

Wirkung von Schutzwald gegen gravitative Naturgefahren – Protect-Bio

Berthold Wasser Natur Dialog (CH)
Bernhard Perren IMPULS AG Wald Landschaft Naturgefahren (CH)*

Effect of protection forests on natural hazards due to gravity: Protect-Bio

The "Protect-Bio" project of the Federal Environment Agency aims to appraise the effects of biological protection measures, notably protection forests, in such a way that they can be compared to the effects of technical protection measures with the same objectives. A methodology has been developed in the context of the "Protect" project of the National Platform for Natural Hazards (PLANAT) to assess technical measures, which has several stages: preparation, rapid assessment, evaluation of measures, evaluation of effects. This article shows how the methodology for technical measures can be adapted to protection forests. It appears that the principles of the "Protect" project which must be used to evaluate technical protection measures can be applied to biological protection measures. Protect-Bio widens the framework of the danger assessment (danger map) to risk analysis in general. For most danger processes, procedures can be developed for rapid assessment as well as evaluation of measures and effects. Open questions remain concerning evaluation of effects of protection forests with regard to deep and medium level landslides and flooding. It is hoped that in future the protective effects of forests can be taken into consideration in an appropriate and balanced way when assessing dangers and risks.

Keywords: protective forest, natural hazard management, risk management
doi: 10.3188/szf.2014.0275

* Seestrasse 2, CH-3600 Thun, E-Mail bernhard.perren@impulsthun.ch

Die von der Plattform Naturgefahren (PLANAT) im Auftrag des Bundesrates ausgearbeitete «Strategie Naturgefahren Schweiz» (PLANAT 2004) beinhaltet als Kernpunkt die Einführung eines integralen Risikomanagements, das den Schutz vor Naturgefahren mit Massnahmen der Vorbeugung (Raumplanung, technische und biologische Schutzmassnahmen, organisatorische Massnahmen, Notfallplanung etc.), der Intervention (Warnung, Rettung, Schadenwehr, Notmassnahmen etc.) und der Wiederherstellung zu gewährleisten versucht. Anlässlich eines Workshops der Fachleute Naturgefahren (FAN) im Jahr 2002 wurde festgestellt, dass im Bereich der Gefahrenbeurteilung als Teil der Vorbeugung die Schutzmassnahmen je nach Gefahrenprozess oder Massnahme unterschiedlich berücksichtigt werden (Romang et al 2003). Um diesen Missstand zu beheben, hat die PLANAT im Rahmen ihres Aktionsplanes das Projekt A3 «Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung» oder kurz «Protect» gestartet (Romang et al 2008). Eingang in dieses Projekt fand nebst den technischen Schutzmassnahmen auch der Schutz-

wald, der die gravitativen Naturgefahrenprozesse grossflächig und mannigfaltig beeinflusst. Entwickelt werden konnten allgemeingültige Grundsätze sowie prozess- und massnahmenspezifische Arbeitshilfen für die Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen. In Bezug auf den Schutzwald zeigte sich aber recht bald, dass noch verschiedene Fragen zu klären sind. So arbeitet Protect mit Prüfkriterien, die aus dem Bauwesen stammen und auf technische Schutzmassnahmen ausgelegt sind (wie zum Beispiel die Tragfähigkeit) und für die unklar ist, ob und wie sie überhaupt auf den Wald angewendet werden können. Auch basiert die Beurteilung des Schutzwaldes je nach Gefahrenprozess (Lawinen, Sturzprozesse, Rutschungen, Wildbäche und Flüsse) auf unterschiedlichen Annahmen, und die Bearbeitungstiefe ist uneinheitlich. Auch ist die Verknüpfung mit der Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (NaiS; Frehner et al 2005) teilweise ungenügend. Vor allem aber wurde Protect damals als Grundlage für die raumplanerische Gefahrenkartierung erarbeitet, in welche keine Risikoüberlegungen einfließen und die somit wesentliche Potenziale des Schutzwaldes nicht berücksichtigt.

Um diese Lücken zu schliessen, initiierte die Sektion Rutschungen, Lawinen, Schutzwald der Abteilung Gefahrenprävention des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) das Projekt «Protect-Bio». Dieses hat zum Ziel, gestützt auf die Grundsätze und das Vorgehen von Protect (Romang et al 2008) die biologischen Schutzmassnahmen so aufzuarbeiten und darzustellen, dass es möglich wird, deren Zuverlässigkeit und Wirkung zu beurteilen und diese mit denjenigen technischer Schutzmassnahmen zu vergleichen.

Im Folgenden wird das für das Projekt «Protect-Bio» gewählte Vorgehen näher erläutert, und insbesondere werden auch die bislang im Projekt gewonnenen Erkenntnisse in zusammengefasster Form dargestellt.

Die Bearbeitungsschritte und Prüfkriterien von Protect im Überblick

In Protect (Romang et al 2008) werden die technischen Werke (z.B. Steinschlagschutznetze oder Wildbachsperrern) – die sogenannten Schutzmassnahmen – objektspezifisch in mehreren Schritten beurteilt (Abbildung 1): Bei den Vorarbeiten wird eine Art Präqualifikation der betrachteten Schutzmassnahme anhand von neun Grundsätzen (Tabelle 1) durchgeführt. Schritt 1 (Grobbeurteilung) beinhaltet eine Einschätzung der Relevanz der Schutzmassnahme und ermöglicht so den Entscheid, ob eine detaillierte Betrachtung der Massnahme



Abb 1 Das Vorgehen zur Beurteilung von Schutzmassnahmen nach Protect. Quelle: Romang et al (2008), vereinfacht. Auf den Schutzwald angewendet werden im Rahmen des Projekts Protect-Bio die Schritte 1 bis 3, nicht aber Schritt 4.

(Schritte 2 und 3) gerechtfertigt ist. In Schritt 2 wird die Zuverlässigkeit der Massnahme anhand der Kriterien Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit beurteilt. In Schritt 3 wird die Wirkung der Massnahme auf den Prozessablauf quantifiziert. In Schritt 4 erfolgen sodann die Vorarbeiten zur raumplanerischen Umsetzung, indem geprüft wird, inwiefern die Gefahrenkarte in Bezug auf die jeweilige Schutzmassnahme angepasst werden muss.

Technische Schutzmassnahmen und Schutzwald: einige Unterschiede

Bei der Anwendung und der Interpretation der Ergebnisse von Protect-Bio muss man sich bewusst sein, dass mit einer Methodik gearbeitet wird, die für technische Werke (Protect; Romang et al 2008) entwickelt worden ist. Die Perspektive ist rein technisch, die Übertragung auf biologische Systeme wie den Wald ist nur unter Berücksichtigung der besonderen Eigenheiten dieser Systeme möglich. Der Schutzwald unterscheidet sich von technischen Schutzmassnahmen vor allem durch folgende Eigenschaften:

- Er wird nicht geplant, bemessen und errichtet, er ist grossflächig präsent, auf kleinster Fläche variabel, lebend und damit dynamisch.
- Der Mensch kann gestaltend einwirken, er ist aber an die natürlichen Abläufe (Zeit) und die naturgegebenen Möglichkeiten (Dimensionen) gebunden. Deshalb ist der klassische Ingenieuransatz mit Projektierung (Entwurf, Analyse und Bemessung), Ausführung, Nutzung, Erhaltung und Rückbau beziehungsweise Ersatz nur beschränkt anwendbar.
- Die Schutzwirkung ist zu einem wesentlichen Teil eine Gratisleistung der Natur. Sie ist abhängig von natürlichen Zyklen. Der Schutzwald kann selbstständig auf Veränderungen reagieren (Resilienz), und es sind oft nur wenige, kostengünstige «Unterhaltmassnahmen» zu dessen Erhaltung oder Regeneration nötig.
- Der Schutzwald steht in Wechselwirkung mit den verschiedensten Naturgefahrenprozessen und wirkt deshalb multifunktional.

Zusammenfassend kann man sagen, dass im Vergleich zu den technischen Schutzmassnahmen der Schutzwald eine von der Natur gegebene Leistungsfähigkeit aufweist und sich nicht bemessen lässt. Je grösser der Schutzanspruch und je extremer das Szenario, also je anspruchsvoller das Schutzziel, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Wald den geforderten Schutz nicht vollumfänglich erbringen kann. Vorteile des Waldes sind seine grossflächige Präsenz, die nachhaltige Verfügbarkeit und die vergleichsweise tiefen Kosten.

Grundsätze	
1.	Quantifizierbare Wirkung: Die Wirkung auf den Prozess ist bestimmbar oder mindestens erkennbar.
2.	Unsicherheiten: Die Wirkung auf den Prozess ist grösser als die Unsicherheiten bei der Prozessbeurteilung.
3.	Szenarien: Die Beurteilung basiert auf den bei der Gefahrenbeurteilung üblichen Szenarien (Ereignisse mit hoher, mittlerer, geringer und sehr geringer Eintretenswahrscheinlichkeit).
4.	Systemabgrenzung: Die Massnahme wird sowohl als Einzelsystem als auch in Bezug auf das Gesamtsystem (gesamter Prozessraum) beurteilt.
5.	Permanente Verfügbarkeit: Die Wirkung ist über einen Zeitraum von mindestens fünfzig Jahren gewährleistet.
6.	Überwachung und Unterhalt: Die Überwachung, der Unterhalt und bei Mängeln der Ersatz sind gewährleistet.
7.	Temporäre Massnahmen: Temporäre Massnahmen, wie die künstliche Lawinenauslösung oder der mobile Hochwasserschutz, werden grundsätzlich nicht berücksichtigt.
8.	Geplante Werke: Nach der Realisierung einer Massnahme wird geprüft, ob die Ausführung der Planung entspricht.
9.	Zeit: Da sich sowohl die Schutzmassnahme als auch die Prozesse im Laufe der Zeit verändern, wird die Gefahrensituation periodisch überprüft.

Tab 1 Die neun Grundsätze von Protect zur Prüfung der generellen Eignung von Schutzmassnahmen. Quelle: Romang et al (2008), vereinfacht.

Projektorganisation für Protect-Bio

Weil offen war, ob die biologischen Schutzmassnahmen überhaupt im Rahmen eines Konzeptes behandelt werden können, das auf technische Massnahmen ausgelegt ist, wurde das Projekt «Protect-Bio» in drei Phasen gegliedert: In Phase I wurde die generelle Eignung des Konzepts von Protect für die Beurteilung des Schutzwaldes geprüft und ein Vorgehensvorschlag entworfen (Impuls/Natur Dialog). Eine wichtige Frage war, ob die geforderte Dauerhaftigkeit der Massnahme von Schutzwäldern grundsätzlich erfüllt werden kann. In Phase II wurde die Eignung des Konzepts vertieft geprüft. Dabei wurden im Rahmen von fünf Fallbeispielen unterschiedliche Gefahrenprozesse und Beurteilungsschritte analysiert:

- Fallbeispiel 1: Grobbeurteilung Lawinen (Nivalp SA, Grimsuat)
- Fallbeispiel 2: Massnahmenbeurteilung Rutschungen (Belop GmbH, Sarnen)
- Fallbeispiel 3: Massnahmenbeurteilung Murgänge in Waldbrandgebieten (Atelier paesaggio, bosco, legno, Cugnasco-Gerra)
- Fallbeispiel 4: Massnahmen- und Wirkungsbeurteilung von Steinschlagschutzwäldern (tur GmbH, Davos-Dorf)
- Fallbeispiel 5: Hochwasser, Standort und beiträgende Fläche (Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften [HAFL], Zollikofen)

Phase III diente der Synthese der Ergebnisse aus den Fallbeispielen sowie aus Phase I (Impuls/Natur Dialog). Die Zwischenergebnisse aus allen Pha-

sen wurden jeweils in einer Begleitgruppe unter Leitung des BAFU diskutiert und justiert.

Anwendung von Protect auf den Schutzwald – Protect-Bio

In Protect gelten technische Werke als Schutzmassnahmen. Damit eine vergleichbare Beurteilung möglich ist, wird in Protect-Bio der gesamte schutzwirksame Wald oberhalb des massgebenden Schadenpotenzials als Schutzmassnahme betrachtet. Die Pflege des Schutzwaldes entspricht dem Unterhalt der Schutzmassnahme Wald.

Die Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (NaiS; Frehner et al 2005) ist eine Grundlagenarbeit, nach der sich Bund und Kantone bei der Pflege des Schutzwaldes richten. Diese Wegleitung liefert auch zahlreiche Ansatzpunkte für die vorliegende Beurteilung des Schutzwaldes nach dem System von Protect. Generell wurden im Projekt Protect-Bio alle Aspekte, die in NaiS dargestellt und für das Projekt relevant sind, unverändert aus NaiS übernommen.

Die Vorarbeiten

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wurde Protect auf die Beurteilung der Schutzmassnahmen im Hinblick auf die Erstellung von Gefahrenkarten ausgerichtet. Bei der Ausscheidung von Gefahrengebieten im Siedlungsbereich sind hohe Anforderungen an die Schutzmassnahmen zu stellen, damit die gewünschte Sicherheit erreicht werden kann. Schutzmassnahmen dienen oft aber auch dazu, die Risiken für Schadenpotenzial ausserhalb der Siedlungen (Verkehrswege, Transportleitungen etc.) auf ein vertretbares Mass zu verringern. Oft hat hier der Schutzwald eine grosse Bedeutung. Aus diesem Grund wurde in Protect-Bio die Ausrichtung auf das Siedlungsgebiet beziehungsweise die Gefahrenkarten nicht beibehalten, sondern die Betrachtung auf Risikoanalysen im Allgemeinen ausgedehnt. Dies führt zu Abweichungen bei der Interpretation respektive der Anwendung der Grundsätze aus Protect.

Quantifizierbare Wirkung und Unsicherheiten (Grundsätze 1 und 2):

Ob und wie weit die Wirkung von Schutzwäldern quantifizierbar und grösser als die Unsicherheit bei der Prozessbeurteilung ist, ist abhängig vom betrachteten Prozess und den verfügbaren Berechnungsmethoden. Für Lawinen- und Sturzprozesse, für Hangmuren und flachgründige Rutschungen sind beide Grundsätze in der Regel erfüllt.

Szenarien (Grundsatz 3):

Die Szenarien beziehen sich auf Ereignisse mit unterschiedlicher Eintretenswahrscheinlichkeit des

Naturgefahrenprozess		Relevanz der Schutzmassnahme Wald	
		möglich	beurteilbar
Lawine	● Fließlawine	ja	ja
	● Staublawine	ja	ja
	● Gleitschnee	ja	ja
	● Eislawine (Gletscher)	nein	–
Sturz	● Steinschlag	ja	ja
	● Blockschlag	ja	ja
	● Felssturz	ja, eingeschränkt auf kleinere Ereignisse	ja
	● Bergsturz	nein	–
	● Eisschlag	ja	ja
Wasser	● Überflutung (hydrologische Wirkung)	ja	ja, eingeschränkt
	● Übersandung/Übermureung (Geschiebelieferung)	ja	ja
	● Erosion	ja	ja
Rutschung spontan	● flachgründig/Hangmure	ja	ja
	● mittelgründig	ja	nein
	● tiefgründig	ja	nein
Rutschung permanent	● mittelgründig	ja	nein
	● tiefgründig	ja	nein
Einsturz/Absenkung	●	ja	nein

Tab 2 Relevanz der Schutzmassnahme Wald und deren Beurteilbarkeit, aufgeschlüsselt nach Naturgefahrenprozessen. Grün: Relevanz ist möglich und beurteilbar. Orange: Relevanz ist möglich/eingeschränkt möglich und beurteilbar/eingeschränkt beurteilbar. Rot: keine Relevanz oder Relevanz ist möglich, aber nicht beurteilbar.

jeweils betrachteten Prozesses. Da der Wald nicht auf die jeweils auftretenden Belastungen durch die Prozesse bemessen werden kann, ist davon auszugehen, dass bei den selteneren Szenarien häufiger als bei entsprechend bemessenen technischen Schutzmassnahmen mit einer Überlastung zu rechnen ist.

Systemabgrenzung (Grundsatz 4):

Die Betrachtung des Gesamtsystems (Beispiel: Prozess Lawine: die ganze Waldfläche im Entstehungs-, Transit- und Ablagerungsgebiet inkl. vorhandener technischer Schutzmassnahmen) und der Einzelsysteme (Beispiel: Wald im Lawinenanrissgebiet) ist nicht neu, wird aber dazu führen, dass neben der bestandesweisen Beurteilung auch der Waldzustand des ganzen Prozessraumes beurteilt werden muss.

Permanente Verfügbarkeit (Grundsatz 5):

Die Frage nach der permanenten Verfügbarkeit darf selbst unter der Annahme pessimistischer Szenarien für den Schutzwald bejaht werden. Dies zeigt ein Plausibilitätstest mit den heute zur Verfügung stehenden Daten zu Schadereignissen im Wald. So liegt die Wiederkehrdauer eines prozessrelevanten Schadens durch die häufigsten und bedeutendsten Störungen Sturm, Insekten und Brand in der Regel über dem Mindestzeitraum (50 Jahre), für den

die Schutzmassnahme nach Protect (Tabelle 1) verfügbar sein muss. Das bedeutet nicht, dass im Schutzwald nie ein grösserer Flächenschaden eintritt. Es bedeutet aber, dass ein für die Naturgefahrenprozesse relevanter Schaden an einem bestimmten Ort seltener eintritt, als oft vermutet wird, und dass in vielen Fällen Schäden im Schutzwald wegen des liegenden Holzes und der Resilienz nicht gleichgesetzt werden dürfen mit einem unmittelbaren Fehlen der Schutzwirkung. Dort, wo der Schaden zu Problemen führt, kann meist mit Unterhaltsmassnahmen die permanente Verfügbarkeit sichergestellt werden.

Überwachung und Unterhalt (Grundsatz 6):

Die periodische Kontrolle des Waldzustandes gehört zu den klassischen Aufgaben des Forstdienstes. Die eingesetzten Instrumente sind die forstliche Planung und die laufenden Beobachtungen der örtlichen Forstdienste.

Den Unterhaltsbedarf bezeichnen die Waldbauer als «Handlungsbedarf». Aus NaiS (Frehner et al 2005) liegen die notwendigen Instrumente vor, um die Schutzwaldflächen einheitlich und nachvollziehbar beurteilen und den Handlungsbedarf ausweisen zu können. Gestützt darauf können die notwendigen Massnahmen ausgeführt werden.

Temporäre Massnahmen (Grundsatz 7):

Dieser Grundsatz ist sinnvoll bei Analysen, die auf die Gefahrenkarten fokussieren, nicht aber für Risikoanalysen im Allgemeinen. Er wird dementsprechend im Rahmen von Protect-Bio nicht angewendet. Zudem gibt es keine temporären oder organisatorischen biologischen Schutzmassnahmen.

Geplante Werke (Grundsatz 8):

Mit Ausnahme von Aufforstungen im Wald ohne Bedeutung.

Zeit (Grundsatz 9):

Im Schutzwald kann der Grundsatz «Zeit» durch periodisch aktualisierte Anforderungsprofile (Zielanalyse im Rahmen von NaiS) und durch die periodische Überwachung erfüllt werden.

Es zeigt sich, dass die Grundsätze von Protect auf den Schutzwald anwendbar sind und zu den in Tabelle 2 zusammengestellten Ergebnissen führen.

Die Grobbeurteilung

Im Rahmen der Grobbeurteilung wird anhand weniger Kriterien und mit möglichst geringem Aufwand, d.h. wenn möglich ohne Geländebegehung und aufwendige Berechnungen, abgeschätzt, ob ein bestimmtes Einzelsystem (z.B. der Wald im Lawinenanrissgebiet x) eine Schutzwirkung haben kann. Die wichtigsten Kriterien für die Beurteilung eines Einzelsystems sind beim Wald die Bewaldung des Pro-

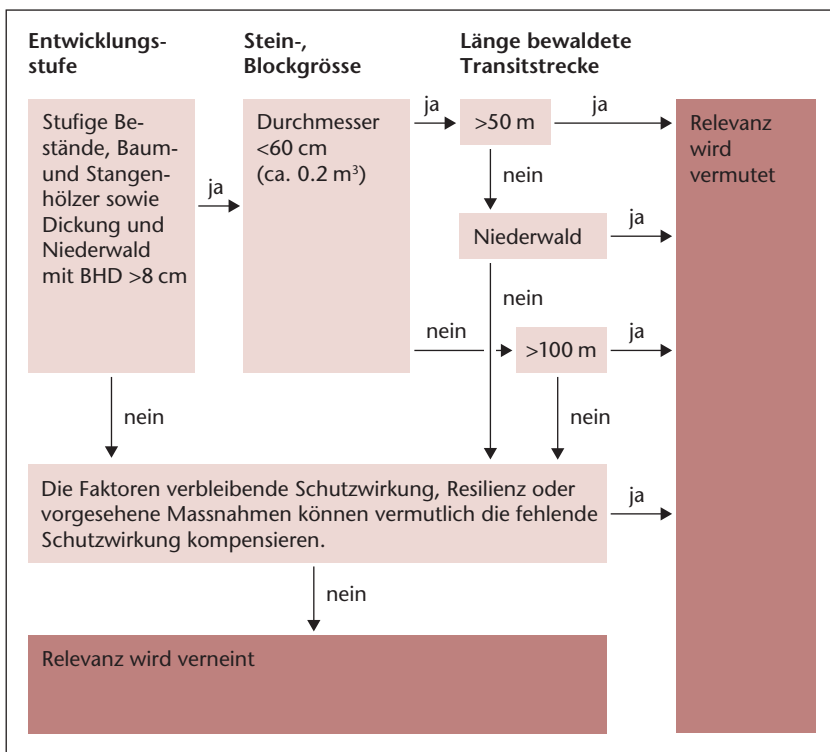


Abb 2 Vorgehensschema für die Grobbeurteilung eines Schutzwalds im Transit- und Ablagerungsgebiet bei Sturzprozessen (Schema aus Bericht Protect-Bio, Phase III [2014], unveröffentlicht).

zessraumes (Bewaldungsprozent und Deckungsgrad), die Lage des Waldes und die Unterscheidung zwischen Jungwaldflächen und schutzwirksamer Bestockung. Die Beurteilung ist prozessspezifisch, wobei die Mehrfachwirkung vieler Schutzwälder nicht vergessen werden darf.

Im Folgenden wird das Vorgehen für die Grobbeurteilung am Beispiel der Sturzprozesse (Transit- und Ablagerungsgebiete) dargestellt. Ein Wald kann die Sturzkörper bremsen (Energieumwandlung) oder ablenken. Je nach Ausmass des Gefahrenprozesses ist die Wirkung des Waldes dabei gross bis nicht vorhanden.

Als Grundlage für die Grobbeurteilung sind Informationen über den Sturzprozess selber wie die Lage der potenziellen Prozessquellen (Liefergebiete), sein Typ (Steinschlag, Felssturz) und sein Ausmass (Stein- und Blockgrössen, Kubatur; grob geschätzt) notwendig. Zur Beurteilung des Waldes werden Informationen über die Stammzahl und deren Verteilung, die Entwicklungsstufe, die Grundfläche, die Baumartenmischung sowie Angaben zu hohen Stöcken und liegendem Holz benötigt. Diese können aus verschiedenen Quellen stammen wie topografischer Karte, Schutzwaldkarte, Bestandskarte, Stabilitätskartierung, Luftbild, Inventur, Betriebsplan, Waldentwicklungsplan, Gefahrenhinweiskarte und Gefahrenkarte oder von lokalen Kennern (Förster).

Für die Beurteilung von Sturzprozessen wurde im Rahmen von Protect-Bio das in Abbildung 2 dargestellte, auf Nais (Frehner et al 2005) basierende Schema entwickelt.

Die Grobbeurteilung wird in Abhängigkeit von der Steingrösse vorgenommen, deren Festlegung gutachtlich erfolgt. Als Steingrösse wird diejenige gewählt, ab welcher mit Risiken für das Schadenpotenzial gerechnet werden muss. Dabei werden die Häufigkeit des Prozesses und die Verletzlichkeit des Schadenpotenzials mit in Betracht gezogen.

Unter der bewaldeten Transitstrecke wird die kumulierte bewaldete Länge in der Falllinie zwischen Ausbruchgebiet und Schadenpotenzial verstanden. Öffnungen in der Falllinie unter 20 m können zur bewaldeten Transitstrecke gezählt werden, wenn darin genügend intakte liegende Stämme und hohe Stöcke vorhanden sind. Grössere Öffnungen zählen nicht zur bewaldeten Transitstrecke. Ist anzunehmen, dass die Faktoren verbleibende Schutzwirkung, Resilienz des Waldes oder vorgesehene Massnahmen im Falle eines Waldschadens, beispielsweise durch ein Sturmereignis, die fehlende Schutzwirkung kompensieren können, ist ebenfalls eine relevante Wirkung des Waldes anzunehmen.

Für die Gefahrenprozesse Lawine (Fluss- und Staublawine, Gleitschnee), Sturz (Stein- und Blockschlag, eingeschränkt Felssturz, Eisschlag), flachgründige Rutschung (Hangmure) und Wassergefahren Übersarung/Übermuring (Geschiebelieferung) konnte ein geeignetes Vorgehen zur Grobbeurteilung von Schutzwäldern erarbeitet werden.

Bei der Wassergefahr Überflutung (hydrologische Wirkung) ist der Stand der Kenntnisse noch nicht befriedigend, und es sind noch zahlreiche Fragen zur Waldwirkung offen. Diese konnten auch bei der Bearbeitung des Fallbeispiels 5 nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Da jedoch viele Forschungsergebnisse zeigen, dass Wälder das Infiltrations- und Speicherverhalten von Böden massgeblich mitbestimmen, wird in Protect-Bio Wäldern im Einzugsgebiet von Gewässern weiterhin eine Wirkung zugeschrieben, und es werden entsprechende Vorgehensweisen empfohlen.

Weiter konnte kein geeignetes Vorgehen für die Beurteilung der Relevanz der Schutzmassnahme Wald bei mittel- und tiefgründigen Rutschungen gefunden werden. Diese Prozesse werden daher in Protect-Bio nicht weiter behandelt. Dasselbe gilt auch für Bergstürze und Eislawinen (Gletschersturz), deren Intensitäten die Tragfähigkeit von Wald weit überschreiten.

Im Projekt SilvaProtect-CH Phase II (Losey & Wehrli 2013) wurden in enger Zusammenarbeit mit den Kantonen harmonisierte Kriterien zur Schutzwaldauscheidung erarbeitet. Diese Kriterien wurden anschliessend in den Kantonen angewendet, um den Schutzwald auszuscheiden. Die kantonalen Schutzwaldperimeter dürften die relevante Schutzwaldfläche gut erfassen und stellen damit eine wichtige Grundlage für die Grobbeurteilung dar. Im Rahmen der Grobbeurteilung muss aber zusätzlich auch der

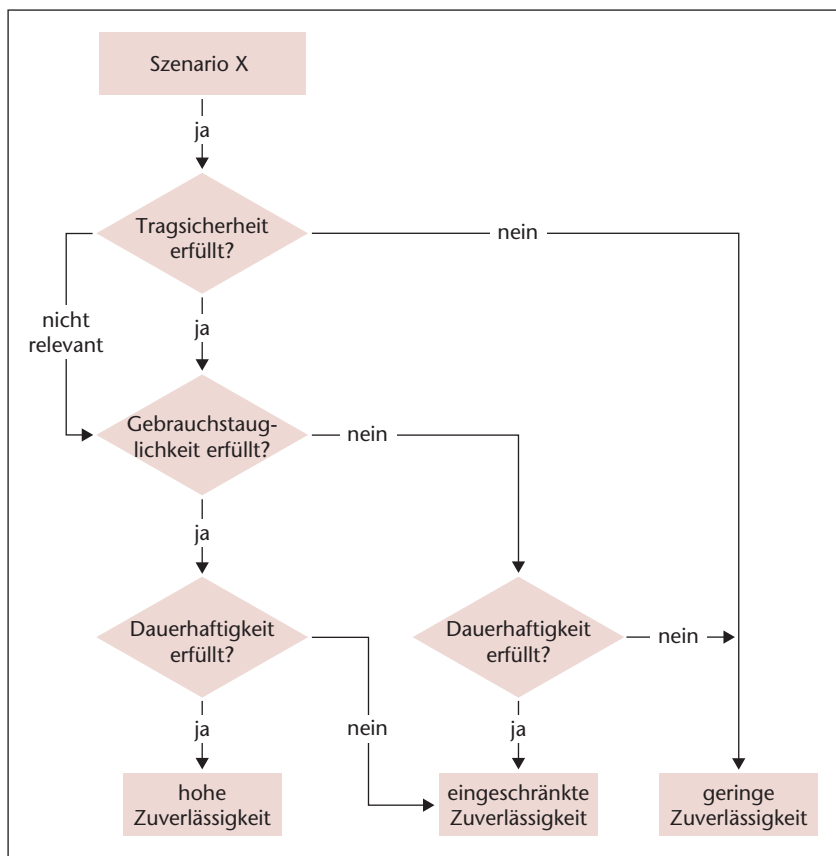


Abb 3 Massnahmenbeurteilung: Bestimmung der Zuverlässigkeit der Massnahme aufgrund ihrer Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit. Quelle: Romang et al (2008), modifiziert für Protect-Bio.

aktuelle, prozessrelevante Zustand des Waldes beurteilt werden. Einzelne Kantone, zum Beispiel der Kanton Freiburg (Eyer & Mazotti 2014, dieses Heft), haben Methoden zur Zustandsbeurteilung entwickelt, die sich auch für die Grobbeurteilung eignen dürften.

Die Massnahmenbeurteilung

In diesem Schritt wird die Zuverlässigkeit einer Schutzmassnahme in Bezug auf den jeweiligen Gefahrenprozess geprüft. Zum Beispiel interessiert bei einem Schutzwald im potenziellen Anrissgebiet einer Lawine, ob er bei einem bestimmten Szenario den Schneelasten dauernd widersteht und damit den erwarteten Schutz gewährleisten kann. Die Prüfung der Zuverlässigkeit erfolgt in Protect (Romang et al 2008) anhand der Tragsicherheit, der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit der Schutzmassnahme (Abbildung 3).

Die Tragsicherheit ist die Fähigkeit eines Bauwerkes, für die anzunehmenden Einwirkungen einen ausreichenden Tragwiderstand zu gewährleisten. Im Wald wird die Tragsicherheit anhand der tragenden Elemente, d.h. der Bäume, beurteilt. Diese wirken in der Regel im Kollektiv, sodass die Beurteilung auf der Ebene Einzelsystem erfolgt. Wichtige Kenngrössen dafür sind beispielsweise die Entwicklungsstufe, die Stammzahl oder die Grundfläche pro Hektare.

Die Gebrauchstauglichkeit ist die Fähigkeit eines Bauwerkes, seine Funktion während des Einsatzes zu gewährleisten. Sie ist abhängig von den Schutzziele für das Schadenpotenzial beziehungsweise den daraus für den jeweiligen Gefahrenprozess abgeleiteten Anforderungen an den Wald. Die Gebrauchstauglichkeit wird im Wald als erfüllt betrachtet, wenn der Waldaufbau dem jeweiligen NaiS-Anforderungsprofil (Frehner et al 2005) entspricht.

Die Dauerhaftigkeit ist gegeben, wenn die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit einer Schutzmassnahme für eine Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren erfüllt sind. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Überwachung und der Unterhalt sichergestellt sind. Entscheidend für die Dauerhaftigkeit von Wald ist sein aktueller Zustand und davon ausgehend seine zukünftige Entwicklung in den nächsten 50 Jahren. Die Kriterien, anhand welcher dies beurteilt werden kann, sind in NaiS (Frehner et al 2005) aufgeführt.

Zusammenfassend wird gemäss Schema in Abbildung 3 aus der Beurteilung der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit die Zuverlässigkeit der Schutzmassnahme in drei Stufen bestimmt. Diese fliesst in den nachfolgenden Schritt der Wirkungsbeurteilung ein. Die Beurteilung der Zuverlässigkeit gemäss diesem Schema stellt eine Momentaufnahme dar, die auf der Basis des aktuellen Zustands durchgeführt wird. Beim Schutzwald muss aber die mögliche Entwicklung des lebenden Systems, allenfalls mit Unterstützung durch zusätzliche Massnahmen, mit in Betracht gezogen werden. Je nachdem, wie schnell sich die Entwicklung dem gewünschten Anforderungsprofil annähern kann, ist die Zuverlässigkeitsstufe anzupassen.

Das Vorgehen bei der Massnahmenbeurteilung von Schutzwald ist zurzeit je nach Gefahrenprozess unterschiedlich gut entwickelt. Grundsätzlich lassen sich für die Massnahmenbeurteilung qualitative und quantitative Methoden einsetzen. Unter die qualitativen Methoden fallen gutachtliche Einschätzungen, Beurteilungen im Gelände oder Wertungen aus Erfahrung. Ungeachtet der eher geringen Bearbeitungstiefe sind solche Betrachtungen für das Gesamtverständnis wichtig und in vielen Fällen für die Massnahmenbeurteilung im Schutzwald ausreichend. Für quantitative Bearbeitungen wären messtechnische Untersuchungen oder Berechnungen notwendig, für welche die erforderlichen Grundlagen und Methoden teilweise fehlen.

Aktuell kann die Massnahmenbeurteilung für die in Tabelle 2 als beurteilbar bezeichneten Gefahrenprozesse in genügender Bearbeitungstiefe durchgeführt werden.

Die Wirkungsbeurteilung

Die Wirkungsbeurteilung quantifiziert den Einfluss der Schutzmassnahme auf den Gefahrenprozess.

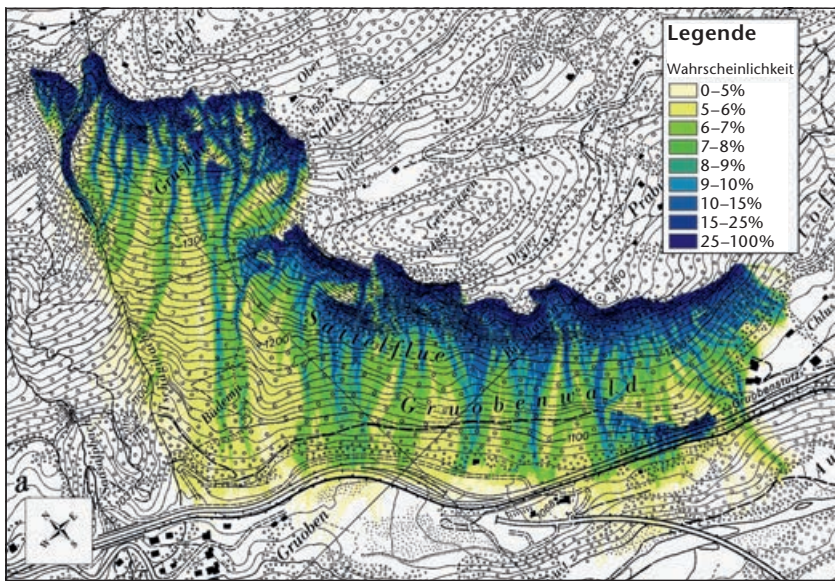


Abb 4 Modellerte Wahrscheinlichkeit für Steinschlagaktivität im Gruobenwald (GR) für das 10- bis 30-jährliche Szenario ohne Wald. Je dunkler die Farbe, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten von Steinschlag.

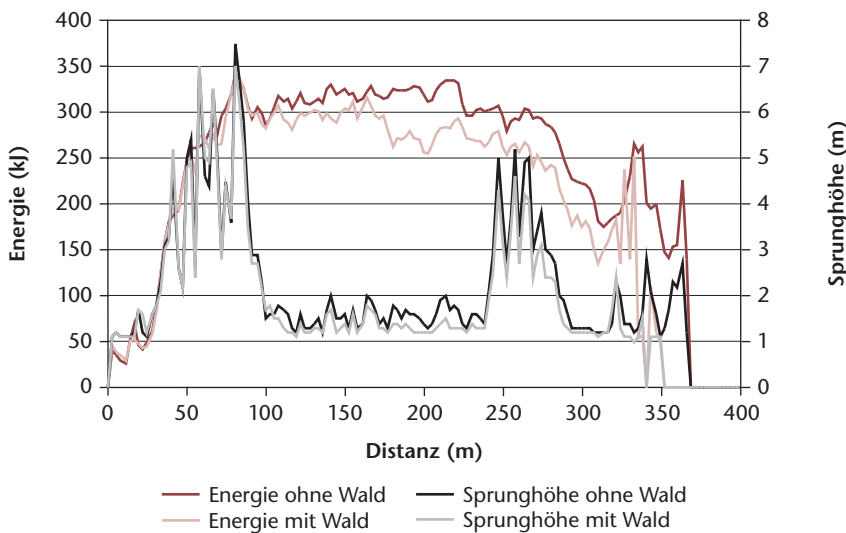


Abb 5 Modellerte maximale Energien und Sprunghöhen der Steine mit und ohne Wald im Profil 7 im Gruobenwald (GR) für das 10- bis 30-jährliche Szenario.

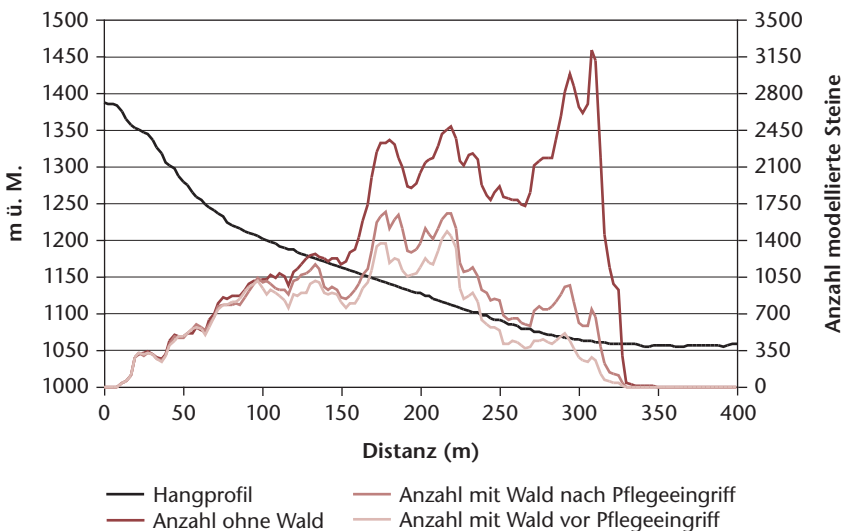


Abb 6 Modellerte Steinschlagaktivität im Profil 7 im Gruobenwald (GR) für das 10- bis 30-jährliche Szenario. Bewaldet ist der Abschnitt zwischen 75 m und 320 m ab Ausbruchsstelle.

zess und damit auf das Risiko für das Schadenpotenzial unter Berücksichtigung ihrer Zuverlässigkeit. Bei der Wirkungsbeurteilung von Schutzwäldern muss zuerst einmal geklärt werden, welches überhaupt die wirksamen Parameter sind (z.B. der Deckungsgrad in Lawinanrissgebieten oder die Grundfläche entlang von Steinschlagsturzbahnen) und ob geeignete Methoden zur Quantifizierung vorliegen (z.B. Modelle zur Steinschlagberechnung).

Die vorliegenden Aussagen zur Quantifizierbarkeit der Wirkungen von Schutzwäldern stellen eine Momentaufnahme dar. Laufend werden die vorhandenen Methoden verfeinert und neue Methoden entwickelt. Aktuell liegen brauchbare bis gute Methoden für die Quantifizierung der Waldwirkungen bei den in Tabelle 2 als beurteilbar bezeichneten Gefahrenprozessen vor. Dabei wird die Waldwirkung bezüglich Wasser (Überflutung bzw. hydrologische Wirkung) bei den gängigen hydrologischen Schätzverfahren für den Hochwasserabfluss über die Gebietskoeffizienten (Bodenbedeckung) mitberücksichtigt, oder die Waldwirkung ist direkt in den Abflussmessungen allfälliger Messstellen enthalten.

Bezüglich der Schutzwirkung des Waldes bei flachgründigen Rutschungen (Hangmuren) ist bekannt, dass die Verstärkung des Bodens durch Wurzeln einen grossen Einfluss auf die auslösenden Mechanismen hat und dass Wurzeln Rutschungen bis zu 1000 Kubikmeter zu stabilisieren vermögen. Dank einem neuen Modellansatz, der neben der vertikalen auch die seitliche Ausbreitung von Baumwurzeln berücksichtigt, kann die Wirkung des Schutzwaldes auf flachgründige Rutschungen quantifiziert werden (Schwarz et al 2012). Gegenwärtig wird ein pragmatischer Ansatz entwickelt, der es für verschiedene Hangneigungen und Bodeneigenschaften erlauben wird, die minimale Waldstruktur zu charakterisieren.

Nachfolgend werden einige Resultate aus dem von tur GmbH bearbeiteten Fallbeispiel 4 (Steinschlag) dargestellt. Diese illustrieren exemplarisch ein mögliches Vorgehen bei der Wirkungsbeurteilung.

Betrachtet wurde dazu der Gruobenwald bei Klosters (GR). Es handelt sich um Tannen-Buchen- und Tannen-Fichten-Standorte zwischen 1000 und 1600 m ü. M. In diesem Wald überwiegen die Baumhölzer (Flächenanteil 91%), die Jungwuchs- und die Dickungsstufe fehlen gänzlich, ebenso die Verjüngung. Bis anhin wurde der Wald nur in den untersten Bereichen gepflegt. Es stocken dort Stangen- und schwache Baumhölzer. Die vernachlässigte Schutzwaldpflege ist sicherlich ein Grund für die fehlende Verjüngung. Aber auch der Wildeinfluss beeinträchtigt die Waldverjüngung. Es handelt sich um ein Wintereinstandsgebiet von Hirsch und Reh. Auch in den lückigen bis aufgelösten Beständen ist keine Verjüngung anzutreffen.

Das Schadenpotenzial besteht aus mehreren Wohnhäusern und Wirtschaftsgebäuden, der Nationalstrasse, der kantonalen Verbindungsstrasse, einer kommunalen Zufahrtsstrasse, der Bahnlinie der Rhätischen Bahn und einem Kieswerk mit Deponie. Die Steinschlagmodellierungen wurden mit dem Modell und der Software Rockyfor 3D (Dorren 2012) durchgeführt (Abbildungen 4, 5 und 6).

Im Fallbeispiel vermag der Wald die maximal auftretenden Energien und Reichweiten nur wenig zu reduzieren (Abbildung 5). Hingegen vermindert er die Steinschlagaktivität und damit auch das Risiko für das Schadenpotenzial stark (Abbildung 6).

Das Fallbeispiel veranschaulicht den Unterschied zwischen der raumplanerisch ausgerichteten Gefahrenkartierung, bei der je Szenario (Wiederkehrdauer) ausschliesslich die Energien (Intensitäten) und Reichweiten der Steine betrachtet werden, und Risikobeurteilungen, bei denen die Steinschlagaktivität bedeutend wird.

Der Stand der Methoden zur Quantifizierung der Waldwirkungen auf die Gefahrenprozesse ist je nach Gefahrenprozess unterschiedlich. Die Spanne reicht von Modellierungen auf der Basis detaillierter Forschungsergebnisse und darauf aufbauenden physikalischen oder probabilistischen Modellen (z.B. für Steinschlag) über gutachtliche Abschätzungen und Berechnungen (z.B. für Lawinen in der Sturzbahn) bis hin zu indirekten Abschätzungen (Hochwasser). Es bestehen noch zahlreiche Verbesserungsmöglichkeiten. Für die Wirkung des Waldes bezüglich der mittel- und tiefgründigen Rutschungen fehlt bisher der Nachweis. Falls dieser erbracht werden kann, sind anschliessend die Methoden zu deren Quantifizierung zu entwickeln.

Weiteres Vorgehen und Absicht

Der Synthesebericht mit den fünf Fallbeispielen liegt mittlerweile in einer Entwurffassung vor. Er soll nun in der PLANAT, der FAN und der Gebirgswaldpflegegruppe (GWG) diskutiert werden, und es sollen die weiteren Schritte festgelegt werden.

Im Rahmen des Projekts konnte auf der einen Seite gezeigt werden, dass sich die Grundsätze von Protect, die zur Berücksichtigung einer Schutzmassnahme erfüllt sein müssen, auch auf den Schutzwald anwenden lassen. Auf der anderen Seite konnten für die Naturgefahrenprozesse «Lawine», «Sturz», «Hangmure» und «Geschiebelieferung» geeignete Methoden für die Beurteilung der Relevanz der Schutzmassnahme Wald entwickelt werden. Nach wie vor existieren hingegen keine Methoden zur Beurteilung der Wirkung des Waldes bei mittel- und tiefgründigen Rutschungen und für Hochwasser nur mit Einschränkungen. Hierzu sind weitere Forschungsarbeiten notwendig. Um die im Rahmen

von Protect-Bio gewonnenen Erkenntnisse zu operationalisieren, braucht es zudem weitere Anwendungsbeispiele aus der Praxis.

Erklärtes Ziel ist es, dass dort, wo Gefahren- und Risikobeurteilungen vorgenommen werden, die Schutzwirkung des Waldes angemessen berücksichtigt wird, und dort, wo Massnahmenvarianten studiert werden und biologische Schutzmassnahmen eine mögliche Variante sind, diese einbezogen und gleichwertig geprüft werden. Häufig wird es beim Variantenstudium aber nicht um die Frage technische oder biologische Lösung gehen, sondern um eine optimale Kombination von biologischen und technischen Massnahmen. Je besser man beispielsweise die Wirksamkeit von Steinschlagschutzwäldern beurteilen kann, desto genauer wird man zusätzlich notwendige Steinschlagschutznetze planen und bemessen können.

Keinesfalls ist beabsichtigt, ist Schutzwälder grossflächig oder gar flächendeckend nach der Methode von Protect/Protect-Bio zu beurteilen. Sinnvoll ist der Einsatz überall dort, wo detaillierte Sicherheitsbeurteilungen (Risikoanalysen, Risikobewertungen) und Massnahmenplanungen und -bewertungen vorgesehen sind.

Wichtig ist, dass Protect/Protect-Bio und die Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (NaiS; Frehner et al 2005) eng miteinander verbunden bleiben und die Schnittstellen optimiert werden. Dies nicht nur deshalb, weil die meisten Kantone ihre Umsetzungsinstrumente zur Pflege der Schutzwälder auf dieser Wegleitung aufgebaut haben. Sondern vielmehr auch, weil diese Schnittstelle die Verbindung zwischen technisch normierter Methodik und naturgegebenen Zuständen und Wachstumsrhythmen darstellt. Wenn es gelingt, diese Schnittstelle gut zu gestalten, wird auch die Kommunikation und damit das Verständnis zwischen den Naturgefahrenspezialisten und den Forstfachleuten verbessert.

Mit einer steigenden Anzahl Fallstudien wird zunehmend klarer werden, wie gross die Leistung der Schutzwälder tatsächlich ist. Diese zu kennen, ist insbesondere dann wertvoll, wenn Gelder knapp und Kosten-Nutzen-Überlegungen notwendig sind. Schliesslich wird man beziffern können, was es die Volkswirtschaft kostet, wenn die Schutzwirkung des Waldes nicht mehr gewährleistet ist, sei dies wegen ungenügender Pflege (Unterhalt), überhöhter Wildbestände oder aufgrund von Klimaänderungen. ■

Eingereicht: 14. April 2014, akzeptiert (nach Review): 11. August 2014

Literatur

DORREN LKA (2012) Rockyfor3D (V5.1) enthält. Transparente Beschreibung des kompletten 3D-Steinschlagmodells. www.eco-risq.org/docs/Rockyfor3D_v5_1_DE.pdf.

- EYER W, MAZOTTI B (2014) Methode zur standardisierten Beurteilung der Schutzwälder im Kanton Freiburg. Schweiz Z Forstwes 165: 268–274. doi: 10.3188/szf.2014.0268
- FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (NaiS). Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Vollzug Umwelt. 564 p.
- LOSEY S, WEHRLI A (2013) Schutzwald in der Schweiz. Vom Projekt SilvaProtect-CH zum harmonisierten Schutzwald. Bern: Bundesamt Umwelt. 247 p.
- PLANAT (2004) Strategie Naturgefahren Schweiz. Synthesebericht. Biel: Nationale Plattform Naturgefahren. 88 p.
- ROMANG H, MARGRETH S, KIENHOLZ H, BÖLL A (2003) Berücksichtigung von Schutzmassnahmen bei der Gefahrenbeurteilung. Workshop der Forstlichen Arbeitsgruppe Naturgefahren (FAN) 29./30.10.2002. St. Gallen: FAN-Sekretariat. 53 p.
- ROMANG H, BÖLL A, BOLLINGER D, HUNZINGER L, KEUSEN HR ET AL (2008) Wirkung von Schutzmassnahmen (PROTECT). Bern: Nationale Plattform Naturgefahren. 289 p.
- SCHWARZ M, COHEN D, OR D (2012) Spatial characterization of root reinforcement of stand scale: Theory and case study. Geomorphology 171–172: 190–200.

Wirkung von Schutzwald gegen gravitative Naturgefahren – Protect-Bio

Das Projekt «Protect-Bio» des Bundesamts für Umwelt verfolgt das Ziel, die Wirkung biologischer Schutzmassnahmen, insbesondere des Schutzwalds, so aufzuarbeiten, dass sie mit derjenigen technischer Schutzmassnahmen verglichen werden kann. In vorliegendem Artikel wird dargestellt, inwiefern sich die für technische Schutzmassnahmen im Rahmen des Projekts «Protect» von der Nationalen Plattform Naturgefahren (PLANAT) entwickelte Methodik mit den Arbeitsschritten «Vorarbeiten», «Grobbeurteilung», «Massnahmenbeurteilung» und «Wirkungsbeurteilung» auf den Schutzwald anwenden lässt. Es zeigt sich, dass die Grundsätze von Protect, die zur Berücksichtigung einer Schutzmassnahme erfüllt sein müssen, sich auch auf biologische Schutzmassnahmen anwenden lassen. Bei Protect-Bio wird dabei der Rahmen von der Gefahrenbeurteilung (Gefahrenkarten) auf Risikoanalysen im Allgemeinen ausgeweitet. Für die meisten Gefahrenprozesse konnten Vorgehen für die Grobbeurteilung wie auch für die Massnahmen- und Wirkungsbeurteilung entworfen werden. Offene Fragen bestehen weiterhin bei der Beurteilung der Wirkung des Waldes bei mittel- und tiefgründigen Rutschungen sowie bei Überflutungen. Es ist zu hoffen, dass in Zukunft dort, wo Gefahren- und Risikoanalysen vorgenommen werden, die Schutzwirkung des Waldes angemessen und gleichwertig berücksichtigt wird.

L'effet de la forêt protectrice contre les dangers naturels gravitationnels – Protect-Bio

Le projet «Protect-Bio» de l'Office fédéral de l'environnement a pour but de rendre comparable l'effet des mesures de protection biologiques et surtout celui de la forêt protectrice avec celui des mesures techniques. La présente contribution expose dans quelle mesure la méthode développée pour les mesures techniques de protection dans le cadre du projet «Protect» par la Plate-forme nationale «Dangers naturels» (PLANAT), avec ses étapes «travaux préliminaires», «évaluation sommaire», «évaluation des mesures» et «évaluation de l'effet», s'applique également aux forêts protectrices. Il s'avère que les principes de Protect, qui doivent être remplis pour une prise en compte d'une mesure de protection, peuvent s'employer également pour des forêts de protection. Avec Protect-Bio, l'évaluation des dangers (cartes de dangers) se développe en une analyse de risque en générale. Pour la plupart des processus de dangers, des procédés pour l'évaluation sommaire ainsi que pour l'évaluation des mesures et l'évaluation de l'effet peuvent être établis. Des questions restent toutefois ouvertes pour l'évaluation de l'effet protecteur des forêts lors de glissements semi-profonds et profonds ainsi que lors d'inondations. Il est à espérer qu'à l'avenir l'effet protecteur de la forêt sera considéré de manière appropriée et équitable dans les évaluations des dangers et des risques.