

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 152 (2001)

Heft: 5

Artikel: Naturgefahren - vom Einzelbild zur Gesamtbetrachtung : dargestellt anhand ausgewählter Beispiele der Vergangenheit und mit Bezug zu laufenden Aktivitäten

Autor: Frey, Werner / Wilhelm, Christian / Krummenacher, Bernhard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098291>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Naturgefahren – vom Einzelbild zur Gesamtbetrachtung

Dargestellt anhand ausgewählter Beispiele der Vergangenheit und mit Bezug zu laufenden Aktivitäten¹

WERNER FREY, CHRISTIAN WILHELM und BERNHARD KRUMMENACHER

Keywords: Natural hazards; modelling; risk; risk management. FDK 384.1 : 42 : 907.32 : UDK 519.873*1 : UDK 551%502.58 : (23)

1. Das Verhältnis Naturereignisse – Naturgefahren

Natur – Gefahr: was löst jedes dieser Worte bei uns aus? Wir besetzen den Begriff «Natur» in aller Regel mit positivem Sinn, verbinden ihn oft auch mit «heiler Natur» und halten Naturnähe für ein erstrebenswertes Ideal. Doch in der Verbindung Natur – Gefahr bekommt der Begriff «Natur» rasch einen bedrohlichen, ja lebensgefährdenden Aspekt. Deshalb soll zunächst das Begriffspaar «Naturereignisse» und «Naturgefahren» beleuchtet werden (nach FREY *et al.*, 2000).

Stellen wir uns die Alpen vor gut 10 000 Jahren vor: Die fast vollständige Überdeckung durch die Gletscher begann sich aufzulösen, und grosse Bergstürze ereigneten sich, wie etwa der Flimsbergsturz mit einer Sturzmasse von 10 bis 12 km³. Das Wasser der Talflüsse staute sich dahinter häufig zu grossen Seen, in welche die Seitenflüsse grosse Deltas aufschütteten. Diese Seen entleerten vermutlich schubweise, was grosse Flutwellen in den unterhalb liegenden Gebieten zur Folge hatte. Solche imposanten Naturereignisse bildeten die Grundlage zu der von uns heute so geschätzten Natur- und Kulturlandschaft. Naturereignisse von viel geringerem Ausmass haben in der Landschaft von heute aufgrund der intensiveren Nutzung bereits katastrophale Folgen. Wir sprechen dann von Naturgefahren, wenn Leben und erhebliche Sachwerte gefährdet sind. Naturereignisse werden also erst zu Naturgefahren, wenn der Mensch und seine Werke bedroht sind.

2. Von der einzelnen Massnahme zum integralen Schutz: das Beispiel Lawine

Nachfolgend soll an ausgewählten Beispielen aufgezeigt werden, wie sich die Forschung und der Umgang mit dem Thema entwickelt haben, wie diese Ansätze umgesetzt wurden und welche Tendenzen zu erwarten sind.

Die verschiedenen grundsätzlichen Möglichkeiten, wie auf eine Naturgefahr reagiert werden kann, zeigt *Abbildung 1*.

Einen Überblick über den zeitlichen Ablauf von Entwicklung und Einsatz verschiedener Massnahmentypen zeigt *Abbildung 2* am Beispiel des Lawinenschutzes in der Schweiz. An einem bedrohten Ort wurde in der Regel für eine einzelne Naturgefahr zunächst derjenige Massnahmentyp gewählt, welcher die Bedrohung unmittelbar reduzierte. Die Anwendung der einzelnen Massnahmentypen wurde zudem durch die

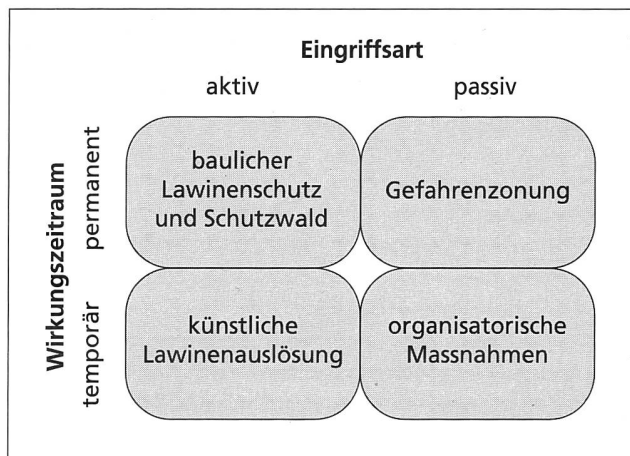


Abbildung 1: Eingriffsarten und Wirkungszeiträume von Schutzmassnahmen am Beispiel des Lawinenschutzes (WILHELM, 1997). Wenn alle an einem bestimmten Ort sinnvollen Massnahmen getroffen werden, wird dies als integraler Lawinenschutz bezeichnet.

technische Entwicklung, die gesellschaftliche Wahrnehmung und Reaktion sowie die finanziellen Möglichkeiten bestimmt. Zuerst wurden vor allem aktive Massnahmen realisiert mit dem Ziel, gefährliche Prozesse zu verhindern, abzulenken oder aufzuhalten. Diese aktiven Massnahmen wurden in den vergangenen 50 Jahren vermehrt durch passive Massnahmen ergänzt, um die Präsenz von Menschen und erheblichen Sachwerten in Gefahrengebieten temporär oder dauernd zu vermindern. Für viele dieser Massnahmen lieferte die Forschung Erkenntnisse, welche später in Richtlinien umgesetzt wurden (Beispiel: Empfehlungen zu raumwirksamen Tätigkeiten: BUNDESAMT FÜR RAUMPLANUNG (BRP), BUNDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (BWW) und BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (BUWAL), 1997).

Die Besiedlung des Alpenraumes fand in den vergangenen Jahrtausenden nur allmählich statt. Offensichtliche Gefahrenstellen wie regelmässig aktive Lawinenzüge wurden von der Raumnutzung gemieden. Doch unsere Vorfahren wussten wohl auch nicht so genau, wo und wann Gefahren durch Naturereignisse lauern. An der Lawinengeschichte von St. Antönien im Prättigau kann gezeigt werden, dass die Anzahl der Opfer verglichen mit früheren Jahrhunderten erst in den vergangenen Jahrzehnten deutlich abgenommen hat (*Abbildung 3*), dies dank den getroffenen Massnahmen. Das Risiko von Todesfällen durch Lawinen blieb für die Bewohner dieser Siedlung bis zur ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts etwa unverändert hoch. Dann konnten Anzahl und Wirkung grösserer Lawinen mit einem umfangreichen Stützverbau im Anrissgebiet am Kühnhorn, mit Aufforstungen und mit neuen Objektschutzmassnahmen im Siedlungsbereich vermindert werden. Mit verbesserter Lawinenwarnung, Gefahrenzonie-

¹ Nach einem Referat, gehalten am Symposium des Schweizerischen Forstvereins «Forstwissenschaften im Wandel – neue Methoden für tragfähige Lösungen» im Rahmen der 180. Jahresversammlung der Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften (SANW) am 13. Oktober 2000 in Winterthur.

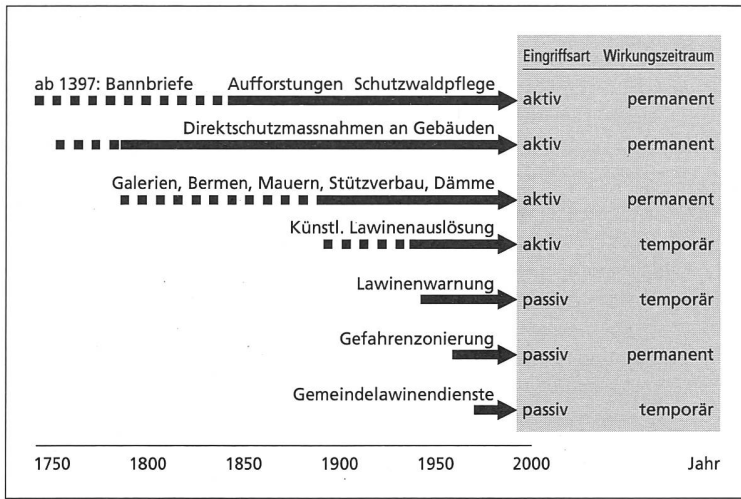


Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung des Einsatzes verschiedener Massnahmen im Lawinenschutz; Massnahmen nach Eingriffsart und Wirkungszeitraum (vergleiche *Abbildung 1*) aufgegliedert.

rung sowie Aufbau und Einsatz des Gemeinde-Lawinendienstes wurde eine weitere Risikoverminderung erreicht. Diese Kombination des integralen Lawinenschutzes widerspiegelt die Tendenz zur Verschiebung der Schutzmassnahmen von aktiv-permanent zu passiv-temporär. Im Lawinenwinter 1999 waren trotz sehr grosser Lawinengefahr und Lawinenaktivität in St. Antönien keine Todesopfer zu beklagen (EIDG. INSTITUT FÜR SCHNEE UND LAWINENFORSCHUNG (SLF), 2000).

3. Modellierungen als Schlüssel zur Verbesserung der Schutzmöglichkeiten

Die Effizienz von Schutzmassnahmen konnte nur dank genauerem Verständnis der Prozesse verbessert werden. Mit darauf aufbauenden physikalischen Modellierungen lässt sich das «Was, Wo und Wie häufig?» besser beurteilen. Dabei erfolgt die Berechnung der Wirkungsräume und der Intensitäten von Naturgefahren durch die Anwendung des Prozessverständnisses in Simulationsmodellen. Nachfolgend werden für die Naturprozesse Lawine und Steinschlag einige der wesentlichsten Eingangsgrössen angeführt.

Für die analytische Berechnung von Auslaufdistanz und Druckwerten von Lawinen steht mit dem Voellmy-Salm-Modell (SALM *et al.*, 1990) seit langer Zeit ein geeignetes Werkzeug zur Verfügung. Mit Hilfe dieses Modells wurden viele Gefahrenzonenpläne erarbeitet. Diese haben sich im extremen Lawinenwinter 1998/99 weitgehend bewährt (SLF, 2000), und zwar sowohl in ihrer langfristigen Auswirkung

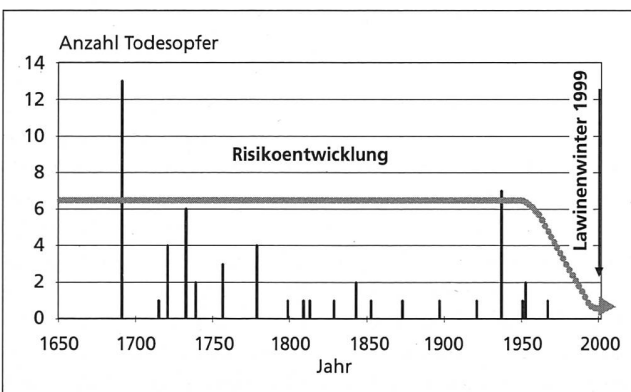


Abbildung 3: Anzahl Lawinentote gemäss der Lawinengeschichte von St. Antönien (GR) von 1650 bis 2000 (verändert nach WILHELM, 1999a).

(vermindertes Schadenpotenzial) wie auch als kurzfristiges Mittel zur Evakuierung von Personen und bei der Sperrung von Verkehrsachsen. Das dabei wichtige Ermitteln der Wiederkehrdauer von Ereignissen bereitet nach wie vor Schwierigkeiten (TEUFEN *et al.*, 2000). Seit einigen Jahren arbeitet das SLF an neuen Lawinenberechnungsmodellen. Ein so entstandenes Simulationsmodell AVAL-1D ist bereits in der Praxis eingeführt und bietet auch in der Visualisierung des Prozessablaufes grosse Fortschritte (CHRISTEN *et al.*, 2001). Die Ausbildung der Anwender wird ermöglicht durch ein entsprechendes Handbuch (SLF, 1999). Wesentliche Eingangsgrössen dieses Modells sind die Topographie (im Anrissgebiet, in der Sturzbahn und im Auslaufgebiet) und die Vegetationsbedeckung (z.B. Wald) einerseits, schneeabhängige Parameter wie Schneedichte und Schneemächtigkeit im Anrissgebiet sowie Rauigkeit und Reibungsparameter (trockene Reibung und turbulente Reibung) anderseits.

Für weitere Prozesse wie Steinschlag sind ebenfalls Modelle zur numerischen Simulation greifbar (beschrieben z.B. in KRUMMENACHER *et al.*, 1996, HEINIMANN *et al.*, 1998). Wesentliche Eingangsgrössen sind hier ebenfalls Topographie, Waldbestand und Hindernisse in der Sturzbahn sowie mögliche Ausbruchstellen und Kubaturen, Rauigkeit und Dämpfung. Auch für Erosion und Murgang sind Modelle in Entwicklung (RICKENMANN *et al.*, 1997, HEGG *et al.*, 2000). Eine Zusammenstellung weiterer Modelle zur Simulation gefährlicher Naturprozesse im Zusammenhang mit der Wirkung des Waldes kann in FREY (2000) eingesehen werden.

4. Vom Umgang mit dem Risiko

Es gibt einerseits keine absolute Sicherheit gegenüber Naturgefahren, andererseits sind die materiellen und die personellen Mittel für Aufbau und Unterhalt der Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren beschränkt. Um gezielt und effizient vorzugehen, mussten möglichst objektive Betrachtungsweisen gefunden werden. Es geht beispielsweise darum, ob permanente bauliche Massnahmen oder aber temporäre Sperrmassnahmen als günstigere Variante gewählt werden sollen.

Risiken entstehen mit der Überlagerung von Naturereignissen und gefährdeten Objekten: Wenn Objekte in Räumen von Naturereignissen präsent sind, besteht die Möglichkeit von Schäden. Zur Charakterisierung von Risiken werden jeweils die zwei zentralen Grössen Wahrscheinlichkeit und Aus-

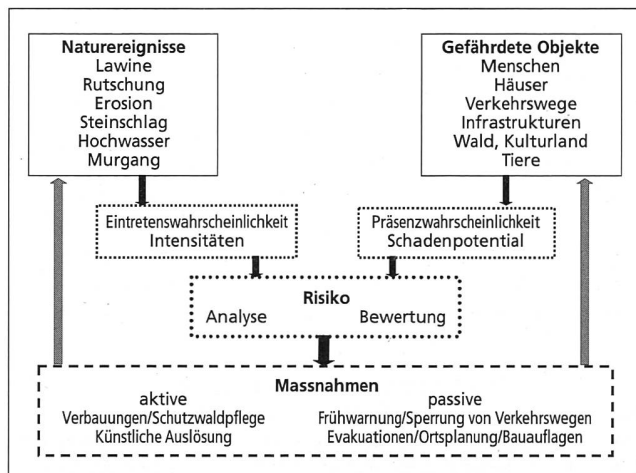


Abbildung 4: Zusammenhänge und Rückkoppelungen zwischen Naturereignissen, gefährdeten Objekten, Risiko und Massnahmen.

mass von Naturereignissen (Eintretenswahrscheinlichkeit, Intensitäten) sowie von gefährdeten Objekten (Präsenzwahrscheinlichkeit, Schadenpotenziale) miteinander verknüpft. Mit Massnahmen kann sowohl auf der Seite des Prozessablaufes wie auch auf der Seite der gefährdeten Objekte eingegriffen werden. Entsprechende, vereinfachte Zusammenhänge zeigt *Abbildung 4*.

Ein als gleich gross berechnetes Risiko wird von der Gesellschaft und von Einzelnen nicht immer in gleicher Weise wahrgenommen. Bei Personenschäden und seltenen, aber grossen Katastrophen spielt diese differenzierte Risiko-Wahrnehmung eine grosse Rolle und ist bei Betrachtungen zur Massnahmenplanung mit einzubeziehen (vergleiche auch Kapitel 5., nachstehend). Erforschung und ein praktischer Einbezug solcher Wahrnehmungsaspekte sind in Zukunft von grosser Bedeutung.

5. Wirtschaftliche Gesichtspunkte werden zunehmend wichtig

Die Mittel der öffentlichen Hand für Schutzmassnahmen sind beschränkt. Gefordert werden deshalb möglichst objektive Entscheidungsgrundlagen. Damit sollen diejenigen Massnahmen evaluiert werden, welche bei einem gegebenen Aufwand an Mitteln zu einer möglichst grossen Verminderung des Risikos führen. Es kann auch darum gehen, den notwendigen Aufwand bei einer geforderten Risikoverminderung zu ermitteln.

Diese Priorisierung soll am Beispiel möglicher baulicher Lawinenschutzprojekte dargestellt werden: Als wie wirksam werden diese beurteilt (*Abbildung 5*)? Dabei sind die jährlichen Kosten für Bau, Unterhalt und Amortisation der Bauten auf der einen Seite (vergleiche dazu das Beispiel in *Tabelle 1*), der Risikoverminderung durch verhinderte Todesfälle pro Jahr auf der anderen Seite gegenübergestellt. Es werden Kosten-Wirksamkeits-Sektoren definiert, welche eine grobe Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Projekte zulassen.

Tabelle 1: Beispiel für Investitionen und jährliche Kosten für eine Strassengalerie von 100 m Länge (nach WILHELM, 1999); vergleiche Anwendung in *Abbildung 5*.

Kalkulationsgrössen	Kosten
Investition Bau (I_0)	2 500 000 CHF
Betriebskosten	5000 CHF/Jahr
Unterhaltskosten	0,5% von I_0
Reparaturkosten	0,5% von I_0
Restwert (30% von I_0)	750 000 CHF
Zinssatz	2%
Wirkungszeitraum	30 Jahre
Jährliche Kosten	120 000 CHF

Die heute verfügbaren Grundlagen erlauben es nun, mit einem Leitfadens des Buwal (WILHELM, 1999) die Entscheidungswege nachvollziehbar zu gestalten. Die modellhaften Vereinfachungen dürfen jedoch nicht dazu führen, dass die Ergebnisse des Leitfadens das alleinige Entscheidungskriterium bilden. Bei konkreten Entscheidungen spielen nicht nur wirtschaftliche Überlegungen eine wesentliche Rolle, sondern auch die Frage, ob mit der Massnahme auch technische, ökologische und politische Anforderungen berücksichtigt werden. Aktuell laufen Bemühungen für eine Finanzierung der Leistungen im Bereich Naturgefahren im Rahmen von effor2,

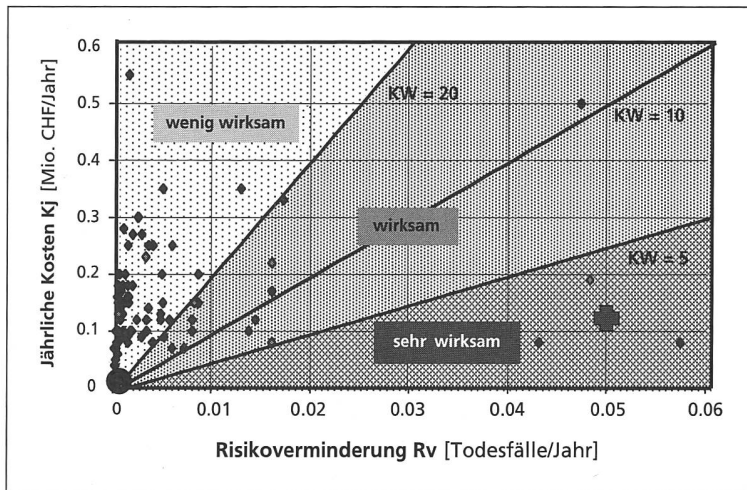


Abbildung 5: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm zur Beurteilung von möglichen baulichen Lawinenschutzmassnahmen (im Diagramm durch die einzelnen Punkte dargestellt; nach WILHELM 1997). KW = Kosten-Wirksamkeit in Mio. CHF pro verhindertem Todesfall. Als \oplus ist das Beispiel der Galerie nach *Tabelle 1* bei einer Risikoverminderung [Rv] von 0.05 Todesfällen/Jahr eingetragen \rightarrow sehr wirksame Massnahme.

einem Testprogramm des Bundes mit dem Ziel, den Kantonen definierte Leistungen mit einem Globalkredit abzugelten.

Naturereignisse können neben den direkten Schäden durch Todesfälle, Verletzungen und Sachwerten auch massive wirtschaftliche Folgen haben. Im Februar 1999 mussten in den Alpen verschiedene Verkehrsverbindungen während Tagen bis Wochen auf Grund der Lawinengefahr oder wegen Verschüttungen gesperrt werden. Diese Situationen sind in SLF (2000) zusammengestellt. Solche Strassensperrungen haben unmittelbare Folgen durch das Ausbleiben von Gästen im Tourismus und für den Versorgungsnachschub, aber auch durch Reaktionen von Gästen nach dem Ereignis. Als Beispiel sei hier die Situation in Davos in den Wintermonaten Januar bis März 1999 angeführt (*Abbildung 6*). Nachdem im Januar im Vergleich zum Vorjahr noch eine Zunahme der Logiernächte verzeichnet werden konnte, ist der massive Rückgang während der Lawinenperiode im Februar mit drei Tagen Sperrung aller Zufahrtsstrassen gut nachvollziehbar. Dass aber als «Nachhall» der kritischen Situation im Februar dann im März bei optimalen Wetter- und Schneesportverhältnissen immer noch weniger Logiernächte zu verzeichnen waren, ist eindeutig als Folgewirkung des Lawinenwinters zu beurteilen. Gesamthaft betrug der abgeschätzte Verlust im Gastgewerbe in Davos mehr als 10 000 Logiernächte, was zusammen mit dem Ertragsausfall in Gaststätten einen Verlust von etwa 12 Mio. CHF bedeutet (SLF, 2000).

6. Zum integralen Schutz vor verschiedenen Naturgefahren

Die bisherigen Betrachtungen und Beispiele betrafen meistens den Schutz vor einer einzigen Naturgefahr in einem einzelnen Einzugsgebiet. Nun sind an einem Ort bzw. in einem Einzugsgebiet verschiedene Naturgefahren möglich (z.B. Lawinen und Steinschlag bzw. Rutschungen). Die Ereignisse treten in der Regel nicht zum gleichen Zeitpunkt ein, sie können sich aber trotzdem wechselseitig beeinflussen. So können Bodenschürfungen durch Nassschneelawinen und Gleitschnee später Ansatzstellen für Rutschungen sein; so entstandene Bodenschürfungen können aber wiederum hindernd für die Gleitschneebildung werden.

Die Planung von Schutzmassnahmen und eine integrale Risikoabschätzung von verschiedenen Naturgefahren sollen

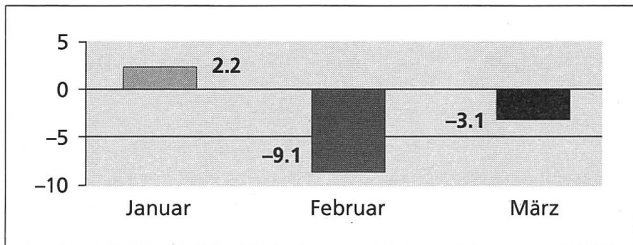


Abbildung 6: Veränderung der Anzahl der Logiernächte in Prozent für Januar bis März 1999 verglichen mit der gleichen Zeitperiode 1998: Beispiel Davos, Lawinenwinter 1998/99 (3 Tage Strassenspernung im Februar) (SLF, 2000).

sinnvollerweise auf allen Stufen (lokal, regional, kantonale, national) verknüpft werden. Dies ermöglicht erst einen optimalen Einsatz der vorhandenen materiellen und personellen Mittel. Neben den regionalen ökonomischen Aspekten können so auch soziologische und naturräumliche Betrachtungen einfließen. Als Stichwort sei hier die immer wichtiger werdende Landschaftsgestaltung angeführt. Diese Aspekte sollen beispielsweise im anlaufenden Nationalen Forschungsprogramm NFP48 untersucht werden. Der nutzbare Raum wird mit den zunehmenden Bedürfnissen für neue Nutzungsformen wie z.B. den Tourismus knapp, und es werden deshalb auch weniger sichere Gebiete genutzt. Durch aktuelle politische Massnahmen (Landwirtschafts- und Forstpolitik, Raumplanung, Regionalpolitik) werden neue, noch wenig bekannte Regelmechanismen ausgelöst. Deren Auswirkungen sind heute schwierig abzuschätzen. Aktuelle Forschungsbedürfnisse zur Verminderung der Naturgefahren im Berggebiet sind in AMMANN (2000) umfassend dargestellt.

7. Zusammenwirken von Forschung, Praxis und internationalen Gremien

Entscheidend für die Erweiterung und Umsetzung der Kenntnisse bezüglich Naturgefahren ist ein gutes Zusammenwirken von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie wissenschaftlichen Institutionen untereinander, ergänzt durch den Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis. Nachfolgend sind einige wichtige Institutionen und Tätigkeitsfelder angeführt.

In der Schweiz ist das Kompetenzzentrum für Naturgefahren (Cenat) auf der Wissenschaftsebene ein wichtiger Zusammenschluss von Forschungsgruppen. In diesem virtuellen Verbund arbeiten Forscherteams des ETH-Bereichs (ETH Zürich und Lausanne, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft [WSL]) mit den assoziierten Mitgliedern der Schweizer Universitäten und Fachhochschulen zusammen. Wichtige Aufgabenbereiche des Cenat betreffen eine Koordination in Forschung, Lehre und Dienstleistung, den Austausch an Informationen und wissenschaftlich-technischem Know-how sowie die Unterstützung von modernen Unterrichtsformen. Ein entsprechendes Projekt des Cenat ist im Rahmen der Lehrangebote über Internet im Projekt Virtueller Campus Schweiz am Anlaufen. Die in englischer Sprache aufgebauten Lehrgänge zum Thema «Dealing with natural hazards – Network for educating and teaching in the inter- and transdisciplinary field of natural hazards and extension service» werden durch die Institutionen des ETH-Bereichs und der Universitäten erarbeitet.

Auf Expertenebene des Bundes gibt es die nationale Plattform Naturgefahren Planat, eine ausserparlamentarische Expertenkommission, bestehend aus 20 Mitgliedern von Verwaltung, Forschung, Armee und Privatwirtschaft.

International auf Expertenebene tätig ist das World Institute For Disaster Risk Management (DRM), definiert als «Network for Applied Interdisciplinary Research, Implementation

and Dissemination in the Field of Disaster Risk Management»; Partner sind der ETH-Rat und das Virginia Polytechnic Institute and State University in Zusammenarbeit mit dem Provention Consortium der Weltbank.

Für gute Ergebnisse bei der Arbeit in der Praxis ist eine gute Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse entscheidend. Auf Bundesstufe sind verschiedene Ämter tätig. Die Kantone sind eigenständig organisiert, während sich die Gemeinden teilweise auf eigene Fachleute oder auf Ingenieurbüros stützen. Die Zusammenarbeit zwischen Kantonen, Bund und Wissenschaftlern hat beispielsweise die Arbeit des Naturgefahren-Ereigniskatasters StoreMe (Buwal F+D) oder des Schutzbautenkatasters ProtectMe (Buwal F+D) ermöglicht.

Verschiedene Fachorganisationen (Fachverbände der Praktiker) führen Ausbildungskurse durch und fördern den Erfahrungsaustausch. Dabei wird die Verbindung zur Wissenschaft gut gepflegt. Hier sind etwa zu erwähnen die Forstliche Arbeitsgruppe Naturgefahren (FAN), der Schweizerische Forstverein (SFV), die Gebirgswaldpflegegruppe (GWG), der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA), die Schweizerische Fachgruppe für Ingenieurgeologie mit der Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren (AGN) sowie weitere Organisationen aus verschiedenen Fachgebieten. Als ein Ergebnis solcher Zusammenarbeit ist die Anleitung «Minimale Pflegemassnahmen» in Wäldern mit Schutzfunktion (BUWAL, 1996) zu erwähnen.

Zusammenfassung

Unsere Gesellschaft muss im Umgang mit Naturereignissen die wichtigen technischen, wirtschaftlichen, sozioökonomischen und landschaftlichen Aspekte einbeziehen. Betroffen von Naturgefahren ist vor allem der Alpenraum. Hier ist ohne eine wissenschaftlich genügend fundierte, wirtschaftlich tragbare Sicherheit vor Naturgefahren kaum eine erfolgreiche Entwicklung möglich. Wichtig ist bei der Wahl von Schutzmassnahmen vor Naturgefahren, dass

1. alle relevanten Naturgefahren in einem Gebiet nicht einzeln, sondern gesamthaft betrachtet werden;
2. die Betrachtungsebene auf alle Stufen (lokal, regional, kantonale, nationale) ausgedehnt wird;
3. aufgrund von Risikoüberlegungen eine gezielte und effiziente Wahl aus dem Angebot an planerischen, baulichen, biologischen und temporären Massnahmen getroffen wird;
4. in einer gesamtheitlichen Betrachtung das Landschaftsbild berücksichtigt und die natürlichen Ressourcen wie der Schutzwald gut mit einbezogen werden;
5. den gegenüber vergangenen Zeiten stark geänderten Sicherheitsbedürfnissen (z.B. die möglichst permanente Verfügbarkeit der Verkehrsverbindungen) sinnvoll entsprochen wird;
6. Schutzkonzepte flexibel gestaltet werden können, um der Dynamik bei den Naturgefahren und bei der Raumnutzung angepasst zu begegnen.

Summary

Natural hazards – from single events to complete coverage

When dealing with natural hazards our society must optimise important technical, sociological and economical measures including landscape use. Natural hazards are particularly important in Alpine regions where successful development is linked to rational and economically tolerable safety measures.

The following points are important for choosing adequate measures:

1. All relevant types of natural hazards in a region must be considered together instead of concentrating individually on one single type.
2. All government levels must be considered: local, regional, cantonal and national.
3. Based on a risk assessment, a specific and efficient choice of different planning tools should be applied and constructive, biological and temporary measures should be implemented.
4. An holistic view should also consider landscape aspects and use natural resources such as protective forests.
5. A reasonable answer to resolve the conflict between demands on security from natural hazards and permanent use of roads should be found.
6. Protection guidelines should be flexible enough to suit the dynamics in natural hazards and planning.

Translation: PERRY BARTELT

Résumé

Dangers naturels – d'une image ponctuelle à une vision globale

Lorsqu'elle aborde le domaine des événements naturels, notre société doit prendre en compte d'importants aspects d'ordre technologique, économique, socio-économique et paysager. Les dangers naturels touchent particulièrement l'espace alpin. Ici, une évolution fructueuse ne sera guère possible sans l'apport d'une sécurité scientifiquement fondée et économiquement tolérable. Lors du choix des mesures de protection, il importe de:

1. considérer les dangers naturels propres à une région de manière globale et non ponctuelle;
2. élargir ces considérations à tous les niveaux (local, régional, cantonal, national);
3. établir, sur la base de l'évaluation des risques, un choix ciblé et efficace des mesures offertes en termes de planification, de construction et de protection biologique et temporaire;
4. prendre en compte le paysage en le considérant dans sa globalité et utiliser les ressources naturelles, comme la forêt de protection;
5. répondre judicieusement aux besoins de sécurité qui ont fortement changé par rapport au passé (comme la nécessité de maintenir les voies de communication constamment ouvertes);
6. chercher à concevoir une protection qui puisse être adaptée à la dynamique propre aux dangers naturels et à l'utilisation de l'espace.

Traduction: MONIQUE DOUSSE

Conference on Mountain Natural Hazards, Grenoble, 12–14 April 1999, 417–421.

- FREY, W. und WILHELM, C. (2000): Naturgefahren und Alpenraum. WEB-Publikation <http://www.forumdavos.ch/>. Tagung des Projektes Primalp der ETH Zürich und des Forum Davos, Kongresszentrum Davos, 31.8.–2.9.2000.
- HEGG, C. und RICKENMANN, D. (2000): Geschiebetransport in Wildbächen – Vergleich zwischen Feldmessungen und einer Laborformel. Proc. Internationales Symposium Interpraevent 2000, Villach, Austria, Vol. 3, 117–127.
- HEINIMANN, H.R. et al. (1998): Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. Buwal (Hrsg.), Umwelt-Materialien Nr. 85, Bern, 248 S.
- KRUMMENACHER, B. and KEUSEN, H.R. (1996): Rockfall simulation and hazard mapping based on digital terrain model (DTM). European Geologist, 12: 33–35.
- RICKENMANN, D. and KOCH, T. (1997): Comparison of debris flow modelling approaches. In: Chen, Chen-lung (ed.): Debris-flow hazards mitigation: mechanics, prediction, and assessment. Proc. International Conference, San Francisco, USA, American Society of Civil Engineers, 576–585.
- SALM, B., BURKARD, A. und GUBLER, H. (1990): Berechnungen von Fliesslawinen, eine Anleitung für Praktiker. Mitt. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Nr. 47, Davos, 38 S.
- SLF (1999): Neue Berechnungsmethoden in der Lawinengefahrenkartierung. Tagungsunterlagen, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Hrsg.), Davos, 133 S.
- SLF (2000): Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Hrsg.), Davos. 588 S.
- TEUFEN, B. und WEBER, H. (2000): Instrumente der neuen Naturgefahrenbeurteilung. Bündnerwald 5: 29–37.
- WILHELM, C. (1997): Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz. Methodik und Erhebungen zur Beurteilung von Schutzmassnahmen mittels qualitativer Risikoanalyse und ökonomischer Bewertung. Mitt. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Nr. 54, Davos, 309 S.
- WILHELM, C. (1999): Kosten-Wirksamkeit von Lawinenschutzmassnahmen an Verkehrsachsen. Vorgehen, Beispiele und Grundlagen der Projektevaluation. Buwal (Hrsg.), Bern, 110 S.
- WILHELM, C. (1999a): Naturgefahren und Sicherheit der Bevölkerung im Gebirge – oder: Von der Schicksalsgemeinschaft zur Risikogesellschaft. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) (Hrsg.): Nachhaltige Nutzungen im Gebirgsraum. Forum für Wissen 1999, 2, 47–55.

Literaturverzeichnis

- AMMANN, W. (2000): Les besoins de recherche pour réduire les risques naturels dans les régions de montagne. Proc. International Conference on Mountain Natural Hazards, Grenoble, 12–14 April 1999, 10–17.
- BRP, BWW und BUWAL (1997): Berücksichtigung der Massenbewegungsverfahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen. Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Wasserwirtschaft und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BUWAL (1996): Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion. Wegleitung. Bern, 234 S.
- CHRISTEN, M., BARTELT, P., GRUBER U. and ISSLER, D. (2001): AVAL-1D: An Avalanche Dynamics Program for the Practice. Proc. International Glaciological Society (IGS) Symposium on Snow, Avalanches and Impact of the Forest Cover, Innsbruck, 22–26 May 2000 (in press).
- FREY, W. (2000): Some Swiss experiences with different methods of modelling natural hazards related to forests. Proc. International

Autoren:

- WERNER FREY, dipl. Forst-Ing. ETH, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Flüelastr. 11, 7260 Davos Dorf, E-Mail: frey@slf.ch.
- Dr. CHRISTIAN WILHELM, dipl. Forst-Ing. ETH, Amt für Wald, Fachstelle Naturgefahren, Loestrasse 14/16, 7000 Chur.
- Dr. BERNHARD KRUMMENACHER, Geograph, Koordinator Cenat, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Flüelastr. 11, 7260 Davos Dorf.