine Wirkung auf die Präsenz von Schutzgütern oder deren Verletzlichkeit. Tab. 9 zeigt eine Zusammenstellung von Schutzgütern [57].

Tab. 9: Schutzgutkategorien

Schutzgutkategorien nach PLANAT [57] mit Erläuterungen und Beispielen.

Kategorie	Schutzgut	Signatur	Erläuterungen und Beispiele
Personen	Personen		Wohnbevölkerung, Beschäftigte, Touristen
Erhebliche Sachwerte	Gebäude		Bauwerke zu Wohnzwecken, Zwecken der Arbeit, der Ausbildung, der Kultur oder des Sports
	Infrastrukturen		Anlagen und Einrichtungen, welche kurzfristig das Funktionieren der Gemeinschaft (lokal, regional und überregional) ermöglichen: <ul style="list-style-type: none"> - Spitäler, Gesundheitszentren, Heime, Schulen, Kindergärten - Versorgungs- und Entsorgungsleitungen (Wasser, Elektrizität, Gas, Abwasser) - Infrastruktur der Blaulichtorganisationen - Verkehrsinfrastruktur - Kommunikationsinfrastruktur (Leitungen, Zentralen) - weitere Objekte wie Leitstellen, Zentralen, Steuerungssysteme - Objekte aus dem Inventar kritischer Infrastrukturen des Kantons (SKI-Inventar)
	Objekte mit erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung oder Tragweite		Anlagen und Einrichtungen die mittel- und langfristig national, kantonal oder kommunal von Bedeutung sind: <ul style="list-style-type: none"> - Verwaltungsgebäude - Industriebetriebe - Areale mit hoher Wertkonzentration oder Wertschöpfung - Objekte, von denen atomare, biologische und chemische Gefahren ausgehen können
	Lebensgrundlagen der Menschen		Wasser, Boden, Luft, Nutztiere <ul style="list-style-type: none"> - Grund- und Trinkwasser - Wald - Kulturland
	Kulturgüter		Kulturgüter, z.B. gemäss Kulturgüterschutzinventar (KGS-Inventar), allenfalls ergänzt durch Objekte lokaler Bedeutung
Umwelt	Natur, Umwelt		Naturschutzgebiete, Wildtiere

Das Zusammenspiel von Messungen, Vorhersage, rechtzeitiger Warnung, Sperrung und Evakuierungen kann verhindern, dass sich Schutzgüter zum Zeitpunkt des Naturgefahrenereignisses im gefährdeten Raum befinden. Die rechtzeitige Erstellung von mobilen Schutzmassnahmen hat einen Einfluss auf die Verletzlichkeit. Auf diese Weise lassen sich Schäden oder Risiken verhindern oder zumindest verringern.

Organisatorische Schutzmassnahmen wie die vorsorgliche Lawinensprengung oder der mobile Hochwasserschutz entlang eines Flusses oder Sees können aber auch den Wirkungsraum, die Intensität im Wirkungsgebiet und/oder die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Schadens beeinflussen.

In Ziffer 5 werden die unterschiedlichen Wirkungsweisen von organisatorischen Schutzmassnahmen mit Tab. 10 weiter veranschaulicht.

5.3.2 Erhaltungsmanagement

Analog zu den baulichen und biologischen Schutzmassnahmen kann auch bei den organisatorischen Massnahmen von einem Erhaltungsmanagement gesprochen werden. Es beinhaltet Schulungen und Übungen sowie die Überprüfung, ob die Ressourcen personeller und materieller Art ausreichend bereitstehen und unterhalten werden. Diese Kriterien werden für die Beurteilung der Zuverlässigkeit bewertet und beeinflussen damit unter anderem den Grad der Zuverlässigkeit (vgl. Ausführungen unter Ziffern 9 und 11, sowie Checkliste 1).

Bei organisatorischen Massnahmen setzt sich das Erhaltungsmanagement aus den folgenden Elementen zusammen:

- Kontroll- und Unterhaltsplan für technische Einrichtungen (z.B. Messeinrichtungen, Anlagen zum Anbringen von mobilen Schutzelementen, etc.) inkl. Protokolle dazu
- Ausbildungskonzepte inkl. Protokolle über durchgeführte Ausbildungen/Übungen
- Nachführungskonzepte

5.3.3 Erschwerende Begleitumstände und Systemüberlastung

Neben der Gefahreneinwirkung (Leitgefahr oder massgebliches Szenario gemäss SIA 260) an sich, sind bei den organisatorischen Massnahmen erschwerende Begleitumstände (z.B. Nacht, schlechte Sicht, Vereisungen, etc.) zu berücksichtigen. In der Bestimmungshilfe 1 sind Beispiele für erschwerende Begleitumstände und Lösungsansätze zusammengestellt.

Bei den organisatorischen Massnahmen wird an Stelle des 'Überlastfalls von Systemüberlastung gesprochen. Von einer Systemüberlastung muss ausgegangen werden, wenn die Massnahme nicht ausreicht, um den Lastfall aufzunehmen. In der Bestimmungshilfe 2 sind mögliche Systemüberlastungen aufgeführt.

5.4 Methodik – Übersicht

5.4.1 Generelles Ablaufschema / Allgemeine Vorgehensweise

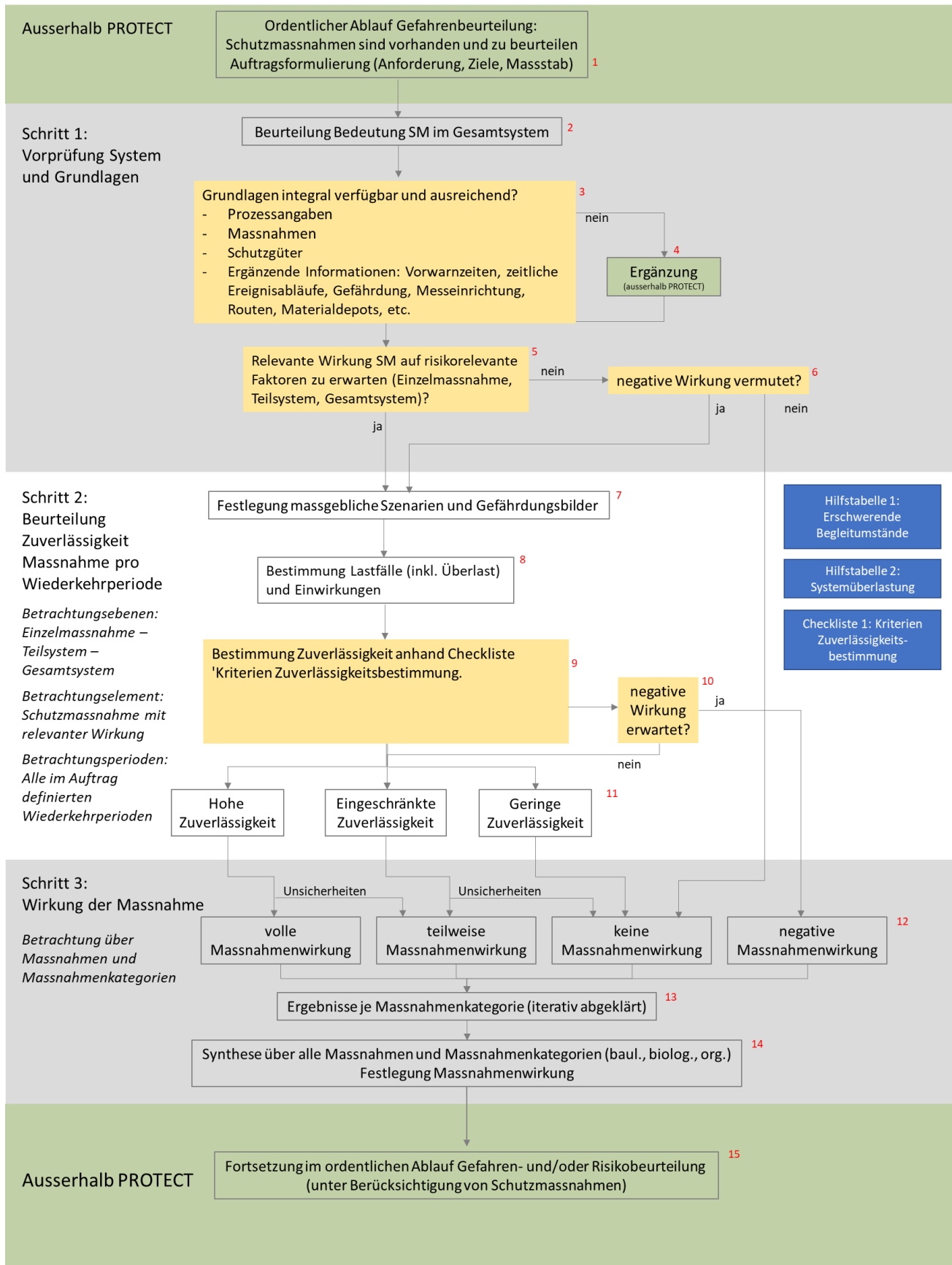
Für die Beurteilung der Wirksamkeit organisatorischer Schutzmassnahmen ist das Ablaufdiagramm gemäss nachfolgender Abbildung anzuwenden. Die einzelnen Schritte sowie die notwendigen Anforderungen werden in den Folgekapiteln detailliert erläutert.

Abb. 9 Generelles Ablaufschema PROTECTpraxis bei organisatorischen Massnahmen

Die rot dargestellten Ziffern beziehen sich auf die Anmerkungen im nachfolgenden Kapitel

PROTECTpraxis: Ablaufschema organisatorische Massnahmen

Ziffern: vgl. Anmerkung in den Kommentaren



Ausserhalb PROTECTpraxis

1 Auftragsformulierung (Anforderungen, Ziele, Massstab)

Die Anforderungen an die Bearbeitung werden in der Regel bereits in der Ausschreibung, spätestens aber zu Beginn einer Gefahren- oder Risikobeurteilung konkretisiert.

Grundsätzlich können organisatorische Massnahmen auf allen Bearbeitungsstufen einer Gefahren- oder Risikobeurteilung berücksichtigt werden, sofern sie die Kriterien gemäss diesem und dem nächsten Kapitel erfüllen. Ihre Wirkung wird i.d.R. für die Anwendungsbereichen M2 – M3 geprüft. Auf Stufe M1 werden organisatorische Massnahmen normalerweise nicht berücksichtigt.

M1 Hinweisstufe

Die Massstabebene M1 ist in der Regel zu grob, um die Wirkung von organisatorischen Massnahmen sinnvoll beurteilen zu können. Die Beurteilung der Zuverlässigkeit organisatorischer Massnahmen auf Stufe M1 wird daher als nicht zielführend erachtet.

M2 Generelle Planungen

Auf der Stufe von generellen Planungen M2 (Gefahrenkarten; Massstab 1:2'000 bis 1:10'000) sollen organisatorische Massnahmen beurteilt werden können. Die Bestimmung des Grads der Zuverlässigkeit liefern dazu die Grundlagen.

Organisatorische Massnahmen, welche die Intensität und/oder die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Schadens beeinflussen und deren Zuverlässigkeit als hoch eingestuft werden kann, sollen in Absprache mit den kantonalen und Bundesfachstellen bei der Erstellung von Gefahrengrundlage auf dieser Massstabebene beurteilt / in Betracht gezogen werden.

M3 Detailstudien

Der Hauptanwendungsbereich zur Beurteilung der Wirkung von organisatorischen Massnahmen liegt bei der Massstabebene der Detailstudien M3. Alle organisatorischen Massnahmen, welche die Grundvoraussetzungen der Leitgedanken erfüllen, können auf dieser Stufe beurteilt werden.

SCHRITT 1: VORPRÜFUNG SYSTEM UND GRUNDLAGEN

2 Beurteilung Bedeutung Schutzmassnahmen im Gesamtsystem

Organisatorische Massnahmen wirken oft im Verbund mit baulichen und biologischen Massnahmen. Dieser Umstand ist bei der Betrachtung des Gesamtsystems zu berücksichtigen.

Organisatorischen Massnahmen bestehen aus Überwachung (Datenerfassung und -übertragung), Vorhersage (Dateninterpretation und Prognose), Frühwarndienst, Alarmierung und rechtzeitiger Auslösung von vorbereiteten Interventionsmassnahmen.

Bei den organisatorischen Massnahmen müssen verschieden Elemente ineinandergreifen. Häufig bestehen einzelne oder mehrere Schlüsselemente, deren Versagen zu einem Komplettausfall der Massnahme führen können. Elemente können seriell (hintereinander) geschaltet sein. In diesem Fall setzen die einzelnen Elemente das Funktionieren der vorangehenden Elemente voraus. Das Versagen eines Elements führt oft zum Versagen der gesamten Massnahme. Werden Schlüsselemente parallel geschaltet, ergibt sich daraus eine Redundanz, welche die Gefahr des Versagens minimiert.

Beispiel Schlüsselement(e) einer Signalanlage für Murgangereignisse

Ein Ausfall der Stromversorgung unmittelbar vor oder während eines Murgangereignisses führt zu einem Komplettausfall der Signalanlage. Dem Element 'Stromversorgung' kommt entsprechend eine besondere Bedeutung zu.

3 Grundlagen integral verfügbar und ausreichend

Um die Zuverlässigkeit von organisatorischen Massnahmen beurteilen zu können, werden die in Tab. 10 aufgeführten Grundlagen benötigt.

Tab. 10: Grundlagen

Grundlagen	Elemente
Angaben zum Gefahrenprozess aus Gutachten, technischen Berichten und Karten	<ul style="list-style-type: none"> - Szenarien - Schwachstellen - Wirkungsräume - Intensitäten
Beschreibung der Massnahme(n):	<u>Mess- und Warn- / Alarmierungseinrichtung:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Lokalisierung der Messeinrichtung Beschreibung der Messparameter, Energieversorgung, Datenübertragung und -speicherung, Grenzwerte, Alarmierungswege <u>Organisation und Einsatzplanung:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Organigramm und Ablaufschema Einsatzplanung
Informationen zu Schutzgütern	<ul style="list-style-type: none"> - Art der Schutzgüter (Sachwerte, betroffene Personen; z. B. Schule, Ferienhaussiedlung, Quartierstrasse, Nationalstrasse) - Anzahl Betroffene - zeitliche Variabilität der Präsenz - Verletzlichkeit (z.B. Bewohner Altersheim)
Angaben zum Erhaltungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> - Kontroll- und Unterhaltsplan für technische Einrichtungen (z.B. Messeinrichtungen, Anlagen zum Anbringen von mobilen Schutzelementen, etc.) inkl. Protokolle dazu - Ausbildungskonzept inkl. Protokolle über durchgeführte Ausbildungen - Nachführungskonzept

In der Checkliste 1 – Bewertungsmatrix Zuverlässigkeitsbestimmung (Teil II, Beurteilungshilfen) sind für alle Bewertungskriterien die zwingend notwendigen Grundlagen im Detail zusammengestellt. Das Fehlen zwingender Grundlagen stellt ein Abbruchkriterium für die gesamte Beurteilung dar.

Nebst den in Tab. 10 aufgeführten Grundlagen sind folgende ergänzende Informationen bei organisatorischen Massnahmen notwendig (nicht abschliessend):

- Vorwarnzeit: Zeitdauer von der Gefahrenerkennung bis zum Ereignisbeginn [67], Zeitraum zwischen der Bekanntgabe einer Vorhersage (Warnung) und dem erwarteten Eintreten des vorhergesagten Ereignisses
- zeitlicher Ablauf des Ereignisses (z.B. Dauer des Hochwasserabflusses)
- Zeitliche Dauer von der Prozessauslösung bis zum Erreichen des Wirkungsraumes
- Gefährdung am Standort von Messeinrichtungen
- Gefährdung von Interventions- und Evakuierungsrouten
- Künstliche Lawinenauslösungen: Auslösung aus sekundären Anrissgebieten möglich, ausreichende Information und Erfahrung?

4 Ergänzung fehlender Grundlagen

Falls die vorhandenen Grundlagen nicht ausreichend sind, müssen fehlende Informationen beschafft werden. Fehlt eine Grundlage, welche in der Bewertungstabelle (Checkliste 1) als Abbruchkriterium definiert ist, darf die Massnahme nicht berücksichtigt werden.

5 Ist eine relevante Wirkung der Schutzmassnahmen auf risikorelevante Faktoren zu erwarten?

Organisatorische Schutzmassnahmen werden nur dann berücksichtigt, wenn sie eine bestimmbare Wirkung auf risikorelevante Faktoren ausüben. Dies sind:

- die Präsenzwahrscheinlichkeit von Schutzgütern
- die Verletzlichkeit von Schutzgütern
- die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Schadens
- die betroffene Fläche und die Intensität im Wirkungsbereich

6 Wird eine negative Wirkung vermutet?

Falls eine relevante positive Wirkung der Schutzmassnahme in Schritt 1 verneint wird, ist zu prüfen, ob im Falle eines Versagens eine negative Wirkung auf risikorelevante Faktoren vermutet werden muss. Ist dies der Fall, so muss die allfällige negative Wirkung vertieft zu prüfen.

SCHRITT 2: BEURTEILUNG ZUVERLÄSSIGKEIT DER MASSNAHME

In Schritt 2 werden zuerst die massgeblichen Szenarien und Gefährdungsbilder festgelegt und anschliessend Lastfälle und Systemüberlastung bestimmt. Darauf aufbauend wird die Zuverlässigkeit der organisatorischen Massnahmen anhand der Checkliste 'Bewertungsmatrix Zuverlässigkeitsbestimmung' und den Beurteilungshilfen in Teil II beurteilt.

7 Festlegung massgebliche Szenarien und Gefährdungsbilder

Die Gefährdung wird üblicherweise aus der vorangehenden Gefahrenbeurteilung übernommen. Betrachtet werden in der Regel die Szenarien mit den Wiederkehrperioden von 30, 100, 300 Jahren sowie das Extremszenario. Für Risikoanalysen oder Detailstudien können auch Szenarien mit anderen Wiederkehrperioden (z.B. 1 Jahr, 10 Jahre) mitberücksichtigt werden.

Es ist zu prüfen, ob das Ereignis rechtzeitig / überhaupt detektiert werden kann oder ob Ereignisabläufe denkbar sind, welche sich nicht detektieren lassen.

Aus den massgebenden Szenarien können die zu beurteilenden Gefährdungsbilder abgeleitet werden. Es ist zu berücksichtigen, dass ein Gefährdungsbild gemäss SIA 260 [11] eine durch eine Leitgefahr und Begleitumstände charakterisierte, kritische Situation darstellt. Die Leitgefahr bildet das massgebliche Szenario des zu beurteilenden Naturgefahrenprozesses, gegen welche die organisatorischen Massnahmen wirken sollen. Die Begleitumstände können dabei sehr vielfältig sein. Eine Auswahl an erschwerenden Begleitumständen ist, zusammen mit möglichen Lösungsansätzen, in der Bestimmungshilfe 1 in Teil II zusammengestellt. Erschwerenden Begleitumstände können zu einer Systemüberlastung führen.

8 Bestimmung Lastfälle (inkl. Überlast) und Einwirkungen

Die möglichen Lastfälle (inkl. Überlast) auf organisatorische Massnahmen ergeben sich aus den Szenarien der betrachteten Naturgefahrenprozesse. Ein Lastfall beschreibt grundsätzlich die Einwirkung von Prozessen auf ein Tragwerk. Im Fall von organisatorischen Massnahmen wird der Begriff synonym verwendet, d.h. die organisatorische Massnahme muss den erwarteten Einwirkungen standhalten können. Zusätzlich muss neben den reinen Prozesseinwirkungen auch die Einsatzplanung beurteilt werden. Beispiele dafür sind:

- Bei einem Hochwasser ist ein Fluss 1 m über seinem üblichen Pegel. Dies entspricht dem modellierten 100-jährlichen Ereignis und die mobile Längsverbauung mit 1 m Höhe hält den Fluss in seiner Bahn. Wurden die Zeitverhältnisse für den Aufbau der mobilen Massnahmen unterschätzt, entsteht aus dem Last- ein Überlastfall / eine Systemüberlastung.
- Eine Lawine löst den Alarm für die Strassensperrung aus und die Schranken stoppen den Verkehr. Der Warteraum ist auf den durchschnittlichen täglichen Verkehr dimensioniert. Wenn aufgrund eines Grossanlasses das Verkehrsaufkommen wesentlich grösser ist, kann die Länge des Warteraums ungenügend sein, so dass Fahrzeuge in einem durch weitere Lawinen gefährdeten Streckenabschnitt aufgehalten werden. Der Lastfall wird zum Überlastfall / zu einer Systemüberlastung.
- Der Einsatzplan für die Evakuierung eines Dorfviertels ist auf 100 zu evakuierende Personen ausgelegt. (Gebäude, Transportmittel, Sammelstelle, Evakuierungsrouten, Evakuierungsort, Dauer). Bei einer ausserordentlichen Ereignisgrösse vergrössert sich das zu evakuierende Gebiet. Die Einsatzplanung ist in diesem Fall ungenügend ausgelegt.

Überlast / Systemüberlastungen

Eine Systemüberlastung liegt vor, wenn durch den Naturgefahrenprozess im betrachteten Szenario die Grenze der Leistungsfähigkeit einer Massnahme überschritten wird. Neben den Systemüberlastungen spielen bei den organisatorischen Massnahmen auch die erschwerenden Begleitumstände (siehe Ziffer 7 und Bestimmungshilfe 1) eine relevante Rolle. Beispiele von Systemüberlastungen sind in der Bestimmungshilfe 2 beschrieben.

Die Systemsicherheiten müssen nachgewiesen oder überprüft werden und in der Einsatzplanung beschrieben sein.

9 Bestimmung der Zuverlässigkeit organisatorischer Massnahmen

Für die Beurteilung der Wirkung einer Schutzmassnahme auf den Naturgefahrenprozess wird der Begriff der 'Zuverlässigkeit' eingeführt. Die Zuverlässigkeit einer Massnahme oder eines Massnahmenpaketes ergibt sich aus der Beurteilung der Konsequenzen der Einwirkung der Naturgefahrenprozesse auf die organisatorische Massnahme. Die Bewertung der Zuverlässigkeit erfolgt anhand des Spider-Diagramms gemäss Abb. 10 und basiert auf der Bewertungsmatrix (Checkliste 1 in Teil II).

Hinweise zur Bewertungsmatrix

- Die Bewertungsmatrix ist nicht abschliessend und kann bei Bedarf erweitert werden.
- Die Bewertung erfolgt auf Basis der betrachteten Szenarien und den daraus abgeleiteten Gefährdungsbildern. Je nach Fragestellung im Projekt können Szenarien zusammengefasst werden. Sind organisatorische Massnahmen als ergänzende Massnahmen erst ab 300-jährlichen Ereignissen oder für das Extremereignis vorgesehen, kann die Beurteilung auf diese Wiederkehrperioden reduziert werden.
- Unterschieden werden Haupt- und Unterkriterien. Anhand der Bewertungsfragen kann für jedes Unterkriterium die Zuverlässigkeit festgelegt werden. Dabei ist das Unterkriterium mit der geringsten Einstufung massgebend. Das Hauptkriterium wird schliesslich nur so gut bewertet, wie die schlechteste Bewertung seiner Unterkriterien. Kann beispielsweise 4 von 5 Unterkriterien eine hohe Zuverlässigkeit zugesprochen werden, 1 Kriterium erhält aber nur eine geringe Zuverlässigkeit, so muss dem Hauptkriterium eine geringe Zuverlässigkeit attestiert werden. Die Zuverlässigkeit der gesamten organisatorischen Massnahme ist wiederum nur so gut, wie das am schlechtesten bewertete Hauptkriterium. Fällt ein Hauptkriterium in die Stufe der geringen Zuverlässigkeit, so muss für die gesamte organisatorische Massnahme von einer geringen Zuverlässigkeit ausgegangen werden.
- Es ist zulässig, einzelne Zeilen als nicht relevant einzustufen. So sind beispielsweise die Kriterien bzgl. automatischen Messsystemen nicht relevant, wenn die Einschätzung der Gefährdung nicht mit Messeinrichtungen, sondern aufgrund von Beobachtungen durch Personen erfolgt. Dabei ist wichtig, dass

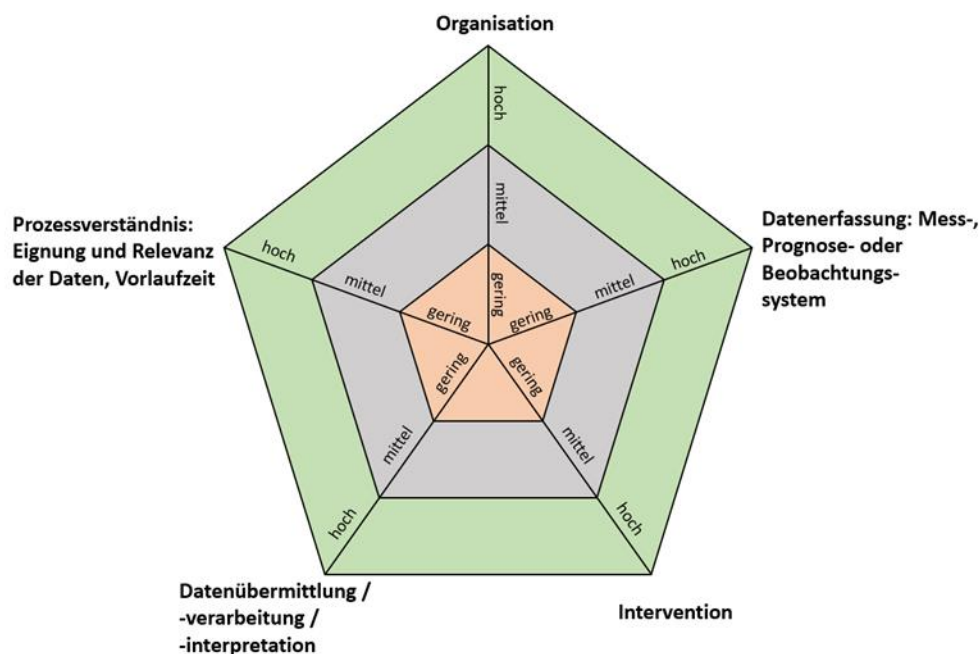
für die verantwortlichen Personen Schulungen und Übungen stattfinden (vgl. auch Kriterium "Schulung und Übungen"). Wie gut schlussendlich die Qualität der menschlichen Beurteilung ist, lässt sich kaum bewerten, da sie von mehreren Faktoren abhängig ist: physische und psychische Verfassung der Person selber, aber auch der Ereignisgrösse und -dauer, etc.

- Sind einzelne Bewertungsfragen für bei einer Massnahme nicht relevant, so sind diese nicht zu bewerten, der Entscheid ist zu begründen.

Die Resultate der Beurteilung der Zuverlässigkeit können in einem Spider-Diagramm (eine Achse pro Hauptkriterium) dargestellt werden. In der Regel erfolgt die Bewertung im Spider-Diagramm pro Szenario und Massnahme. Falls eine gesammelte Beurteilung vorgenommen wurde, so gilt er für mehrere Szenarien und / oder für mehre (zusammengefasst beurteilte) organisatorische Massnahmen. Die Bewertung der Zuverlässigkeit erfolgt in den Klassen: hohe, eingeschränkte und geringe Zuverlässigkeit.

Abb. 10 Bestimmung Zuverlässigkeit bei organisatorischen Massnahmen

Bewertungsschema zur Bestimmung der Zuverlässigkeit. Die Einstufung erfolgt nach den sechs Hauptkriterien: Organisation, Datenerfassung, Intervention, Datenübermittlung/-verarbeitung/-interpretation und Prozessverständnis. Bedeutung der Farben: Grün: Hohe Zuverlässigkeit; Grau: eingeschränkte Zuverlässigkeit; Orange: geringe Zuverlässigkeit.



Die anschliessende Umsetzung der Zuverlässigkeit in Risikoanalysen (ausserhalb von PROTECTpraxis) kann quantitativ oder mittels Fehlerbäumen erfolgen. PROTECTpraxis macht hierzu aber keine Vorgaben.

10 Negative Wirkung erwartet

Wird bei der Bestimmung der Zuverlässigkeit eine negative Wirkung erwartet, ist diese vertieft zu prüfen und die daraus resultierenden Folgen auf die risikorelevanten Faktoren zu berücksichtigen.

11 Zuweisung Zuverlässigkeits-Klasse

Die Zuordnung zur entsprechenden Zuverlässigkeits-Klasse (hoch, eingeschränkt, gering) erfolgt basierend auf dem Ergebnis des Spider-Diagramms.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Anforderungen für das Erreichen einer hohen Zuverlässigkeit bewusst hoch angesetzt wurden, die Wahrscheinlichkeit des Versagens muss minimal sein.

SCHRITT 3: WIRKUNG DER MASSNAHME

12 Einstufung Massnahmenwirkung organisatorischer Massnahmen

Die Massnahmenwirkung ergibt sich aus dem Grad der Zuverlässigkeit, welcher das Ergebnis des vorangehenden Schrittes darstellt. Die Überführung erfolgt mit direktem Bezug zur Zuverlässigkeit:

- hohe Zuverlässigkeit → volle Massnahmenwirkung, d.h. die organisatorischen Massnahmen funktionieren mit sehr hoher Sicherheit / Wahrscheinlichkeit
- eingeschränkte Zuverlässigkeit → teilweise Massnahmenwirkung, d.h. die organisatorischen Massnahmen funktionieren mit mittlerer Sicherheit / Wahrscheinlichkeit
- geringe Zuverlässigkeit → keine Massnahmenwirkung, d.h. die organisatorischen Massnahmen funktionieren voraussichtlich nicht
- negative Wirkung → negative Massnahmenwirkung

Häufig bestehen Unsicherheiten bezüglich der Qualität der bestehenden Grundlagen, der Prozessbeurteilung, aber auch bei der Einstufung der Zuverlässigkeitskriterien. Diese Unsicherheiten können dazu führen, dass von der direkten Umsetzung um eine Stufe abgewichen werden kann. In diesem Fall kann, bspw. bei einer hohen Zuverlässigkeit, aufgrund der Unsicherheiten eine Reduktion auf eine teilweise Massnahmenwirkung erfolgen. Abweichungen sind zu begründen.

13 Analyse der Wechselwirkungen und iterative Zusammenführung der Ergebnisse innerhalb der Massnahmenkategorie

In Schritt 2 (Ziffern 9 - 11) erfolgt die Bestimmung der Zuverlässigkeit für eine Massnahme oder ein Massnahmenpaket. In Schritt 3, Punkt 13 werden alle Massnahmenelemente/Massnahmenpakete derselben Massnahmenkategorie im Zusammenspiel beurteilt. Die Betrachtung erfolgt iterativ.

14 Synthese über alle Massnahmen und Massnahmenkategorien – Festlegung Massnahmenwirkung

Die vorgängig unter Ziffer 13 separat betrachteten Massnahmen je Massnahmenkategorie werden über alle Massnahmenkategorien (baulich, biologisch, organisatorisch) zusammengeführt und hinsichtlich ihrer Wirkung im Verbund beurteilt. Dabei ist zu beachten, dass teilweise bereits bei der Festlegung der massgebenden Szenarien die Wirkung von anderen Massnahmen berücksichtigt sein kann. In diesem Fall ist die Schutzmassnahme nicht erneut zu berücksichtigen.

Mit der Festlegung der Massnahmenwirkung, als Synthese über alle Massnahmen und alle Massnahmenkategorien, endet die Anwendung von PROTECTpraxis. Die weitere Bearbeitung erfolgt in der ordentlichen Gefahren- respektive Risikobeurteilung. Dort werden die Resultate aus der Beurteilung der Massnahmenwirkung in Wirkungsflächen (z.B. Intensitätsfläche) oder bei Risikoanalysen in veränderten Risikoparametern (z.B. Präsenz- oder Warnwahrscheinlichkeit, reduzierte Anzahl betroffener Personen) umgesetzt.

FORTSETZUNG GEFAHRENBEURTEILUNG (ausserhalb PROTECTpraxis)

15 Fortsetzung im ordentlichen Ablauf der Gefahren- und Risikobeurteilung (unter Berücksichtigung der Schutzmassnahmen)

Ab hier erfolgt die Weiterbearbeitung im Rahmen der Risikobeurteilung. Die Resultate der Massnahmenbeurteilung fliessen in die neuen Wirkungsszenarien ein. In der Risikobeurteilung können sie sich auf die folgenden Aspekte auswirken:

- Reduktion der Präsenzwahrscheinlichkeit von Schutzgütern
- Reduktion der Verletzlichkeit von Schutzgütern
- Reduktion der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Schadens

- Reduktion der Ausdehnung des Wirkungsbereichs oder der Intensität im Wirkungsbereich

Die ersten beiden Faktoren (Präsenzwahrscheinlichkeit und Verletzlichkeit) können nur in der Risikoanalyse berücksichtigt werden, indem die relevanten Parameter ganz oder teilweise reduziert werden (in dem die Präsenzwahrscheinlichkeit von Personen beispielsweise um den Faktor 0.5 reduziert wird).

5.5 Checklisten und Beurteilungshilfen

Im Teil II - Beurteilungshilfen stehen die folgenden Checklisten und Bestimmungshilfen zur Verfügung:

Checkliste 1:	Bewertungsmatrix Zuverlässigkeitsbestimmung
Bestimmungshilfe 1:	Erschwerende Begleitumstände - Übersicht
Bestimmungshilfe 2:	Systemüberlastung - Beispiele

6 Grundlagen und Referenzen

Die Ausführungen in PROTECTpraxis stützen sich primär auf folgende Publikationen ab:

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

- [1] Romang H. (Ed.) 2008: Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 289 S.
- [2] BAFU, (Hrsg.) 2016: Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugs-hilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1608: 98 S.

REFERENZEN BAULICHE MASSNAHMEN

Grundlagen

- [3] ASTRA 89001, Naturgefahren auf den Nationalstrassen: Risikokzept, 2014
- [4] BAFU, Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020 - 2024, 2018
- [5] BAFU, Datenmodell Schutzbauten Naturgefahren, ID 81.2, 2017
- [6] BAFU, Datenmodell Gefahrenkartierung, V1.3, ID 166.1, 2013
- [7] BAFU, Wörterbuch Hochwasserschutz, 2003
- [8] Hunziker, Zarn & Partner AG, 2008: Blockrampen Normalien – Manual zur Sanierung von Abstürzen.
- [9] OKI; Handbuch Infrastrukturmanagement, 2014
- [10] Schweizerisches Zivilgesetzbuch, fünfter Teil: Das Obligationenrecht, 30. März 1911, Stand 1. Juli 2014
- [11] SIA-Normenwerk 112, Stand 1935
- [12] SIA-Normenwerk, Nummern 260, 261, 262, 263, 264, 267, 269, 469, Stand 1. Januar 2022
- [13] SIA-Dokumentation Nr. D 0191, "Grundlagen der Projektierung von Bauwerken", Zürich 2004
- [14] SIA-Dokumentation Nr. D0239, "Erhaltung von Tragwerken - Einführung", Zürich 2011
- [15] SIA-Dokumentation Nr. D0240
- [16] Skript "Flussbau", Dr. M. Jäggi, Zürich 1995
- [17] VSS- Normenwerk, 640900a
- [18] VKF, Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, 2005

Fachglossar

- [19] BAFU, Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020 - 2024, 2018
- [20] BAFU, Datenmodell Schutzbauten Naturgefahren, 2020
- [21] Schweizerisches Zivilgesetzbuch, fünfter Teil: Das Obligationenrecht, 30. März 1911, Stand 1. Juli 2014
- [22] SIA-Normenwerk 112, Stand 1935
- [23] SIA-Normenwerk, Nummern 260, 261, 262, 263, 264, 267, 269, 469, Stand 1. Januar 2022
- [24] SIA-Dokumentation Nr. D 0191, "Grundlagen der Projektierung von Bauwerken", Zürich 2004
- [25] SIA-Dokumentation Nr. D0239, "Erhaltung von Tragwerken - Einführung", Zürich 2011
- [26] SIA-Dokumentation Nr. D0240
- [27] Skript "Flussbau", Dr. M. Jäggi, Zürich 1995
- [28] VSS- Normenwerk, 640900a
- [29] VKF, Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, 2005
- [30] BABS, Glossar der Risikobegriffe, 2013

REFERENZEN BIOLOGISCHE MASSNAHMEN

- [31] BAFU (Hrsg.) (2019): Schwemmholz in Fließgewässern. Ein praxisorientiertes Forschungsprojekt. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1910. 100 S.
- [32] BAFU (Hrsg.) (2016): Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1608: 98 S.
- [33] Dorren, L., Berger, F., Frehner, M., Huber, M., Kühne, K., Métral, R., Sandri, A., Schwitter, R., Thormann, J., & Wasser, B. (2015): Das neue NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 166(1), S. 16-23.
- [34] Dorren, L., Berger, F., Jonsson, M., Krautblatter, M., Molk, M., Stoffel, M., & Wehrli, A. (2007): State of the art in rockfall – forest interactions. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 158(6), S. 128-141.
- [35] European Avalanche Warning Services (2022): URL: www.avalanches.org/glossary/, Glossar EAWS - Wildschnee, Zugriff: 13.03.2022.
- [36] Fehr, M., Zürcher Gasser, N., Schneider, O., Burger, T., & Kupferschmid, A. D. (2019). Gutachtliche Beurteilung des Wildeinflusses auf die Waldverjüngung (Essay). Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 170(3), 135-141. <https://doi.org/10.3188/szf.2019.0135>.
- [37] Feistl T., Bebi P., Teich M., Bühler Y., Christen M., Thuro K., Bartelt P. (2014): Observations and modeling of the braking effect of forests on small and medium avalanches. Journal of Glaciology. Vol. 60. No. 2019.
- [38] Frehner, M., Wasser, B., Schwitter, R., (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 564 S.
- [39] Frick, E. et al. (2011): SEDEX Anwenderhandbuch. GEOGRAPHICA BERNENSIA, Universität Bern
- [40] Hess E. (1931): Wildschneelawinen. Die Alpen Nr. VII/1931. Schweizer Alpen-Club SAC. S. 321-334.
- [41] Losey, S. und Wehrli, A. 2013 Schutzwald in der Schweiz. Vom Projekt SilvaProtect-CH zum harmonisierten Schutzwald. 29 S. und Anhänge. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [42] Rapin, F. (2002): A new scale for avalanche intensity. In International Snow Science Workshop, Volume 2, S. 103-110.
- [43] Schwarz, M. & May, D. (2022): Analyse der Bestandesdynamik auf der Grundlage des Schweizerischen Landesforstinventars - LFI Analyse (MAWA AP 1.1) - Zwischenbericht. Projektbericht der HAFL für das AWN Bern.
- [44] Schwarz, M., Dorren, L., Kühne, K. (2019): Wirkung des Waldes gegen flachgründige Rutschungen und Risikoreduktion auf Bahnanlagen und Bahnbetrieb der SBB. Anwendung des Konzepts PROTECT Bio anhand von drei Fallbeispielen in den Kantonen TI und LU, 52.S.
- [45] Stoffel M., Louis K., Utelli H. (2019): Skript Modul STURZ. Praxiskurs Gefahrenbeurteilung gravitativer Naturgefahren. Fachleute Naturgefahren Schweiz FAN. V. 0.1, 51 S.
- [46] Takeuchi Y., Torita H., Nishimura K., Hirashima H. (2011): Study of a large-scale dry slab avalanche and the extent of damage to a cedar forest in the Makunosa valley, Myoko, Japan. Annals of Glaciology 52(58). S. 119-128.
- [47] Thormann, JJ., Hildebrand, S., Schaller, C. (2021): Priorisierung von Eingriffen aufgrund waldbaulicher Kriterien. Projektbericht für das AWN Bern. 34.S.
- [48] Wasser, B., Perren B. et al. (2014): PROTECT Bio, Methodik zur Beurteilung der Wirkung biologischer Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung bei Risikoanalysen (Synthesebericht und Fallbeispiele).
- [49] Begemann W., Schiechl H-M. (1986): Ingenieurbiologie, Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau. Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin
- [50] Europäische Föderation für Ingenieurbiologie (2015/2022): Europäische Richtlinie für Ingenieurbiologie.
- [51] Bundesamt für Umwelt (BAFU, (2010): Ingenieurbioologische Bauweisen im naturnahen Wasserbau. Praxishilfe Umwelt-Wissen, Hochwasserschutz
- [52] Verein für Ingenieurbiologie, (1992): Bibliographie Ingenieurbiologie, Literatur zum Thema Bauen mit lebenden Pflanzen.
- [53] Schiechl h-M., (1973): Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau, Grundlagen, Lebende Baustoffe, Methoden. Callway, München

- [54] Schichtl H-M., Stern R., (1994): Handbuch für naturnahen Wasserbau, Eine Anleitung für ingenieurblogische Bauweisen. Österreichischer Agrarverlag Wien.
- [55] Schichtl H-M., Stern R., (1992): Handbuch für naturnahen Erdbau, Eine Anleitung für ingenieurblogische Bauweisen. Österreichischer Agrarverlag Wien.

REFERENZEN ORGANISATORISCHE MASSNAHMEN

- [56] BAFU 2022: Naturgefahren: Organisatorische Massnahmen, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/schutzmassnahmen/naturgefahren--organisatorische-massnahmen.html>, abgerufen am 17.02.2022.
- [57] BAFU 2020: Überwachungssysteme für gravitative Naturgefahren – Handbuch. Bern, 34 Seiten.
- [58] BAFU/BABS 2020: Einsatzplanung gravitative Naturgefahren. Leitfaden für Gemeinden. Version 1.0 - Oktober 2020. 30 S.
- [59] BAFU 2019: Standorte der Messstationen für Frühwarndienste Naturgefahren, Identifikator 81.3 Geobasisdaten des Umweltrechts, Modelldokumentation, in Erarbeitung.
- [60] BAFU 2019: Künstliche Lawinenauslösung oberhalb von Siedlungen. Ergänzung zum Handbuch Programmvereinbarung im Umweltbereich 2020 - 2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern: 14 S.
- [61] BAFU 2018: Programmvereinbarung Schutzbauten und Gefahrengrundlagen, Handbuch 2020-2024.
- [62] BAFU 2016: Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1608, 98 S.
- [63] Bründl M. 2009: Risikokzept für Naturgefahren – Leitfaden. Nationale Plattform für Naturgefahren, PLANAT, Bern. 420 S.
- [64] EconoMe, 2022: Glossar https://econome.ch/eco_work/eco_wiki_main.php#, abgerufen am: 17.02.2022.
- [65] WEU/AWN, 2022: Wegleitung Überwachungssysteme. Anforderungen an beitragsberechtigte Projekte, Version 1.0, 25.11.2022.
- [66] Egli Thomas, 2004: Entscheidungshilfe mobiler Hochwasserschutz, BWG, VKF, Bern/Biel.
- [67] Egli Thomas, 2005: Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern.
- [68] <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/vorwarnzeit/17776>
- [69] Loat Robert und Meier Elmar, 2003: Wörterbuch Hochwasserschutz, BWG, Bern.
- [70] Margreth Stefan, 2022: Organisatorische Massnahmen, SLF, <https://www.slf.ch/de/lawinen/lawinenschutz/organisatorische-massnahmen.html>, abgerufen am: 17.02.2022.
- [71] PLANAT 2012: Begriffe im Naturgefahrenbereich, Fachbegriffe im Naturgefahrenbereich für Gemeindebehörden, Betroffene und Interessierte. Stand 4. März 2012, aus: Glossar «Strategie Naturgefahren Schweiz», Aktionsplan PLANAT, Januar 2009.
- [72] Sättele M., Bründl M. 2015: Praxishilfe für den Einsatz von Frühwarnsystemen für gravitative Naturgefahren, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS.
- [73] Stoffel L., Margreth S. 2019: Künstliche Lawinenauslösung oberhalb von Siedlungen. Ergänzung zum Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020–2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern: 14 S.
- [74] VKF 2012: Bewertung der Erstellungssicherheit von temporären Objektschutzmassnahmen, Themenblatt 1-1, dazugehöriges Excel-Tabellenblatt kann heruntergeladen werden unter: <https://www.schutz-vor-naturgefahren.ch/spezialist/service/sia4002.html>