

Zeitschrift: NAGON / Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden

Band: 3 (2005)

Artikel: Grenzen im Umgang mit Naturgefahren

Autor: Hegg, Christoph / Hess, Josef / Lateltin, Olivier

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1006741>

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: 17.01.2026

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

Christoph Hegg, Josef Hess, Olivier Lateltin

Mit Beiträgen von J. Rhyner, M. Siegrist,
D. Vischer und M. Zimmermann

1. Einleitung

Viele Menschen in der Schweiz erleben die Grenzen, welche Naturgefahren menschlichen Aktivitäten setzen, ein oder mehrere Male im Verlaufe ihres Lebens hautnah. In der Regel beschränkt sich dies auf ein eingeschränktes Skivergnügen, weil Teile der Pisten wegen Lawinengefahr geschlossen bleiben oder auf Umwege und Verzögerungen, weil Hochwasser Bahngleise oder Straßen überflutet haben. Einige haben finanzielle Schäden zu verzeichnen und wenige werden von Naturereignissen verletzt oder gar getötet. Alle kennen wir aber die Auswirkungen von Naturgefahren aus Medienberichten zu Ereignissen im In- und Ausland.

Nicht nur heute sondern schon immer setzte sich der Mensch direkt oder indirekt mit den Grenzen auseinander, die ihm Naturgefahren setzen. Die plötzlichen Prozesse Hochwasser, Lawinen, Murgänge, Erdbeben, etc. die wir in der Regel unter dem Begriff Naturgefahren zusammenfassen, sind Teil der Natur, die uns umgibt. Sie haben immer stattgefunden und werden dies auch in Zukunft tun. Entsprechend hat die Auseinandersetzung mit diesen Prozessen und den Grenzen, welche sie uns setzen, eine lange Tradition.

Trotz dieser langen Erfahrung sind auch in der Schweiz noch immer beträchtliche Schäden durch Naturgefahren zu verzeichnen. So belaufen sich die seit 1972 aufsummierten Schäden durch Über-

Organisation: Dr. Christoph Hegg, WSL und Schweizerische Geomorphologische Gesellschaft

Programm

- Begrüssung/Einführung, Ch. Hegg, Eidg. Forschungsanstalt WSL Birmensdorf
- Grenzen der Machbarkeit, D. Vischer, Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH Zürich
- Grenzen der Beurteilbarkeit, J. Rhyner, Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF Davos
- Gefahrenkarten und Grenzen der Wahrnehmung von Laien, M. Siegrist, Abteilung Sozialpsychologie, Psychologisches Institut der Uni Zürich
- Der Umgang mit Naturgefahren – was setzt Grenzen in anderen Kulturen, M. Zimmermann, NDR Consulting Zimmermann, Thun
- Grenzen und Möglichkeiten der Strategie «Sicherheit vor Naturgefahren» der PLANAT, A. Götz, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel
- Einführung in den Nachmittag, Ch. Hegg/J. Hess
- Workshops:
 - Thema Grossrutschung Sörenberg,
J. Hess, Amt für Wald, Sarnen,
 - A: Grenzen der Raumnutzung und Entwicklung;
 - B: Grenzen der Gefahrenbeurteilung und -prognose;
 - C: Grenzen der Gefahrenabwehr
- Workshops: Thema Erdbeben Nidwalden, O. Lateltin, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel
 - D: Erdbebengefährdung in der Schweiz;
 - E: Was «erdbebensicher» effektiv bedeutet;
 - F: Versicherungsdeckung und Grenzen in der Umsetzung
- Berichterstattung aus den Workshops,
Ch. Hegg (Moderation)
- Abschluss der Tagung, J. Hess

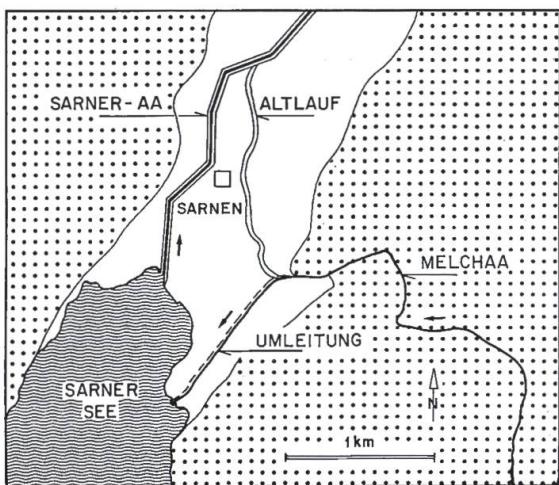


Abb. 1

Abb. 1
Zum Schutz von Sarnen erfolgte 1880 die Umleitung der Melchaa in den Sarnersee; der Altlauf wurde zugeschüttet!

schwemmungen und Rutschungen insgesamt auf über 8,6 Mia. CHF (teuerungsbereinigt per Ende 03, SCHMID et al., 2004). Nicht alle Teile der Schweiz sind gleichermassen betroffen. Besonders stark betroffen, mit beinahe 30'000 CHF Schaden pro Kopf, ist der Kanton Uri. Am wenigsten betroffen mit 100 CHF Schaden pro Kopf sind die beiden Stadtkantone Basel und Genf. Die Kantone Ob- und Nidwalden befinden sich mit einem Schaden von gut 5'000 bzw. gut 2'000 CHF pro Kopf im vorderen Viertel der Rangliste der betroffenen Kantone. Leider verursachen Naturgefahren nicht nur finanzielle Schäden, auch Todesopfer sind immer wieder zu beklagen. Seit 1972 wurden etwas über 90 Todesfälle registriert, welche vor allem durch Hochwasser und Rutschungen, aber auch durch Murgänge verursacht wurden.

Die Tatsache, dass trotz langer Erfahrung im Umgang mit Naturgefahren, immer noch erhebliche Schäden auftreten, erstaunt auf den ersten Blick. Zwei Ursachen sind grundsätzlich möglich:

- Wir haben unsere Lektion nicht gelernt und berücksichtigen die Grenzen zu wenig, welche die Natur unserem Handeln setzt.
- Die Grenzen, welche uns die Natur mit den oben erwähnten gefährlichen Prozessen setzt, sind nicht fix. Jede Grenze, die wir zwischen dem von uns genutzten Raum und dem Raum ziehen, der von natürlichen Prozessen wie Hochwasser oder Lawinen beansprucht wird, kann irgendwann einmal überschritten werden.

Im Rahmen der Plattform «Naturgefahren» anläss-

lich der scnaf Jahrestagung 2004 unter dem Titel «limits 04» wurden Fragen im Zusammenhang mit Grenzen, welche uns Naturgefahren setzen, von verschiedenen Autoren aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet und an zwei Fallbeispielen diskutiert (vgl. Tagungsprogramm). Im Folgenden sind zuerst die redaktionell leicht bearbeiteten schriftlichen Beiträge der Vortragenden dargestellt. Sie werden durch überleitende Bemerkungen in den Gesamtkontext gesetzt. Daran schliessen die Erläuterungen der zwei Fallbeispiele an, auf die in verschiedenen nachfolgenden Ausführungen Bezug genommen wird. Darstellungen zum Risikokonzept, das heute oft als besonders gut geeignet angesehen wird, um mit den Grenzen bei Naturgefahren umgehen zu können, zu seiner aktuellen Umsetzung im Kanton Obwalden und ein Blick auf den Umgang mit Naturgefahren in anderen Kulturen, leiten über zu abschliessenden Bemerkungen zum Umgang mit den Grenzen im Zusammenhang mit Naturgefahren.

2. Grenzen der Machbarkeit

Daniel L. Vischer

Nachfolgend werden die Grenzen der technischen Machbarkeit am Beispiel des präventiven Hochwasserschutzes an Flüssen aufgezeigt. Im technischen Hochwasserschutz verfügt die Schweiz über Jahrhunderte lange Erfahrung. Die Methoden sind entsprechend weit entwickelt und eignen sich deshalb besonders gut um aufzuzeigen, wo die Grenzen technischer Massnahmen liegen.

2.1 Schutzmöglichkeiten

Beim Hochwasserschutz gibt es eine reichhaltige Auswahl an Schutzmöglichkeiten:

Meiden des Überschwemmungsgebiets

Die Siedlungen, Verkehrswege und Intensivkulturen werden ausserhalb des Überschwemmungsgebiets angelegt und damit der Gefahr entzogen.

Objektschutz

Anlagen und Verkehrswege im Überschwemmungsgebiet werden einzeln hochwasserfest gestaltet. So werden Gebäude und Verkehrswege auf Anschüttungen oder Pfahlrosten (Pfahlbauten, Viadukten) angeordnet. Als Alternative bei Gebäuden bieten sich auch Rundumdämme an. Weniger weit greifende Massnahmen bestehen in der Weglassung von Kellergeschossen, der wasserfesten Ausbildung von Erdgeschossen, usw.

Binnendämme

Im Überschwemmungsgebiet werden am Rand gelegene Siedlungen mit ihren wichtigsten Verkehrsverbindungen durch Binnendämme geschützt. Während einer Überschwemmung liegen sie damit gleichsam in einem Polder.

Flussdämme

Dem Fluss entlang werden beidseitig Dämme angelegt, die eine Ausuferung bei Hochwasser verhindern.

Flusskanalierungen

Das Abflussvermögen eines Flussbetts wird so erhöht, dass Ausuferungen kaum mehr vorkommen.

Dies geschieht einerseits durch Querschnittsweiterungen oder durch parallel geführte Hochwasserentlastungsgerinne und andererseits durch Flussbegradigungen, die das Fliessgefälle erhöhen. Dadurch wird die Fliessgeschwindigkeit erhöht und die gleiche Wassermenge benötigt weniger Platz.

Hochwasserableitungen

Der Fluss wird oberhalb des Überschwemmungsgebiets gefasst und ganz oder teilweise abgeleitet (vgl. Abb. 1).

Hochwasserrückhalt

Um das Überschwemmungsgebiet zu schützen, werden flussaufwärts Stauräume in Form von Rückhaltebecken oder Flutpoldern (Becken im Nebenschluss) geschaffen oder Ausuferungen begünstigt.

Ursachenbekämpfung?

Die Ursache fast aller Überschwemmungen sind Starkniederschläge, die nicht verhindert werden können.

2.2 Neben- und Nachwirkungen der Schutzmassnahmen

In diesem Abschnitt geht es um Neben- und Nachwirkungen des Hochwasserschutzes in Bezug auf die Hochwassersicherheit. Selbstverständlich gibt es noch andere Neben- und Nachwirkungen als die hier aufgezählten.

Verlagerung der Überschwemmungsgefahr

Alle baulichen Hochwasserschutzmassnahmen verlagern die Überschwemmungsgefahr grund-

sätzlich in ein anderes Gebiet. Solche Massnahmen lassen sich also nur rechtfertigen, wenn dort die Schäden sehr viel kleiner ausfallen.

Der Objektschutz ist diesbezüglich wenig kritisch. Bei der Einschränkung oder Aufhebung des Überschwemmungsgebiets durch Binnendämme, Flussdämme und Flusskanalisationen, wird ein bisheriger Rückhalt vermindert. Das wirkt sich auf die durchlaufenden Hochwasserwellen so aus, dass diese weniger gedämpft werden. Dementsprechend werden die flussabwärts gelegenen Gebiete mit grösseren Hochwasserspitzen belastet.

Eine Hochwasserableitung weist die Hochwassermassen definitionsgemäss in ein benachbartes Gebiet ab.

Der Hochwasserrückhalt beruht auf Stauräumen aller Art, die im Einzugsgebiet Land beanspruchen, das dauernd oder zeitweise überflutet wird.

Schaffung neuer Gefahren?

Jede bauliche Hochwasserschutzmassnahme wird für bestimmte Hochwasserszenarien ausgelegt. Vereinfachend führt man in diesem Zusammenhang die Bezeichnung Bemessungshochwasser ein. Was geschieht, wenn ein grösseres Hochwasser anfällt und die Schutzmassnahme versagt?

Beim Objektschutz versagt dann bloss eine lokale Massnahme. Deshalb entsteht keine allgemeine Katastrophe.

Heikler ist der Überlastfall bei Binnen- und Flussdämmen. Werden solche Dämme überlastet oder überflutet, können sie brechen. Durch die Breche ergiesst sich ein Schwall, der verheerend wirkt und das einstige Überschwemmungsgebiet

oder angrenzende Gebiete ganz oder teilweise unter Wasser setzt. Besonders bei langen Flussdämmen besteht die Möglichkeit, dass der ausgetriebene Fluss nicht mehr in sein Bett zurückfindet.

Eine Flusskanalisierung ohne Eindämmung ist dieser Möglichkeit einer Ausleitung nicht ausgesetzt, ebenso wenig eine Hochwasserableitung. Beide Massnahmen verhalten sich bei Überlast meist «gutmütig» - wie man das heute etwa ausdrückt.

Wird ein Hochwasserrückhalteraum überbeansprucht, führt das nur dann zu einer Katastrophe, wenn die zugehörige Stauanlage bricht. Deshalb muss die Sperre eines Rückhaltebeckens praktisch bruchsicher angelegt werden. Denn ein Bruch würde in einer ohnehin schon kritischen Hochwassersituation eine Schwallwelle verursachen, die in der anschliessenden Flussstrecke katastrophale Folgen verursachen könnte.

Risikoerhöhung durch wirtschaftliche Entwicklungen im geschützten Gebiet

Diese typische Nachwirkung von technischen Hochwasserschutzmassnahmen wird in **VISCHER** (2004) diskutiert.

2.3 Grenzen

Technische Machbarkeit

Bei den baulichen Hochwasserschutzmassnahmen gibt es kaum technische Grenzen. So lässt sich ein Objektschutz stets verstärken. Ebenso lassen sich Binnen- und Flussdämme erhöhen und Rückhalteräume vergrössern. Dabei steigen

die Kosten allerdings überproportional zur Wassertiefe, auf die man die Anlagen ausrichtet. Einzig reine Flusskanalierungen und Hochwasserableitungen werden technisch fraglich bis wirkungslos, wenn sie von unten her eingestaut werden.

Wirtschaftspolitische Machbarkeit

Hochwasserschutzmassnahmen müssen bezahlbar sein. Die Grenzen liegen bei der Arbeitskraft, der Finanzkraft und den Präferenzen der betroffenen Gesellschaft. Die Präferenzen entscheiden darüber, wo die Arbeits- und Finanzkraft eingesetzt wird:

- Welcher Teil soll dem Schutz der Menschen und ihrer Anlagen dienen?
- Welche Fraktion steht für den Hochwasserschutz zur Verfügung?

Der Gesellschaft stellen sich ja noch zahlreiche andere Aufgaben und sie muss ihre Mittel entsprechend aufteilen.

Ethische Zielsetzungen

Das oben angedeutete Verteilproblem für den Einsatz der verfügbaren Mittel führt zwangsläufig zu ethischen Überlegungen. Hinsichtlich des Schutzes von Menschenleben möchte man im Geist der Menschenrechte gerne Gleichheit propagieren:

Gleiche Sicherheit für alle!

Im Blick auf die Schweiz muss man aber feststellen, dass viele Menschen keinen Naturgefahren und insbesondere keinen Hochwassern ausgesetzt sind.

Also sollte man den andern die gleiche absolute Sicherheit bieten. Das ist aber wegen der Begrenztheit der Mittel nicht machbar. Folglich muss man die Zielsetzung bescheidener formulieren:

Gleiches maximales Restrisiko für alle!

Hinsichtlich der Todesfälle bei unfreiwilligen Risiken liegen die heutigen Zielwerte in der Schweiz bei 10^{-5} bis 10^{-6} pro Jahr.

Aber auch diese Festlegung nimmt auf die Begrenztheit der Mittel keine Rücksicht, und man kann sich ihre Einhaltung in der Schweiz nicht in jedem Fall leisten. Deshalb führt man ein anderes Kriterium in Form der Grenzkosten für ein gerettetes Menschenleben ein; englisch ausgedrückt: «Cost per Life Saved!» Die entsprechend abgewandelte Zielsetzung heisst:

Gleiches Kostendach für die Rettung von Gefährdeten!

In der Schweiz besteht heute die Meinung, dass ein sinnvolles Kostendach (Grenzkosten) bei 10 Millionen Franken pro gerettetes Menschenleben liegt. Das wird einerseits dem Anliegen eines optimalen Mitteleinsatzes und der Verhältnismässigkeit gerecht, andererseits widerspiegelt es aber auch eine gewisse Gleichstellung der Menschen.

Nutzen-Kosten-Analysen

Die Überschwemmungen in der Schweiz fordern verhältnismässig wenig Menschenopfer. Dafür sind die Schäden an privaten und öffentlichen Anlagen jeweils beträchtlich. Deshalb reduziert sich dort die Zielsetzung auf die Maxime:



Abb. 2

Erhaltung des Besitzes!

Das heisst, man will für den Hochwasserschutz soviel Mittel einsetzen, dass sie den Schaden am Bestehenden verhindern. In vielen Fällen möchte man die Mittel gar so investieren, dass eine wirtschaftliche Entwicklung des Überschwemmungsgebiets möglich wird, also eine

Mehrung des Besitzes!

Solche Überlegungen führen zwangsläufig zu Nutzen-Kosten-Analysen. Die Grenze der wirtschaftlichen Machbarkeit wird dann durch den erzielbaren Nutzen vorgegeben.

3. Grenzen der Beurteilbarkeit

Jakob Rhyner

Damit eine Nutzen-Kosten Analyse zuverlässig durchgeführt werden kann oder die Gefährdung von Siedlungen, Verkehrswegen oder Einzelpersonen an einem bestimmten Ort verringert werden kann, müssen Ausmass und Wahrscheinlichkeit des Prozesses richtig eingeschätzt werden können. Diese Einschätzung ist immer mit Unsicherheiten verbunden. Nachfolgend werden die mit der Beurteilbarkeit von Naturgefahrenen verbundenen Probleme und Grenzen am Beispiel der Lawinenwarnung in der Schweiz kurz dargestellt.

*Abb. 2
Überschwemmung des
Sarnersees im Hanenried,
Giswil im Juni 2004
(Foto: AWR, Kapo OW)*

3.1 Beurteilung und Vorhersage wozu?

Um die Frage der Beurteilbarkeit einer Lawinensituation (oder ganz allgemein einer Gefahrensituation) beantworten zu können, muss zuerst Klarheit darüber bestehen, was mit einer Beurteilung erreicht werden soll. Erst daraus können die Ansprüche abgeleitet werden, die an eine Beurteilung zu stellen sind. Ziel ist im Allgemeinen ein Entscheid über das weitere Vorgehen, d.h. über Massnahmen vor, während und nach einer bestimmten Gefährdungs-Situation. Die damit verbundenen Fragestellungen können von sehr verschiedener Art sein, beispielsweise:

- a) Kurzfristige Massnahmenplanung zur individuellen Sicherheit auf einer privaten Skitour: Soll ein bestimmter Hang in der aktuellen Lage durchfahren werden oder nicht?
- b) Kurzfristige organisatorische Massnahmenplanung zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit in einer akuten Lawinenlage: Soll ein bestimmter Lawinenzug künstlich (d.h. mit Sprengung) ausgelöst werden oder nicht? Soll ein Straßenabschnitt gesperrt oder wieder geöffnet werden? Soll eine Siedlung evakuiert werden?
- c) Langfristige Massnahmenplanung zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit: Soll ein bestimmter Straßenabschnitt oder eine bestimmte Siedlung mit einer Lawinenverbauung geschützt werden oder nicht?

Auf die Fragen der Kategorie a) soll im Folgenden nicht weiter eingegangen werden. Dem Skitouren- und Snowboardfahrer steht eine Reihe von Metho-

den zur Beurteilung vor Ort – der sog. Einzelhangbeurteilung – zur Verfügung (zusammengefasst z. B. in SLF, 2005a).

Der Bereich c), die langfristige Massnahmenplanung, stützt sich primär auf die Analyse langjähriger Erfahrungs- und Messdaten, Ereignisanalysen und lawindendynamischen Berechnungen ab. Es geht dabei um den Zusammenhang zwischen einer durchschnittlichen Wiederkehrperiode («Jährlichkeit») und der Ereignisintensität; die Beurteilung einer aktuellen Lawinensituation steht dabei nicht im Vordergrund. Im Bereich Lawinen wurde auf dem Gebiet dieser präventiven Massnahmenplanung in der Schweiz Pionierarbeit geleistet. In den letzten 50 Jahren wurden in der Schweiz mehr als 1.5 Milliarden Franken in technische Massnahmen investiert. Die Abdeckung mit Lawinen-Gefahrenkarten ist, wenn auch noch nicht vollständig, doch weit fortgeschritten.

Wir konzentrieren uns im Folgenden auf den Fragerbereich b), wo die Beurteilung der aktuellen Lawinensituation und die Prognose eine zentrale Rolle spielen.

3.2 Grundlagen und Gegenwärtiger Stand der Lawinengefahren-Prognose

Gefahrenstufen

Ein grundlegendes Werkzeug für die Beschreibung und Kommunikation der Lawinengefahr ist die 5-stufige Europäische Lawinengefahrenskala. Diese Gefahrenskala wurde im Jahre 1993 im Zuge einer gesamteuropäischen Harmonisierung etabliert und ist mittlerweile mit geringen Abwei-

chungen auch ausserhalb Europas im Gebrauch. Die Gefahrenstufen (1 = gering, 2 = mässig, 3 = erheblich, 4 = gross, 5 = sehr gross) sind im Rahmen der möglichen Genauigkeit definiert. Sie basieren primär auf der Schneedeckenstabilität und der Anrisswahrscheinlichkeit und sind für die jeweils wahrscheinlichsten Ereignistypen ausführlich beschrieben (siehe SLF, 2005b).

Prognosen

24-Stunden-Lawinenprognosen (SLF-Lawinenbulletins): Für die Lawinenprognose ist das SLF im Rahmen des Interkantonalen Frühwarn- und Krisen-Informationssystems IFKIS landesweit zuständig. Der schweizerische Alpenraum mit einer Fläche von ca. 27'000 km² ist in ca. 160 Teilregionen gegliedert, für welche die Lawinengefahrenstufe abends um 17:00 Uhr für die folgenden 24 Stunden prognostiziert wird. (Über diese 24 Stunden hinaus wird eine Tendenz für die folgenden zwei Tage angegeben, aber in aller Regel ohne Gefahrenstufe.) Am folgenden Morgen werden 7 regional verfeinerte Prognosen für den Tagesverlauf herausgegeben. Dabei besteht die Möglichkeit, die Vorabend-Prognosen bei einer unvorhergesehenen Entwicklung zu korrigieren. Im mehrjährigen Durchschnitt (die morgendlichen Bulletins werden erst seit dem Winter 1997–98 erstellt) werden dabei über den Winter in etwa 5% der Teilgebiete am Morgen Änderungen vorgenommen. Die Lawinenbulletins sowie verschiedene Zusatzprodukte, wie Schneehöhen- und Schneedeckenstabilitätskarten, sind auf www.slf.ch öffentlich zugänglich.

72-Stunden-Frühwarnungen: Bei einer sich anbahnenden kritischen Lawinenlage werden zusammen mit MeteoSchweiz 72-Stunden Schneefall- und Lawinen-Prognosen für die Lawinendienste erstellt. Diese sog. Frühwarnungen sind nicht öffentlich. Sie sind aufgrund der längeren Prognoseperiode mit einer grösseren Unsicherheit behaftet und sollen deshalb nur von Experten benutzt werden. Prognostiziert wird in jedem Fall nur die Gefahrenstufe mit gewissen Zusatzerklärungen zu den aktuellen Gefahrenmerkmalen (Triebsschnee, Schwachschichten, plötzliche oder tageszeitliche Erwärmung etc.). Es ist in keinem Fall möglich, den Abgangszeitpunkt einer spezifischen Lawine vorherzusagen.

Grundlagen

Beobachtungs- und Messnetze: Ein dichtes Netz aus Beobachtern (ca. 150) und automatischen Messstationen (ca. 90, in der Regel bestehend aus einer Schnee- und einer Windstation) bilden das Rückgrat der landesweiten Einschätzung und Prognose der Lawinengefahr. Von den Beobachtungsstationen kommen täglich und von den automatischen Messstationen halbstündlich Informationen zur aktuellen Lage. Diese Informationen umfassen Messungen von Meteo- und Schneedeckenparametern, Schneeprofile, Lawinenbeobachtungen und Gefahreneinschätzungen. Die automatischen Messstationen sind im IMIS Messnetz (Interkantonales Mess- und Informationssystem) zusammengefasst, das von Bund, Kantonen und Standortgemeinden gemeinsam aufgebaut und betrieben wird.

Meteo-Prognosen: Diese bilden neben den Beobachter- und Messdaten das zentrale Element der Lawinengefahren-Prognose. Die Meteoprognose fliesst dabei nicht einfach in Form von «fertigen» Wetterberichten ein. Es werden täglich mehrere Meteo-Prognosemodelle verglichen, die dann bei unterschiedlichen Ergebnissen gewichtet und priorisiert werden müssen. Es besteht ein enger Kontakt zu MeteoSchweiz.

Schneedeckenmodelle: Neben manuellen Untersuchungen der Schneedecke lassen sich die physikalischen Prozesse in der Schneedecke mit numerischen Computer-Modellen berechnen. Solche Berechnungen werden z.B. mit den Programmen SNOWPACK (z.B. LEHNING et al., 2002) oder ALPINE3D (LEHNING et al., 2004, GUSTAFSSON et al., 2005) durchgeführt und können heute teilweise bereits für Beurteilungen herangezogen werden (z.B. Berechnung der Schneesetzung und Neuschneehöhe an den Standorten der automatischen Stationen). In anderen Teilen befinden sich die Modellrechnungen noch in der internen Verifikationsphase.

Eigene Beobachtungen im Gelände: Auch mit allen umfangreichen Datengrundlagen lässt sich die Prognose der Lawinengefahr nicht vom Büro aus machen. Die PrognostikerInnen des SLF gehen deshalb regelmässig für eigene Schneedeckenuntersuchungen und Beobachtungen ins Gelände, um die externen Informationen mit eigenen Eindrücken abgleichen zu können.

Ereignisanalysen: Vergangene Entwicklungen und Ereignisse, vor allem seltene, müssen im Nachhinein analysiert und eingeordnet werden. Diese

Analysen fliessen in zukünftige Prognosen mit ein. Diese a posteriori Analyse wird am SLF in mehreren Stufen vorgenommen:

- i. die wesentlichen Entscheide, die zur Prognose geführt haben, werden täglich dokumentiert (keine Veröffentlichung);
- ii. jeweils am Donnerstag wird eine Zusammenfassung und Analyse der vergangenen Woche erstellt (öffentliche zugänglich als WinterAktuell, <http://wa.slf.ch>);
- iii. in Winterberichten, welche bei der Bibliothek des SLF erhältlich sind, werden am Ende des hydrologischen Jahres der Verlauf der Schneedeckenentwicklung und des Lawinengeschehens umfassend dokumentiert.

Der heutige Stand

Fasst man die Qualität der Lawinenprognose in einer Trefferquote für die Gefahrenstufe zusammen, so kommt man nach SLF-internen Untersuchungen auf ca. 75%. Externe Erhebungen führen zum Teil auf höhere Quoten (z.B. 85% in Untersuchungen des Summit Club des Deutschen Alpen-Vereins). Die Verifikation der Gefahrenstufe ist im Allgemeinen sehr schwierig und aufwändig. Dies hat verschiedene Gründe. Die Gefahrenstufe ist im unteren Bereich (Stufen gering, mässig und erheblich) nur teilweise mit der Lawinenaktivität korreliert, da dort i.A. keine spontanen Lawinen zu erwarten sind. Die Verifikation bedingt damit bei diesen Gefahrenstufen aufwändige Schneedeckenuntersuchungen. Bei den hohen Gefahrenstufen, wo spontane Lawinen auftreten und der Zusammenhang zwischen Gefahrenstufe und

*Abb. 3
Schiessgrabenlawine bei Lungern im Februar 1999
(Foto: AWR, OW)*

Lawinenaktivität gegeben ist, wird die Verifikation häufig durch schlechte Sicht oder schwer zugängliches Terrain beeinträchtigt, was die nachträgliche Festlegung des Zeitpunkts eines Ereignisses oft erschwert.

Im Weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass die Trefferquote, für sich allein genommen, aus praktischer Sicht nur ein unzulänglicher Indikator ist. Man stelle sich etwa eine langfristig stabile Lage vor, die im Zeitraum von einem Tag in eine andere wiederum stabile Lage übergeht. Verpasst man diesen Übergang in der Prognose, wird man insgesamt wegen der vorher und nachher stabilen Lagen eine hohe Trefferquote erreichen, ohne das für die Praxis sehr wichtige Detail, nämlich den Übergang, richtig wiedergegeben zu haben.

3.3 Die Umsetzung der Lawinengefahren-Prognose vor Ort

Ausbildung, lokale Kenntnisse und Erfahrung

Entscheidend für die sachgerechte Umsetzung der Warnungen in Massnahmen sind die Kenntnis der lokalen Gegebenheiten und die Erfahrung über vergangene Ereignisse. Die Sicherheitsverantwortlichen haben in der Mehrheit der Fälle ein fest umrissenes Gebiet mit bekannten Lawinenzügen zu betreuen, wo auch die Ereignisse z.T. über Jahrzehnte aufgezeichnet wurden. Dieses Wissen lässt sich nicht durch zentral formulierte Aussagen abdecken oder ersetzen.

Mit einem langfristig angelegten Kursprogramm im Rahmen des IFKIS wird dafür gesorgt, dass die

für die Sicherheit vor Ort zuständigen Lawinendienste fachtechnisch auf dem neuesten Stand bleiben, und dass ein enger Kontakt zum SLF gewährleistet ist.

Schnelle und benutzerfreundliche Informationen

Unterstützt werden die örtlichen Lawinendienste im Rahmen des IFKIS durch die spezielle passwortgeschützte Internet-Informationsplattform InfoManager. Diese stellt ein umfassendes Informationspaket aus den im Kapitel 3.2. erwähnten Produkten schnell und benutzerfreundlich zur Verfügung.

Elektronische Entscheidungshilfen für die lokale Massnahmenplanung

Als zusätzliche Entscheidungshilfe benutzen viele Lawinendienste das am SLF entwickelte «Nearest Neighbour» Data Mining Tool NXD, mit welchem vorhandene Datenbanken auf vergangene ähnliche Situationen («Nearest Neighbours») abgesucht werden und bei diesen dann die Ereignisintensität verglichen wird. Auf diese Weise erhält die für Massnahmen verantwortliche Person eine zusätzliche Entscheidungshilfe.

3.4 Schwierigkeiten und Grenzen der Beurteilungen und Prognosen

Aus der Vielzahl der Schwierigkeiten, denen man sich bei der Beurteilung und Prognose gegenüber sieht, seien hier nur einige ausgewählt. Sie reichen von praktischen Einschränkungen, bei welchen die Hoffnung besteht, dass wir sie in Zukunft mindes-

tens teilweise überwinden können, bis hin zu fundamentalen physikalischen und statistischen Grenzen, mit denen wir nur insofern gut umgehen können, dass wir sie erkennen und bei Beurteilung und Prognose mit berücksichtigen.

Praktische Grenzen

Auf die Schwierigkeit der Beurteilung aufgrund schlechter Wetterverhältnisse wurde schon hingewiesen. In dieser Hinsicht hat das während der letzten 10 Jahre aufgebaute automatische Messnetz (Interkantonales Mess- und Informationssystem IMIS) die Datengrundlage wesentlich verbessert. Diese Stationen liefern Daten aus der Nähe von Lawinenanrissgebieten, die bei hoher Lawinengefahr zumeist unzugänglich sind. Diese Daten sind sowohl für die regionale Prognose als auch für die Massnahmenplanung vor Ort sehr wertvoll.

Es sind in den nächsten Jahren vor allem durch Satellitenbeobachtung weitere Fortschritte zu erwarten. Seit dem Winter 2004–2005 können aus Satellitendaten (NOAA-AVHRR) wesentlich bessere Schneebedeckungs- und Schneehöhenkarten erstellt werden. Satellitendaten werden in Zukunft auch operationelle Informationen zur Schneedeckenbeschaffenheit (z.B. Nassschnee) liefern können. Ebenso scheint es in einigen Jahren möglich zu sein, abgegangene Lawinen mit Hilfe ihres (wetterunempfindlichen) Radaralbedos zu detektieren.

Wir haben es also in diesem Bereich mit Grenzen zu tun, die mindestens zum Teil verschiebbar erscheinen.



Abb. 3

Physikalische Grenzen

Meteo-Prognosen: Die Wetterprognose ist ein zentrales Standbein der Prognose der Lawinengefahr. Unglücklicherweise ist der wichtigste Parameter, die Neuschneemenge, auch derjenige, der örtlich und zeitlich am schwierigsten vorherzusagen ist, vor allem in der kleinräumigen alpinen Topographie. Fehlprognosen für den Neuschnee sind der häufigste Grund für Fehlprognosen der Lawinengefahr. Hier werden sicher weitere Fortschritte möglich sein, doch ist es noch schwer abzuschätzen in welcher Frist sie für die Lawinenwarnung wirksam werden können.

Zeitliche und örtliche Schneedeckenvariabilität: Die Schneedecke ist zeitlich und örtlich starken Variabilitäten unterworfen. Die zeitliche Variabilität, die sog. Schneemetamorphose, röhrt einerseits (besonders ausgeprägt beim Neuschnee) von der relativ kleinen Packungsdichte und der Geometrie der Schneepartikel her, welche Umlagerungen be-

günstigen und so die mechanischen Kennwerte ändern. Der wichtigste Faktor ist aber die Nähe zum Schmelzpunkt. Es ist eine Ironie des Schicksals, dass wir uns für die Festigkeit eines Materials in der Nähe seines Schmelzpunktes zu interessieren haben – es würde keinem Baufachmann einfallen, ein derartiges Material für die tragenden Elemente eines Bauwerks zu verwenden! Das bessere Verständnis der (In-)Stabilitätseigenschaften dieses chemisch sehr einfachen, aber strukturell komplizierten und wandlungsfähigen Materials weiter aufzuklären, ist eine der grossen Herausforderungen der derzeitigen Lawinenforschung.

Chaotisches Anrissverhalten: Abgesehen von den erwähnten materialbedingten Eigenheiten ist es ein ganz allgemeines Charakteristikum von sog. Durchbruchsprozessen wie Lawinenanrisse, Erdbeben oder Börsencrashes, dass sie nicht von einer «durchschnittlichen Stärke», sondern vom schwächsten Glied bestimmt sind. Ein stark vereinfachtes, aber illustratives Beispiel dafür ist die Kette. Wie stark die schwächste Stelle in der Schneedecke ist, und wo sie sitzt, hängt sehr stark von den meteorologischen und geländebedingten Randbedingungen ab, eine Charakteristik, für welche die Physiker den Begriff «Chaos» geprägt haben. Die chaotische Natur des Anrissprozesses hat glücklicherweise nicht zur Folge, dass Prognosen komplett unmöglich sind. Es bedeutet aber dass sie a) immer probabilistischen Charakter haben werden, und dass man b) in der Untersuchung und Beurteilung nicht auf «durchschnittliche» Schneedeckeneigenschaften abziehen soll, sondern dass möglichst die schwachen

Stellen zu suchen sind. Beides hat sich übrigens in der Praxis so herausgebildet, bevor die Wissenschaft über Chaos zu sprechen begann!

Statistische Grenzen

Schliesslich haben alle Anstrengungen in den aktuellen Lawinenprognosen immer zwei Ziele: a) keine Personen im Gefahrenbereich beim Niedergang der Lawine b) maximaler Freiraum, wenn keine Lawine niedergeht.

Die statistische Analyse von Vorhersageprozessen ist im Ganzen komplex, hat jedoch eine einfache Grundstruktur. Die wichtigen Input-Parameter sind einerseits die Ereigniswahrscheinlichkeit (bzw. als inverser Wert die durchschnittliche Wiederkehrperiode, die Jährlichkeit) und anderseits die Trefferquote der Prognose. Die für die Praxis relevanten Output-Parameter sind die sog. Probability of Detection (POD, die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis prognostiziert wurde, wenn es eintrifft), und die sog. False Alarm Ratio (FAR, die Wahrscheinlichkeit, dass ein ausgelöster Alarm ein Fehlalarm ist). POD sollte möglichst hoch sein, d.h. die Strasse sollte bei einem Lawinenabgang geschlossen sein. Anderseits sollte FAR möglichst klein sein, d.h. die Lawine sollte, wenn die Strasse geschlossen wurde, auch wirklich abgehen. Es ist leider eine unumgängliche statistische Gesetzmässigkeit, dass bei seltenen Ereignissen (und mit solchen haben es die Lawinendienste zu tun) grundsätzlich eine grosse Anfälligkeit auf hohe Fehlalarmraten, FAR besteht, welche nur mit sehr guten Trefferquoten im Rahmen gehalten werden kann. Da Fehlalarme der Glaubwürdigkeit der War-

nungen beim Publikum sehr schaden, lohnt es sich immer, einen Vorhersageprozess auf die erreichbare Fehlalarmquote hin zu untersuchen.

3.5 Schlussbetrachtungen

Der Katalog der Schwierigkeiten, die sich einer guten Lawinenvorhersage entgegenstellen, ist lang. Diese Tatsache soll jedoch nicht negativ, sondern positiv verstanden werden. Offensichtlich ist es – wie die Erfahrungen in der Schweiz zeigen – mit all diesen Hindernissen möglich, ein Vorhersage- und Warnsystem mit einer breiten Akzeptanz zu entwickeln. Wichtig war und ist, dass man die verschiedenen Begrenzungen auseinander hält und schaut, welche man mit dem geringsten (zeitlichen und finanziellen) Aufwand einfach verschieben kann, für welche der Aufwand grösser ist und welche unverrückbar sind. Die Erfahrungen, die in den letzten Jahrzehnten damit gesammelt wurden, dürfen in Zukunft mithelfen, auch für andere Naturgefahren praktikable und bezahlbare Vorhersage- und Warnsysteme aufzubauen.

4. Wahrnehmung von Grenzen durch die Gesellschaft

Michael Siegrist

Sicherheit vor Naturgefahren ist nicht ein Produkt für den Spezialisten, der sich mit diesen Prozessen befasst. Viel mehr ist es eine Forderung der Bevölkerung. Der Umgang mit Naturgefahren muss sich deshalb an den Bedürfnissen der Bevölkerung orientieren. Dabei stellt die Tatsache, dass nicht jeder ein Spezialist für Hochwasser oder Lawinen sein kann oder muss, dem Umgang mit diesen Pro-

zessen gewisse Grenzen. Wo die Grenzen im Erfassen von Angaben zur Bedrohung durch Naturgefahren liegen, wurde in der Schweiz im Rahmen eines von der PLANAT finanzierten Projektes am Beispiel der Gefahrenkarten für Hochwasser untersucht.

4.1 Ausgangslage

Am Beispiel Hochwasser wurde untersucht, wie gut Experten- und Laieneinschätzungen der Gefahren übereinstimmen. Kantone und Gemeinden sind gesetzlich dazu verpflichtet, Grundlagen für den Schutz vor Naturgefahren zu erstellen und diese bei raumwirksamen Tätigkeiten zu berücksichtigen. Mittels *Gefahrenhinweiskarten* müssen die Kantone in einem ersten Schritt feststellen, welche Gebiete durch Naturgefahren bedroht sind. Gefahrenhinweiskarten beinhalten eine Übersicht über die vergangenen Hochwasserereignisse einer Region und lassen eine Schätzung zu, in welchen Gebieten wieder ein Hochwasser zu erwarten ist. Aufgrund dieser Karten wird also abgeklärt, welche Gebiete genauer untersucht und in *Gefahrenkarten* dargestellt werden sollen. Im Gegensatz zu den Gefahrenhinweiskarten sind Gefahrenkarten genauer und ausführlicher. Sie machen Aussagen über Eintretenswahrscheinlichkeit und Intensität eines Hochwasserereignisses und bilden die gefährdeten Gebiete parzellengenau ab. Bei den Gefahrenkarten für Hochwasserereignisse sind die folgenden Stufen für die vorliegende Untersuchung von Relevanz:

- Rot: Erhebliche Gefährdung
- Blau: Mittlere Gefährdung



Abb. 4

- Gelb: Geringe Gefährdung
- Weiss: Nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine oder vernachlässigbare Gefährdung

Verschiedene Kantone haben Gefahrenhinweiskarten oder bereits Gefahrenkarten zu Hochwassereignissen erstellt. Diese Karten können die Grundlage für raumplanerische oder wasserbauliche Massnahmen bilden. Die Bevölkerung in den gefährdeten Gebieten kann zudem Vorkehrungen treffen, um mögliche Schäden zu minimieren. Doch private Initiative wird sich nur entfalten, wenn die Betroffenen wissen, dass sie in einem Gefahrengebiet wohnen und wenn sie Handlungsmöglichkeiten erkennen, selber etwas zur Schadensabwehr beizutragen.

4.2 Methode

Für die Auswahl der Untersuchungsgebiete wurde zuerst überprüft, für welche Gebiete Gefahrenkarten vorlagen. Zudem wurde darauf geachtet, dass in den gewählten Regionen auch gefährdete Gebiete (blaue Zone) vorhanden waren. Es wurden Gebiete aus der West- und der Deutschschweiz berücksichtigt, weiter wurden sowohl

Abb. 4
Hangmuren oberhalb von Sachseln nach dem Ereignis vom 15.8.1997
(Foto: AWR, OW)

Bergregionen als auch Gebiete im Mittelland berücksichtigt. Aufgrund der Gefahrenkarten wurden Gebiete ausgewählt und aus dem Telefonbuch die Adressen ermittelt.

Zur Beantwortung der aufgeführten Fragen wurde eine schriftliche Befragung durchgeführt. Der Rücklauf betrug in der Deutschschweiz 53 % ($n=784$), in der Westschweiz 52 % ($n=522$) und im Tessin 51 % ($n=293$).

4.3 Ergebnisse

Zwischen den Experteneinschätzungen und dem Risikobewusstsein von Laien gibt es signifikante Zusammenhänge. Die Stärke des Zusammenhangs ist aber, je nach untersuchtem Gebiet, verschieden gross. Trotz des relativ deutlichen Zusammenhangs zwischen den Risikoeinschätzungen von Experten und Laien gibt es viele Personen, welche die Bedrohung durch Hochwasser komplett falsch einschätzen. Im deutschsprachigen Mittelland konnte eine Unterschätzung des Risikos beobachtet werden. Bei den Personen, welche in der blauen Zone wohnen, war jeder dritte Befragte der Ansicht, dass das Risiko eines

| Antworten | Zonen | | | |
|---------------------------|-------------|------------|------------|-----------|
| | weiss | gelb | blau | rot |
| trifft überhaupt nicht zu | 26.7% (145) | 27.7% (67) | 26.1% (68) | 21.4% (3) |
| trifft eher nicht zu | 22.7% (123) | 24.8% (60) | 22.2% (58) | 28.6% (4) |
| trifft eher zu | 21.0% (114) | 19.8% (48) | 20.3% (53) | 21.4% (3) |
| trifft voll und ganz zu | 29.7% (161) | 27.7% (67) | 31.4% (82) | 28.6% (4) |

Tabelle 1: Konkrete Prävention und Zonen: Kolonnenprozente und Anzahl Antworten auf die Aussage: «Im Keller lagere ich auch Gegenstände, die mir wichtig sind».

Hochwassers mit beträchtlichen Schäden sehr gering sei. Das Risikobewusstsein war hier zu tief, wenn man die Schätzungen der Experten als Massstab nimmt. In der Region Genf war das Risikobewusstsein dagegen zu hoch. Bei den Bewohnern der weissen Zone gaben 6% an, dass das Risiko einer Überschwemmung mit beträchtlichen Schäden sehr hoch sei. Nur jeder dritte Befragte schätzte die Wahrscheinlichkeit als sehr gering ein und stimmte damit mit den Schätzungen der Experten überein. Die Einschätzungen der Bewohner in der weissen Zone unterschieden sich zwar deutlich von den Bewohnern der blauen Zone, aber in beiden Zonen wurde die Wahrscheinlichkeit einer schweren Überschwemmung überschätzt.

Das Risikobewusstsein wird durch das Wissen und durch die Erfahrung signifikant beeinflusst. Personen, die Erfahrungen mit Hochwasser haben und über die Gefahren Bescheid wissen, haben ein höheres Risikobewusstsein als Personen, die nicht über eigene Erfahrungen verfügen und nicht wissen, in welcher Zone sie wohnen. Weiter konnte ein Unterschied zwischen den Sprachregionen beobachtet werden. Unabhängig von der Gefahrenzone haben die Bewohner der Westschweiz ein höheres Risikobewusstsein als die Bewohner der Deutschschweiz. Die objektive Gefährdungslage hat einen kleineren, aber dennoch signifikanten Einfluss auf die Wahrnehmung. Im Vergleich zu Personen aus den gelben Gebieten, haben die Personen aus den weissen Gebieten ein kleineres und die Personen aus der blauen bzw. roten Zone ein höheres Risikobewusstsein. Kaum

eine Rolle für das Risikobewusstsein spielt, wenn alle anderen Faktoren berücksichtigt werden, ob jemand in der Ebene oder in einer Bergregion wohnt. Mit dem Modell können 33% der Varianz der Variablen Risikobewusstsein erklärt werden. Eine konkrete Präventionsmaßnahme in Gebieten, die durch Hochwasser gefährdet sind, besteht darin, keine wertvollen Gegenstände im Keller zu lagern. Mit den Antworten auf die Aussage «Im Keller lagere ich auch Gegenstände, die mir wichtig sind» konnte überprüft werden, ob sich die Personen in den unterschiedlichen Risikozonen voneinander unterscheiden. Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen deutlich, dass das Verhalten vollkommen unabhängig von der Zone ist. In den roten und blauen Zonen benutzen prozentual gleich viele Personen den Keller, um wertvolle Sachen aufzubewahren wie in der weissen Zone.

4.4 Schlussfolgerungen

Mit grossem finanziellem Aufwand werden Gefahrenkarten erstellt. Doch nur ein kleiner Teil der Bevölkerung weiß, dass es solche Karten gibt. Zudem ist das Risikobewusstsein in vielen Gebieten nicht adäquat. Die Kommunikationsanstrengungen müssen deshalb verstärkt werden. Bewohner und Hausbesitzer in blauen Gebieten müssen über die Risiken aufgeklärt werden. Diese Informationsvermittlung kann, wie die vorliegende Studie ebenfalls klar gezeigt hat, nicht garantieren, dass auch Präventionsmaßnahmen ergriffen werden. Aber ohne Risikobewusstsein fehlt die Motivation entsprechende Massnahmen zu ergreifen. Auch in den Gebieten, die mit vernach-

*Abb. 5 und Abb. 6
Beschädigungen an der
Kirche des Frauensklosters
St. Andreas nach dem
Erdbeben von 1964 in
Kerns (Foto: D. Reinhard,
Sachseln, Erdbebendienst
OW)*

lässigbaren Hochwasserrisiken konfrontiert sind, muss die Kommunikation verstärkt werden. Personen in diesen Gebieten sollten nicht Angst vor einer Gefahr haben, die für sie nicht existiert. Präventionsverhalten in diesen Gebieten zahlt sich kaum aus. Eine falsche Allokation der Ressourcen gilt es zu vermeiden.

Erstaunlicherweise hat die Risikozone, in der jemand wohnt, praktisch keinen Einfluss auf konkretes Präventionsverhalten. Ob jemand wertvolle Gegenstände im Keller lagert oder nicht, wird durch die objektive Risikolage nicht beeinflusst. Die Kommunikation darf sich deshalb nicht auf das Vermitteln von Eintretenswahrscheinlichkeiten und möglichen Schäden beschränken. Den betroffenen Personen müssen möglichst konkrete Handlungsanweisungen aufgezeigt werden.

5. Fallbeispiele

5.1 Grossrutschung Sörenberg

Das erste Fallbeispiel befasste sich mit dem Gebiet Flühli-Sörenberg im Entlebuch, Kt. Luzern (**Balmer, 2004**). Ein grosser Teil dieses Siedlungsgebietes liegt auf einem Rutschkegel, der sich an der Südwestflanke des Nünalpstockes bis in den Talgrund erstreckt. Der Nünalpstock ist aus Gesteinen des Schlieren-Flysches, einer Wechselleagerung aus Sandsteinen und Mergeln, aufgebaut. Vor mehreren Jahrhunderten – für die genaue Datierung fehlen Überlieferungen – muss sich dort eine grosse Felssackung ereignet haben. Seither rutscht die 15–20 Millionen Kubikmeter grosse Masse mehrere Zentimeter pro Jahr talabwärts Richtung Sörenberg. Genaue Kenntnisse

über den Tiefgang der Felsrutschung, die Materialzusammensetzung, die Gleitfläche sowie den Wasserhaushalt der Rutschmasse fehlen weitgehend. Messreihen zeigen, dass die Geschwindigkeit, mit der die grosse Felssmasse ins Tal rutscht, stark von der Witterung abhängig ist. Je mehr Wasser in den Flyschschichten gespeichert ist, desto schneller bewegt sich der Fels talabwärts. Die Rutschbewegung bildet den Motor für eine seit Jahrhunderten instabile Situation am Nünalpstock. An den Seiten und am unteren Hang der Felssmasse brechen sporadisch Lockergesteinsrutschungen aus, welche bei heftigen Regenfällen in Murgänge übergehen können. Erste schriftliche Dokumente von solchen sekundären Rutschungen am Nünalpstock stammen aus dem frühen 17. Jahrhundert. Sie häuften sich gegen Ende des letzten Jahrhunderts und gipfelten 1910 in einem eigentlichen Bergrutsch mit grossen Murgängen. In den Jahren 1922 und 1986 folgten weitere grössere Ereignisse. Diese Murgänge und nicht die langsam rutschende Felssmasse selber gelten als eigentliche Bedrohung für das Siedlungsgebiet. Gegen Ende der 70-er Jahre und in den 80-er Jahren wurden im unteren Teil der Sackungsmasse 750 Wohnungen erstellt. 1999 reaktivierte sich die Rutschung stark. Die in den letzten Jahren wieder gehäuft auftretenden Murgänge, drangen nun in unterdessen besiedeltes Gebiet vor. Seit 1978 wird die Felssmasse durch Vermessungen überwacht. Zum Schutz der Bevölkerung wurde ein Alarmierungs- und Evakuationskonzept mit technischen Installationen, aber auch mittels Beobachtungen im Anrissgebiet geschaffen. Mit



Abb. 5



Abb. 6

einem Flutlichtsystem ist es zudem möglich, den ganzen Hang bei Nacht auszuleuchten. Von einem Beobachtungsposten aus können gefährliche Entwicklungen sofort ins Tal gemeldet und mit der Evakuierung der bedrohten Quartiere begonnen werden.

Zur künftigen Verminderung der Risiken wurde das Baureglement geändert, welches weitere bauliche Aktivitäten nur noch mit starken Einschränkungen erlaubt. Auffang- und Leitdämme sowie Geschiebesammler sollen die Risiken auch mit technischen Mitteln weiter begrenzen.

5.2 Erdbeben Innerschweiz

Das zweite Fallbeispiel befasste sich mit den Erdbeben in der Innerschweiz. Im Jahre 1964 ereignete sich in der Region von Sarnen ein Schwarm von Erdbeben, der in den zwei Hauptbeben vom 17. Februar in Flüeli und 14. März in Alpnach gipfelten und die Intensität VII erreichten (Magnitude 5,7). Diese zwei Beben verursachten Schäden an ca. 1000 Gebäuden. Im Kanton Obwalden betragen die Kosten für die Reparaturen (nach heutiger Rechnung) ca. 16 Mio. Franken. Die Hauptschäden traten vor allem an historischen Gebäuden, in den drei Orten Sarnen, Kerns und Alpnach auf. Einzelne Kapellen litten so stark, dass ein Wiederaufbau nicht in Betracht gezogen wurde. Das Andauern des Erdbeben Schwarms führte zu einer grossen Verunsicherung in der Bevölkerung.

Am 10. September 1774 ereignete sich in der Region Altdorf ein weiteres Schadenbeben, das in weiten Teilen der Schweiz sowie in Süddeutsch-

land verspürt wurde. Seine maximale Intensität erreichte VIII, die Magnitude wird auf 5,9 geschätzt. Der Hauptstoss verursachte starke Schäden an Gebäuden in der Region und forderte zwei Tote. In Altdorf waren die meisten steinernen Gebäude betroffen. Die Wände zahlreicher Häuser erhielten Risse und Spalten, zwei Häuser stürzten vollständig ein. Zwei Drittel der Kamine brachen ein und stürzten auf die Strasse, weitere wurden teilweise zerstört. Einzig die Holzhäuser blieben fast unbehelligt. Noch in Luzern stürzten Kamine ein und Gips fiel von Kirchmauern und Wänden.

Am 18. September 1601 erschütterte ein Erdbeben die Region Unterwalden und richtete mit einer maximalen Intensität von VIII (Magnitude 6,2) grosse Schäden an. Das Erdbeben von 1601 hatte dramatische Auswirkungen auf den Vierwaldstättersee, dessen Ufer und auf dessen Untergrund. Neben Felsstürzen von den umliegenden Hängen wurden unter Wasser die Abhänge des Seebeckens instabil und rutschten lawinenartig ab. An mehreren Stellen gab es Rutschungen, die Millionen Kubikmeter Schlamm mobilisierten. Diese Rutschungen erzeugten eine Welle im See (Tsunami), die über einen Meter hoch war und im 10-Minuten-Rhythmus hin und her schwang. Quellen aus der Zeit berichten, dass die Wellenbewegung die Reuss in Luzern in den ersten Stunden nach dem Beben sechs Mal zurückfliessen liess, so dass das Flussbett in der mondhaften Nacht sichtbar wurde. Die Hauptschäden in der Stadt Luzern entstanden im Gebiet des Barfüsser-Klosters und lassen auf eine Intensität von VII schliessen. Unterwalden war noch stärker



Abb. 7

betroffen. Dort wurden einige Gebäude gänzlich zerstört und die meisten Öfen beschädigt. Eine Kapelle in Stans sei von einer Rüfe spurlos weggefegt worden und die Kapelle von Oberrickenbach wurde völlig zerstört. Der Stadtarzt Burgauer von Schaffhausen hielt die Anzahl von 28 zerstörten Kaminen fest. Während ungefähr eines Jahres wurden in Luzern und Umgebung immer wieder leichte Nachbeben verspürt, wobei im Februar und Juli 1602 noch kleine Schäden entstanden.

Auf Grund der in der Vergangenheit wiederholten zeitlichen und räumlichen Konzentration der Erdbeben muss von einer erhöhten Aktivität, insbesondere im Gebiet von Sarnen, ausgegangen werden. Tatsächlich sind während der Erdbebenserie im Jahre 1964 in dieser Gegend über 1000 Ereignisse wahrgenommen worden. Eine solche schwarmhafte Aktivität scheint typisch zu sein für diese Region, denn auch in früheren Zeiten traten Erdbeben bei Sarnen jeweils konzentriert innerhalb eines einzigen Jahres auf. Es wird in der Region wieder zu einem solchen Naturereignis kommen. Wegen der dichten Besiedlung wird ein künftiges Erdbeben im Vergleich zu dem vom 18. September 1601 «Hundert bis Tausendmal» schwerere Schäden anrichten. Ein vergleichbarer Erdstoss würde nur im Kanton Nidwalden heute Gebäudeschäden von rund 2 Milliarden Franken (Immobilienverlust von 27%) verursachen. Deshalb ist es in Zukunft umso wichtiger, dass bereits in der Planungsphase von baulichen Projekten die Tatsachen der Vergangenheit berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass Bauherr, Architekt und Ingenieur miteinander Lösungen suchen, die diesen Anforderungen gerecht werden.

6. Das Risiko-Konzept und seine Grenzen

National (PLANAT, 2002; BUWAL und BWG, 2004) wie international (z.B. GODSCHALK et al., 1999, COMERIO, 1998) wird zunehmend gefordert, die Strategien des Managements von Naturrisiken zu überdenken, denn:

- Die Schäden durch Naturereignisse sind in den vergangenen Jahren trotz grossen Verbauminvestitionen nicht gesunken (GREMINGER, 2002; SCHMID et al., 2004).
- Die Strategien des Risikomanagements werden pragmatisch und uneinheitlich nach Art der Naturgefahr, nach Regionen und involvierten Verwaltungsstellen eingesetzt. Kohärenz und ein theoretisches Konzept fehlen.

Seit einigen Jahren hat sich das aus dem Umgang mit technischen Gefahren bekannte Risikokonzept als Lösungsweg auch im Umgang mit Naturgefahren etabliert (HOLLENSTEIN, 1997, vgl. Abb. 7).

6.1 Grenzen der Risikoanalyse

In einer Risikoanalyse wird das Risiko zumeist als Produkt aus Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadenausmass verstanden.

$$\text{Risiko } R = \text{Wahrscheinlichkeit } W \times \text{Schadenausmass } S$$

Das zu erwartende Schadenausmass ist dabei abhängig von der Art und Intensität des Gefahrenprozesses und der Raumnutzung im von der Gefahr betroffenen Gebiet.

$$S = f(\text{Prozessart } H, \text{ Prozess Intensität } I, \text{ Raumnutzung } U)$$

Die Raumnutzung im Gefahrengebiet lässt sich durch die dem Risiko ausgesetzten Werte (Personen, Sachwerte, Naturwerte), deren Verletzbarkeit und der Präsenzwahrscheinlichkeit im Zeitpunkt des Gefahrenprozesses umschreiben.

$$U = f(\text{Wert } A, \text{Verletzbarkeit } V, \text{Präsenzwahrscheinlichkeit } P)$$

Angesichts dieser mathematischen Fassbarkeit mag also die Risiko-Analyse einfach erscheinen. Doch stösst man auch hier schnell an Grenzen.

Verständnis des Gefahrenprozesses als Grenze:

Das qualitative und – sofern überhaupt möglich – quantitative Prozessverständnis setzen dem Inhalt und der Qualität der Gefahrenbeurteilung Grenzen. Diese Grenzen sind abhängig von den vorhandenen finanziellen Mitteln, vom fachlichen Know-how und von der Zeit, die für die Erarbeitung der Erkenntnisse zu Verfügung steht. Die Problematik ist je nach Prozess unterschiedlich, besonders gross aber beim Zusammenspiel von unterschiedlichen (schon für sich alleine komplizierten) Prozessarten.

Grenzen der Prognose:

Je besser das Prozessverständnis ist, desto klarer können lang- und kurzfristige Prognosen gemacht werden. Die Erkennung des *Gefahrenpotentials* ist mit Unsicherheiten behaftet. Gefahrenprozesse sind nie mit letzter Sicherheit vorhersehbar. Dennoch wurde die Grenze der Vorhersehbarkeit für einige Gefahrenarten in den letzten Jahren erheblich erweitert. Namentlich gilt das für die gravita-

tiven Naturgefahren Lawinen, Sturzprozesse, Massenbewegungen und Hochwasser. Methodische (Kalkulationsmodelle) und technische (EDV) Hilfsmittel ermöglichen eine heute wesentlich bessere Vorhersage von potentiellen Naturereignissen.

Schlüsselkriterien:

Bei den kurzfristigen Prognosen (Frühwarnung, Notfallplanung) sind eine Palette von Schlüsselkriterien und Kenntnisse über deren zeitliche Entwicklung notwendig, um die Unsicherheiten bei der Entscheidungsfindung einzugrenzen. Zusätzlich braucht es viel Erfahrung der Entscheidungsträger vor Ort, um gemeinsam die notwendigen Notfallmassnahmen festzulegen. Neben den Schlüsselkriterien wird auch die Intuition immer einen gewissen Anteil an der Entscheidung tragen (vgl. Kap. 3).

Grenzen im Umgang mit der Grossrutschung Sörenberg:

Das Gesagte gilt ganz besonders bei einem derart grossräumigen und komplexen Phänomen, wie es die Rutschungen und Murgänge in Sörenberg darstellen. Das *hydrologische Verhalten* der Sackungsmasse oberhalb Sörenberg wurde beispielsweise lange Zeit mit dem Verhalten eines «Schwammes» verglichen. Bohrungen widerlegten diese Annahme: Der Hochwasserspiegel im Rutschhang reagiert nicht homogen, sondern sehr unterschiedlich. Für die Verbesserung des Prozessverständnisses ist eine möglichst gute und umfassende Dokumentation des Naturereignisses sofort nach dessen Eintreten notwendig.

Erfahrungsaustausch unter ausgewiesenen Experten und eine breite fachliche Weiterbildung helfen, die Grenzen der Risiko-Analyse zu erweitern. Im Fall der Rutschung Sörenberg wurde eine *Niederschlagsmenge von 900 mm/6 Monate als Schlüsselkriterium* festgelegt. Dies war eine einfach zu handhabende Annäherung. Das System reagiert nur auf langfristige Extremsituationen. Alle Ereignisse standen in Verbindung mit starker Schneeschmelze. Es gibt keine genauen Erkenntnisse, wie viel der 900 mm Niederschlag netto in den Boden gelangte. Alle bedeutenden Ereignisse ereigneten sich im Frühling bis Frühsommer.

Grenzen des Erdbebenschutzes:

Die Grenzen des Erdbebenschutzes folgen grundsätzlich den gleichen Prinzipien, wie sie in Kapitel 2 für den technischen Hochwasserschutz aufgezeigt sind. Das Hauptziel des Erdbebenschutzes, d.h. Schutz von Menschenleben und Schutz vor Verletzungen, kann durch eine erdbebensichere Bauweise erreicht werden. Die Erdbebeneinwirkungen hängen von der Wiederkehrperiode des Bemessungsbebens, der Erdbebenzone, der maximalen Bodenbeschleunigung, der Erdbebendauer, den lokalen Untergrundsverhältnissen und der Form des Antwortspektrums ab, wobei diese Faktoren miteinander verknüpft sind. Der Schweizerischen Norm SIA 261 (Ausgabe 2003) liegt für Neubauten ein Bemessungsbeben mit einer mittleren Wiederkehrperiode von 475 Jahren zugrunde. Bei Neubauten ist erdbebentaugliches Bauen relativ einfach und verursacht nur geringe Mehraufwendungen. Halten sich Bauherr, Architekt und Bauin-

genieur schon in der Planungsphase an die Norm SIA 261, belaufen sich die Mehrkosten in der Regel auf weniger als 1% der Rohbaukosten.

Um das Erdbebenrisiko in der Schweiz effizient zu verringern, müssen nicht nur die Neubauten nach dem heutigen Stand der Technik gegen Erdbeben ausgelegt werden, auch bestehende Bauwerke müssen sukzessive verstärkt werden. Für bestehende Bauten gilt ab Herbst 2004 das neue Merkblatt SIA 2018 als Grundlage für die Überprüfung und den Entscheid über Massnahmen. Bestehende Bauten, bei denen die Kosten für die Erdbebensicherung je nach Bauobjekt und Erdbebenzone 2% bis 10% (maximal 20%) des Verkehrswerts betragen, erfordern über mehrere Jahrzehnte Massnahmen nach Prioritäten.

Grenzen der Ermittlung eines Schadens:

Ähnlich grosse Einschränkungen wie bei der Gefahrenabklärung bestehen bei der Schaden-Analyse. Dabei bietet schon der Schadensbegriff ernsthafte Probleme: Welche Schäden sind zu berücksichtigen? Nur die Todesfälle und die Sachschäden? Oder auch Verletzte, psychisch Geschädigte, Umweltschäden? Mit welchen Indikatoren können Schäden beschrieben werden? Die Ermittlung eines Schadens kann eigentlich nie für sich alleine erfolgen, sondern immer im Kontext mit dem Nutzen (inkl. z.B. auch der Entschädigung in einem Schadenfall), der mit einem riskanten Vorgang verbunden ist (**SEILER**, 1995:5 und 39). Die Empfindung von *Schaden* und *Nutzen* ist dabei unter Umständen sehr relativ und subjektiv (**SEILER**, 1995:6). Stellt eine Schlammlawine für einen betroffenen Grundeigentümer vor allem

einen Schaden dar, verhilft sie einem örtlichen Bauunternehmer zu Arbeit und Einkommen und mag von diesem gar als Nutzen empfunden werden.

Risiko-Analyse – ein Verfahren mit vielen Grenzen: Zur Risiko-Analyse bestehen zahlreiche methodische Ansätze, welche sich bisher in der Praxis eher zaghaft durchgesetzt haben. Die hauptsächlichen Bedenken liegen bei Unsicherheiten in der Systemabgrenzung, den oben bereits erwähnten Datenengenauigkeiten und in der schwierigen Beschaffung von Datengrundlagen auf Prozess- und Schadenpotenzialseite, vor allem bei den erwarteten Schäden (Vulnerabilität). Dies gilt besonders auch, wenn indirekte Kosten – z.B. die Folgen der Unterbrechung einer Verkehrsachse oder eines Betriebes – zu berücksichtigen sind. Aufwändige Berechnungen mit grossem EDV-Einsatz setzen weitere Grenzen bei der Durchführung von Risikoanalysen, weil sie im Extremfall Kosten verursachen können, die in einem ungünstigen Verhältnis zum erwarteten Schaden stehen.

Offene Kommunikation der Unsicherheiten: Unsicherheiten und fachliche Grenzen müssen von den Experten transparent kommuniziert werden. Diese Kommunikation ist umso wichtiger, je grössere Unsicherheiten bestehen. Besonders wichtig ist sie dort, wo an die Eigenverantwortung jedes Einzelnen appelliert wird (vgl. Kapitel 4).

6.2 Grenzen der Risikobewertung

Die Risikobewertung ist kein mathematisch/naturwissenschaftlich exakter Prozess. Grenzen sind

in diesem Bereich des Risiko-Konzeptes besonders spürbar.

Was passieren darf, wird in *Schutzziele* umschrieben. Schutzziele stellen oft einen innergesellschaftlichen Konflikt dar, ja sogar einen In-Sich-Konflikt jedes einzelnen Menschen zwischen Sicherheitsbedürfnis und Nutzung der Vorteile risikobehafteter Tätigkeiten (z.B. Ferienhaus an schöner Lage, welche aber lawinengefährdet ist) (**SEILER, 1995:118f**). Es ist daher schwierig, ja vielleicht sogar unmöglich, die Frage des akzeptierbaren Risikos in einem allgemeingültigen rechtlichen Erlass, namentlich einem Gesetz, zu regeln (vgl. auch Kapitel 2 und **SEILER, 1995:10**).

Dennoch bestehen pragmatische Regeln und Vorgaben zur Bewertung von Risiken. Für Risiken einer einzelnen bestimmten Person (individuelles Risiko) werden Schutzziele in Form von Sicherheits-Grenzwerten beschrieben. Ein wichtiger Aspekt bei der Bemessung der Schutzziele ist der *Grad der Freiwilligkeit und Selbstbestimmung*, mit der ein Risiko eingegangen wird. In der heute üblichen Risikobewertung wird die Freiwilligkeit in vier Kategorien zwischen vollständig freiwilligen (z.B. Risiko eines Variantenskifahrers) und unfreiwilligen (z.B. Brandrisiken in Wohnhäusern) dargestellt (**MERZ et al., 1995**). Je nach Freiwilligkeitsklasse liegen die akzeptierbaren individuellen Todesfallrisiken zwischen 10^{-5} und 10^{-2} pro Jahr. Das Schutzziel für Kollektivrisiken (also Risiken für eine Gruppe von Personen) wird als Kostenwirksamkeitskriterium für risikomindernde Massnahmen (Festlegung des Grenzkostenwertes) beschrieben, welches – wiederum abgestuft nach

Freiwilligkeitsklassen – zwischen 1–20 Mio. Franken pro verhindertem Todesfall liegt (**SEILER**, 2000). Neben diesen quantitativen Angaben sind im Bereich von Naturgefahren qualitative oder semiquantitative Schutzzielmatrixen verbreitet, welche beispielsweise umschreiben, welche Intensitäten eines Gefahrenprozesses für welche Arten von gefährdeten Objekten noch «zulässig» sind (vgl. z.B. **BORTER**, 1999).

Grosse Wissenslücken bestehen im Umgang mit der *Risikoaversion*. Die Aversion – auch bezeichnet als fehlende Bereitschaft, ein Risiko zu akzeptieren (**LOAT** und **MEIER**, 2003) – stellt gewisse Risiken schlimmer dar, als dies rein rechnerisch eigentlich der Fall wäre (vgl. z.B. **SEILER**, 1995: 88). Die Aversion nimmt dabei oft eine Stellvertreterfunktion für Schäden ein, die bei der rechnerischen Risikoanalyse nicht berücksichtigt werden können, wie z.B. indirekte Schäden für eine Tourismusdestination, welche, nachdem dort Menschen bei einem Naturereignis zu Schaden gekommen sind, aus Furcht gemieden wird. Wie weit nun grosse Naturkatastrophen zusätzlich mit einem Aversionsfaktor höher bewertet werden müssen, ist nicht geklärt.

Grenzen ergeben sich auch in der *unterschiedlichen Bewertung von Risiken in Teilen der Gesellschaft und in der Zeit*. Gewisse Risiken sind zwar von Experten erkannt, aber gesellschaftlich/politisch ist der nötige Wille zur Risikominimierung nicht vorhanden. So entwickelten Experten und Bewohner im Fall von Sörenberg eine sehr unterschiedliche Sicht der Dinge und Gewichtung der Probleme. Die Erfahrung von Ereignissen und die

eigene Interessenslage spielen eine wichtige Rolle: Angesichts eines eingetretenen Ereignisses oder angesichts einer realen akuten Bedrohungslage ist man (eine Zeit lang) bereit, sehr viel in die Minimierung eines bestimmten Risikos zu investieren. Mit zunehmender räumlicher und zeitlicher Entfernung sowie mit zunehmender Beeinträchtigung der eigenen übrigen Interessen sinkt diese Bereitschaft. Besonders deutlich zeigt sich diese Diskrepanz am Beispiel Erdbeben. Obwohl allgemein bekannt ist, dass bei einem sehr seltenen grossen Ereignis riesige Schäden zu erwarten sind, fehlt die Bereitschaft zu entsprechender Vorsorge, auf individueller, aber auch auf politischer Ebene, zur Zeit weitgehend.

6.3 Grenzen des Risikomanagements

Für die Minimierung von Risiken bestehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten (**PLANAT**, 2002):

- Risikovermeidung (Prävention)
- Risikoverminderung (Prävention, Intervention und Wiederinstandstellung)
- Risikoüberwälzung (Versicherung)
- Risiko selber tragen (Eigenverantwortung)

Unter den Einschränkungen des Risikomanagements sind die *finanziellen Grenzen* am offensichtlichsten. Sicherheit (vor Naturgefahren) ist nur eines von vielen gesellschaftlichen Bedürfnissen und Zielen, die durch grundsätzlich immer beschränkte öffentliche und private Mittel abgedeckt sein wollen. Die Tatsache, dass Entscheidungsträger, Finanzierer und Risikobetroffene oft

nicht identisch sind, führt häufig zu Konflikten um den Einsatz der knappen Finanzmittel.

Abgesehen von der Knappheit finanzieller Mittel bestehen auch *technologische Grenzen*. Gewisse Risiken wie etwa Bergstürze oder tiefgründige Rutschungen wie im Fallbeispiel Sörenberg lassen sich mit technischen Mitteln kaum beeinflussen. Zur Wirksamkeit und zu den langfristigen Effekten einzelner Massnahmen und Methoden fehlen häufig die Kenntnisse. Als Konsequenz wird in Entscheidungsprozessen diejenige Alternative ausgewählt, mit der man am besten vertraut ist.

An Grenzen stösst das Risikomanagement auch bei Interessenkonflikten zwischen Sicherheit und anderen gesellschaftlichen Zielen. Technische Massnahmen wirken sich manchmal negativ auf Natur und Landschaft aus. Solche Beeinträchtigungen sind nicht beliebig möglich. Dem Risikomanagement sind auch *ökologische Grenzen* gesetzt. Wenn aus gesellschaftlichen Gründen weniger (z.B. beim Schutz vor Erdbeben) oder manchmal auch mehr getan wird, als aus einer Risikoperspektive angemessen erscheint, stösst das Konzept an seine sozialen Grenzen.

7. Risikomanagement im Kanton Obwalden

Der Kanton Obwalden versucht sich in seinem Umgang mit Naturgefahren so weit als möglich und sinnvoll am Risikokonzept zu orientieren. Aufgrund der in den vorangehenden Erläuterungen dargestellten Grenzen dieses Konzepts sind die Differenzen zwischen dem theoretischen Modell und den nachfolgend dargestellten pragmatischen Lösungen oft

beträchtlich. Die Darstellung dieser Differenzen bildet die Grundlage für den Ausblick in Kapitel 9.

Ausgedehnte Gebiete im Nordwesten Obwaldens liegen in der geologischen Formation des Flysch. Diese Gesteine verwittern zu sehr wasserundurchlässigen und rutschgefährlichen Böden. Der südliche und östliche Kantonsteil liegt im Kalkgebiet und ist steil, hat also abgesehen von den Talebenen alpinen Charakter. Die geographische Lage am Alpennordhang ist geprägt von viel Niederschlag. Heftige Sommergewitter sind häufig.

Diese geologische, topographische und klimatische Ausgangslage führt dazu, dass im Kantonsgebiet von Obwalden ein gutes Dutzend mittlere und grosse Wildbäche liegen, die zusammen mit weiteren etwa 60 kleineren Gerinnen Siedlungen, Verkehrswege und Kulturland bedrohen. Die Wildbachgefahr stellt denn auch die bedeutendste Gefahr für Obwalden dar. Im Jahr 1997, dem schadenreichsten Jahr der letzten Jahrzehnte, verursachten Wildbäche im Kanton Obwalden Schäden von ca. 140 Mio. Franken.

Entlang von Verkehrs wegen und vereinzelt oberhalb von Siedlungen, bestehen aufgrund der Steilheit und des Felsgefüges auch Steinschlag gefahren, so beispielsweise entlang der Brünigstrasse oder entlang der Strasse Grafenort – Engelberg, sowie oberhalb einiger Siedlungsgebiete vor allem in Engelberg und Lungern.

In den Gemeinden Engelberg, Lungern, Giswil, Kerns und Alpnach bedrohen Lawinen aus etwa 25 Lawinenzügen Siedlungen und Verkehrswege.

Im Jahr 2003 führte das Amt für Wald und Landschaft als Grundlage für das Leitbild Bevölke-

Abb. 8
Aufwendungen zur Sicherheit des Lebensraumes OW
(Quelle: Staatsrechnungen und Amtsberichte)

rungsschutz Obwalden eine Grobanalyse der Naturrisiken in Gebieten mit hoher und mittlerer Gefährdung durch, welche unten stehendes Bild ergaben.

Das Hauptgewicht des Risikomanagements lag in der Vergangenheit bei den baulichen Massnahmen. In den 10 Jahren zwischen 1993 und 2002 wurden im Kanton Obwalden die in Abb. 8 dargestellten Aufwendungen zur Sicherheit des Lebensraumes getätigt.

Nach der Einführung des neuen Wald- und Wasserbaugesetzes wurden seit 1994 systematische Abklärungen der Gefahren und Risiken durchgeführt und umgesetzt:

- Der seit 1994 über alle Gemeinden erstellte Ereigniskataster für Lawinen, Sturzprozesse, Rutschungen und Wildbachprozesse sowie Überschwemmungen umfasst über 2'000 Natur- und Schadenereignisse der letzten drei Jahrhunderte und wird seither systematisch nachgeführt.
- Die Kartierung der Lawinen-, Sturz-, Rutsch- und Wassergefahren im Massstab 1:5'000 bis

1:10'000 wurde im Jahr 2004 über alle Gemeinden Obwaldens abgeschlossen.

- In drei der sieben Obwaldner Gemeinden sind diese Gefahrenkarten bereits parzellenscharf in der Ortsplanung umgesetzt. Bei der Beurteilung von Baugesuchen setzen die Fachstellen der Gemeinden und des Kantons die Gefahrenkarten seit ihrer Erstellung ein.
- Zur Ermittlung der Risiken wurde 2004 ein Projekt lanciert, welches bis Ende 2005 für das gesamte Kantonsgebiet detaillierten Aufschluss geben soll über Lage und Ausdehnung der vorhandenen Risiken und Schutzdefizite sowie über die mutmasslichen direkten Risiken pro Gefahrenprozess, pro Gemeinde und pro Gefahrenquelle.
- Zur Verbesserung der baulichen Berücksichtigung der seismischen Gefahren wird in den Jahren 2004 und 2005 eine Karte der Baugrundklassen über die am stärksten besiedelten Gebiete erstellt (seismische Mikrozonierung).

Alle diese Arbeiten stellen wichtige Grundlagen für ein zukünftiges Risikomanagement dar. Aller-

| Gefahrenprozess | Einheit | Lawinen | Sturz | Wildbäche Hangmuren | Total |
|-------------------------------------|---------|---------|-------|------------------------|-------|
| Gebäude im stark gefährdeten Gebiet | Stk. | 83 | 45 | 80 | 208 |
| Gemäude im mittelstark gef. Gebiet | Stk. | 303 | 103 | 620 | 1026 |
| Nationalstrassen im Gefahrengebiet | km | 0.8 | 3.5 | 3.5 | 6.8 |
| Übrige Strassen im Gefahrengebiet | km | 6.2 | 20.5 | 20.5 | 35.9 |
| SBB Brüniglinie im Gefahrengebiet | km | 0.9 | 4.7 | 4.7 | 7.2 |

Tabelle 2

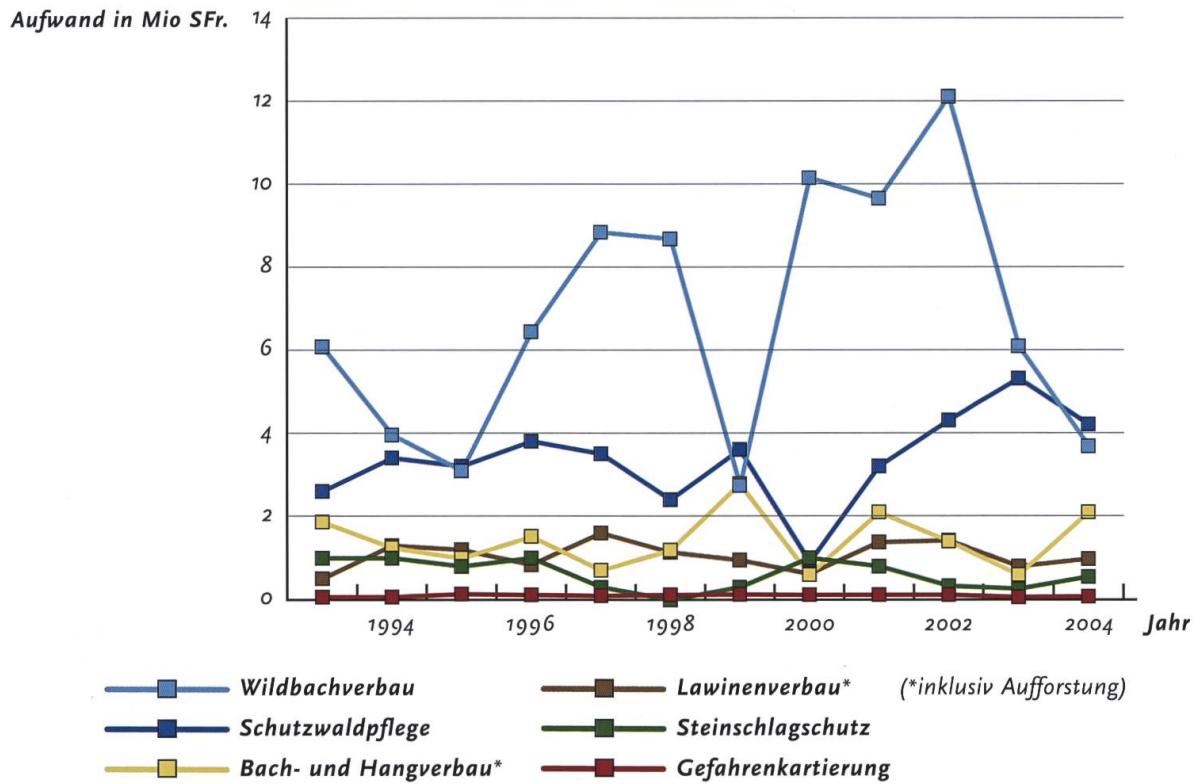


Abb. 8

dings müssen dazu noch verschiedene der in den vorangehenden Kapiteln dargelegten Grenzen verschoben oder zumindest klar lokalisiert werden können. Die Definition der Grenzen des Risikokonzepts ist die Grundlage dafür, dass wichtige Aspekte der Entscheidungsfindung, welche nicht sinnvoll integriert werden können, auf andere Art und Weise berücksichtigt werden können.

8. Grenzen im Umgang mit Naturrisiken in anderen Kulturen

Markus Zimmermann

Grenzen sind etwas Subjektives, sieht man von kaum überwindbaren politischen Grenz(zäun)en in einigen Weltgegenden ab. Normalerweise haben wir eine gewisse Vorstellung, wie etwas sein sollte oder funktionieren müsste. Können wir das nicht erreichen, interpretieren wir eine Grenze. Beim Umgang mit Naturrisiken ist dies nicht anders. Gerade in diesem Zusammenhang ist es denn auch sinnvoller von Naturrisiken als von Naturgefahren zu spre-

chen. Während Naturgefahren noch einigermassen «objektiv» bewertbar sind, kann dies von den Risiken nicht mehr behauptet werden. Deren Erfassen (wahrnehmen, bewerten, einordnen) und der Umgang mit ihnen hängt sehr stark vom lokalen Kontext ab. Dieser ist in anderen Kulturen oftmals ein ganz anderer, nicht nur bezüglich der kulturellen (sensu stricto) Verhältnisse sondern vor allem auch im Vergleich mit den sozioökonomischen, sozialen und politischen Bedingungen. In jeder Kultur wird mit Naturrisiken umgegangen. Die Frage stellt sich dabei, wie dieser Umgang erfolgt. Dabei können Grenzen aus unserer Sicht ganz wo anders liegen als Grenzen, welche von den lokal Beteiligten wahrgenommen werden. Dass Naturrisiken und in der Folge Naturkatastrophen ein wesentliches Thema in vielen Kulturen sind, wissen wir leider nicht erst seit dem Tsunami vom 26. Dezember 2004. Dieser hat uns aber die Verletzbarkeit von einzelnen «Kulturen» drastisch vor Augen geführt.

Naturkatastrophen haben in den letzten zehn Jahren weltweit etwa 600'000 Todesopfer gefordert,

das Leben von ca. 2 Milliarden Menschen auf irgendeine Art beeinträchtigt und ökonomische Schäden von etwa US\$ 700 Milliarden verursacht. Die ökonomischen Schäden durch Naturkatastrophen übersteigen in vielen Entwicklungsländern die Beiträge der internationalen Zusammenarbeit, in einigen Fällen sogar das Bruttoinlandprodukt (BIP) des betreffenden Jahres. Bezuglich Betroffener und Schäden weisen die Zahlen weltweit, besonders seit Mitte der 1980-er Jahre, eindeutig aufwärts, die Zahl der Todesopfer ist dagegen stabil geblieben (ca. 60'000 – 70'000). Wie das Seebeben vom 26. Dezember 2004 allerdings lehrt, kann ein einzelnes Ereignis ein Vielfaches der mittleren jährlichen Opferzahl und Schäden verursachen. Die zunehmende Verletzbarkeit der Gesellschaft (physische, soziale, ökonomische Vulnerabilität) ist eine wesentliche Ursache des massiven Anstiegs von Betroffenen und Schäden. Aber auch veränderte Umweltbedingungen wie Klimawandel und Klimavariation oder die

Abholzung von grossen Gebieten tragen zum veränderten Katastrophen-Umfeld bei. Entwicklungsbanken und Versicherungsgesellschaften, letztere für die markant zunehmenden ökonomischen Schäden in den entwickelten Ländern, sind sehr besorgt über diese Trends. Für humanitäre und Entwicklungsorganisationen stellen sie eine grosse Herausforderung dar, insbesondere weil häufig die Ärmsten der Armen von den negativen Folgen solcher Ereignisse besonders stark betroffen sind.

Regenerationsfähigkeit: Ökonomische Vulnerabilität

Die Regenerationsfähigkeit einer Gesellschaft oder Gemeinschaft (Familie, Gemeinde, Staat) sagt etwas aus über deren Fähigkeit, mit Naturrisiken, und insbesondere mit den Folgen von Naturkatastrophen umzugehen. Sie ist damit ein Mass für die ökonomische Verletzbarkeit. Eine einfache Zusammenstellung zeigt, dass zwischen

| Land/Region | Katastrophe | Anz. Tote | Ökonom. Schäden | BIP* | Schäden/BIP |
|-------------|-----------------------|-----------|-----------------|-------------|-------------|
| Tajikistan | Überschwemmung 1992 | 1350 | \$ 0.3 Mia | \$ 0.3 Mia | 1.03 |
| Honduras | Hurrikan Mitch 1998 | 7000 | \$ 4.0 Mia | \$ 5.0 Mia | 0.80 |
| El Salvador | Erdbeben 2001 | >1000 | \$ 1.3 Mia | \$ 13.2 Mia | 0.10 |
| Wallis | Überschwemmung 2000 | 16 | CHF 0.47 Mia | CHF 9.3 Mia | 0.05 |
| Venezuela | Murgänge 1999 | 23000 | \$ 3.5 Mia | \$ 105 Mia | 0.03 |
| Japan | Erdbeben Kobe 1995 | 6300 | \$ 130 Mia | \$ 3300 Mia | 0.04 |
| Schweiz | Überschwemmungen 1987 | 8 | CHF 1.3 Mia | CHF 268 Mia | 0.005 |
| Schweiz | Sturm Lothar 1999 | 14 | CHF 1.8 Mia | CHF 389 Mia | 0.005 |
| Deutschland | Überschwemmungen 2002 | 32 | € 9.2 Mia | € 2125 Mia | 0.004 |

Tabelle 3

*BIP: Bruttoinlandprodukt für das betreffende Jahr, kaufkraftbereinigt

den einzelnen Kulturen (Ländern) bei der ökonomischen Regenerationsfähigkeit gewaltige Unterschiede bestehen:

Die bislang teuerste Naturkatastrophe, das Erdbeben von Kobe vom 17. Januar 1995, hat mit Schäden von \$ 90 – 150 Mia (je nach Zeitpunkt der Betrachtung und den verschiedenen Faktoren, die in die Rechnung eingeflossen sind), die japanische Wirtschaft etwa 4% gekostet. Die ökonomischen Schäden beliefen sich in Honduras nach dem Hurrikan Mitch (Oktober 1998) «nur» auf etwa \$ 4 Mia. Dieser 30 mal kleinere Betrag als in Kobe bedeutet allerdings für Honduras eine wirtschaftliche Belastung, die etwa 80% des damaligen Bruttoinlandprodukts ausmacht. Zudem muss man davon ausgehen, dass in der Gesamtschadenzahl wohl ein grosser Teil der privaten ökonomischen Verluste nicht enthalten sind. Für die Schweiz sind so genannte Jahrhundertereignisse, welche grössere Landesteile gleichzeitig erfassen, wie z.B. der Sturm Lothar, gesamtwirtschaftlich von minimaler Bedeutung. Sowohl Lothar als auch die Gesamtschäden der 1987-er Überschwemmungen haben je nur etwa ein halbes Prozent der damaligen wirtschaftlichen Leistung ausgemacht. Diese Leistungsfähigkeit, bzw. das Unvermögen Mittel bereit zu halten, setzt bei der Bewältigung von Naturkatastrophen ganz wesentliche Grenzen. In den weniger entwickelten Ländern kann eine Katastrophe einen wirtschaftlichen Rückschritt von vielen Jahren bedeuten. In diesem Zusammenhang gilt allerdings zu beachten, dass durch die (internationale) Solidarität umfangreiche Mittel in die betroffenen Regionen

fliessen können und diese Verluste teilweise wieder kompensieren. Dies zeigte sich besonders eindrücklich in den vom Tsunami (Dezember 2004) betroffenen Ländern rund um den indischen Ozean – aber auch im von den Überschwemmungen heimgesuchten Puschlav (Juli und August 1987).

Intervention – vielerorts immer noch Ton angebend

Ein integraler Ansatz zum Umgang mit Naturrisiken beinhaltet die drei Mechanismen «Vorbeugung (Prävention), Bewältigung (Intervention), Wiederinstandstellung (Regeneration)». Diese sollen zur Reduktion von Naturrisiken gleichermaßen berücksichtigt werden, wie dies z.B. in der neuen Strategie «Sicherheit vor Naturgefahren» der PLANAT definiert ist (www.planat.ch). Mit vorbeugenden und vorsorglichen Massnahmen wird das Funktionieren dieser drei Mechanismen gewährleistet. In vielen Kulturen, insbesondere auch in den post-sowjetischen, liegt allerdings der Schwerpunkt eindeutig auf der Intervention (Response). Mit der Konzentration auf die unmittelbare Schadenbewältigung werden durch die Regierungen verschiedene Ziele anvisiert, welche nicht immer nur die reine Nothilfe als Zweck haben:

- Das Retten, das Bergen und das Gewähren von Überlebenshilfe und die Rehabilitation der wichtigsten Infrastrukturen läuft in den meisten Kulturen ähnlich ab. Der Einsatz von Rettungseinheiten (oft gleichbedeutend mit der Armee) und die Verteilung von Hilfsgütern sind häufig gut vorbereitet. Wenn die Armee oder parami-

litärische Einheiten diese Aufgabe übernehmen (in den Staaten der Ex-Sowjetunion beispielsweise die jeweiligen Nachfolgeorganisationen der EMERCOM, in den lateinamerikanischen Staaten die Defensa Civil), kann die Hilfe sogar effizient sein. Nach der ersten, unmittelbaren Hilfe ist aber meistens Schluss. Die längerfristige Unterstützung der Leute basiert auf anderen Organisationen, wie z.B. Rotkreuz- oder Rothalbmondgesellschaften oder nationalen und vor allem internationalen NGOs. Manchmal (leider viel zu häufig) passiert nach der Nothilfe aber gar nichts mehr.

- Die Intervention ist für eine Regierung eine gute Möglichkeit, sich zu profilieren. Sie kann als politische PR-Aktion angesehen werden und ist deshalb für Politiker attraktiv (dies betrifft meistens nur die unmittelbare Nothilfe). Präsident Fidel Ramos (Philippinen, 1992 – 1998) hat die durch Lahars (vulkanische Schlammströme) verwüsteten Gegenden um den Mt. Pinatubo immer wieder als politische Bühne verwendet, um sich in Szene zu setzen.
- In vielen zentralistisch regierten Ländern wird mit der Nothilfe auch direkt Politik gemacht. So erhalten jene Bevölkerungsgruppen in Tajikistan, welche die Opposition während des Bürgerkriegs (1993 – 1997) unterstützt haben, deutlich schleppender oder gar keine Nothilfe; diejenigen, welche die Machthabenden damals unterstützten, werden in Krisenzeiten dafür belohnt. In einem anderen Fall, auch in Tajikistan, wurde ein Dorf vollständig evakuiert, bzw. umgesiedelt: Ein Murgang (Gletscherseeaus-

bruch) hatte Teile des Dorfes verwüstet, 28 Personen kamen um und 150 wurden obdachlos. Die Regierung nahm dieses Ereignis zum Anlass, sämtliche 350 Personen des Dorfes umzusiedeln (aus einem Hochgebirgstal in eine heisse und Malaria verseuchte Tiefebene an der Grenze zu Afghanistan). Ziel war es, aus geopolitischen Gründen (Leute an einer sensiblen Grenze), aber auch aus wirtschaftlichen Gründen (geplante Baumwollplantagen) mehr Leute in dieser Gegend zu haben. Als Vorwand für die Zwangsumsiedlung wurden die Naturrisiken herangezogen.

Die Nothilfe ist auch im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit immer noch mit Abstand die wichtigste Form der bi- und multilateralen Hilfe. Man geht davon aus, dass etwa 90% der Aufwendungen in die Nothilfe und den unmittelbaren Wiederaufbau fliessen, aber nur etwa 10% in die Entwicklung und die Prävention. Für die direkte Nothilfe allein (ohne Wiederaufbau) nach dem Erdbeben in Gujarat (Indien, 2001) hat die internationale Staatengemeinschaft USD 117 Millionen aufgewendet.

Bewusstsein und Kenntnis

Das Wissen sowie ein breites Bewusstsein um Gefahren und Risiken sind Grundvoraussetzungen für einen effektiven und effizienten Umgang mit Naturrisiken. In der Schweiz sind heute Methoden und Instrumentarien vorhanden, welche die Analyse und Darstellung von Gefahren (teilweise auch von Risiken) in verschiedenen Massstäben erlauben. Damit stehen Grundlagen

Abb. 9
Die chinesische Zeichenfolge Wei-ji steht für «Bedrohung, Risiko».



Abb. 9

für die weitere Entscheidungsfindung zur Verfügung. Dazu sind auch Gesetze vorhanden, welche zumindest teilweise die Umsetzung der Gefahreninformation ermöglichen (Siedlungsplanung). In Japan beispielsweise werden auch Gefahrenkarten in detaillierterem Massstab erstellt. Diese dienen jedoch primär der Notfallplanung. Eine Siedlungsplanung, welche Naturgefahren berücksichtigt, ist vollständig unbekannt; von Gesetzes wegen kann jeder dort bauen, wo ihm Land zur Verfügung steht. Der Staat ist dann dafür verantwortlich, oftmals mit einem enormen Aufwand, eine angemessene Sicherheit mit baulichen Massnahmen zu gewährleisten. Im Gegensatz dazu sind die Japaner Weltmeister in der Bewusstseinsbildung. In vielen Städten gibt es eigentliche «Katastrophenpräventions-Museen» oder «Erlebnisparks», in denen den Besuchern Ursachen und Wirkung von Naturereignissen hautnah vorgeführt werden, teilweise mit einer Technik, welche den Unterschied zwischen Fiktion und Realität zum Verschwinden bringt.

Eine vollständig unterschiedliche Entwicklung bezüglich des Umgangs mit Naturgefahren und -risiken besteht zwischen den beiden zentralamerikanischen Staaten Honduras und Nicaragua. Nach dem Hurrikan Mitch hat die Regierung von Nicaragua grosse Anstrengungen unternommen (u. a. mit Schweizer Hilfe), mittels einer neuen Gesetzgebung und verschiedenen konkreten Massnahmen, Risiken in Zukunft besser zu erkennen und zu bewältigen. Ein Schwerpunkt war dabei die Bewusstseinsbildung innerhalb der nationalen Verwaltung und in den Gemeinden. Im

Gegensatz dazu hat sich in Honduras das Bewusstsein für einen besseren Umgang mit Naturrisiken innerhalb von etwa 5 Jahren nach dem Mitch mehr oder weniger vollständig verflüchtigt. Heute besteht für die Vorbeugung und Vorsorge praktisch kein Interesse mehr, trotz internationaler Unterstützung. Was diesen Unterschied in der Wahrnehmung und der Kenntnis von Gefahren und Risiken in diesen beiden Ländern erklärt, ist nicht bekannt.

Wahrnehmung und Wertung von Risiken – mehr Sichtweise denn Grenze

Das Bewerten von Naturrisiken, der Vergleich mit anderen Risiken (z.B. Gesundheit) und letztlich das Abwägen von Risiken mit Opportunitäten an einem bestimmten Ort ist von sehr verschiedenen Faktoren geprägt. In wie weit das generelle Umfeld (z.B. sozioökonomische Rahmenbedingungen) oder eigentliche kulturelle Unterschiede (z.B. Religion, Lebensweise) für einen unterschiedlichen Umgang mit Risiken verantwortlich sind, lässt sich nicht ohne weiteres auseinander halten. So wird beispielsweise bei uns der Begriff «Risiko» oft gleichgesetzt mit Gefahr und Schaden, insbesondere wenn wir von Naturrisiken sprechen. Die im Prinzip auch bei uns vorhandene Doppeldeutigkeit des Wortes Risiko – Ereignis kann positiv ausgehen (Chance) bzw. Ereignis kann negativ ausgehen (Schaden) – zeigt sich z.B. in China direkt durch die Zeichenfolge Wei-ji: Die Zeichenfolge steht für «Bedrohung, Risiko», wobei sie aus den Zeichen Gefahr und Möglichkeit zusammengesetzt ist (Abb. 9).

Risiken durch Naturereignisse werden oftmals bewusst in Kauf genommen, wenn an einem bestimmten Ort die Opportunität, d.h. ein ökonomisch kurzfristiger Nutzen über den möglichen Verlust durch das Naturereignis gestellt wird. Eine solche unterschiedliche Wahrnehmung und Einschätzung lässt sich an einem Beispiel in Honduras zeigen: In Tegucigalpa, Hauptstadt von Honduras, ist die Armsiedlung Colonia Betania (in einer Flussschlaufe des Rio Choluteca), während des Hochwassers im Oktober 1998 vollständig zerstört worden, jedoch ohne menschliche Verluste. Ein westliches Hilfswerk hat für die betroffenen Familien in ca. 30 km Entfernung eine einfache und «hübsche» Ersatzsiedlung (Nueva España) mit stabilen Häusern aufgebaut. Aus der Sicht des Hilfswerks waren die Risiken in Colonia Betania einfach zu gross. Dort sollte an Stelle einer Siedlung ein Park entstehen; die Stadtverwaltung hätte jedes weitere Siedeln verbieten sollen. Aus der Sicht der Stadtverwaltung war dieses Ansinnen vollständig undurchführbar, da noch viele weitere ähnliche Siedlungsstandorte in der Stadt bestehen, bei denen gleich hätte vorgegangen werden müssen. Und ein solches Siedlungsverbot durchzusetzen, ist unter den gegebenen Umständen kaum möglich. Aus der Sicht der Betroffenen bestanden bezüglich des Hochwasserrisikos aber gar keine Bedenken. Vielmehr waren die Möglichkeiten, die dieser Ort bot (Nähe zu zentralen Dienstleistungen, zu Schulen, zu sozialen Netzwerken) weit wichtiger, als die Möglichkeit vielleicht wieder einmal alles zu verlieren. Das tägliche Busbillett für die 30 km Fahrt in die

Stadt war schlicht zu teuer und das Umfeld in Nueva España einer sozialen Integration kaum förderlich. Wie sich im Nachhinein herausstellte, besteht für den Flecken Colonia Betania erst ab einem 50-jährlichen, vermutlich sogar erst ab einem 100-jährlichen Ereignis überhaupt ein Hochwasserrisiko. Aus der Sicht des Gefahrenspezialisten, welcher erst viel später die Umsiedlung hätte rechtfertigen sollen, war eine solche Auftretenswahrscheinlichkeit deutlich zu klein, bzw. auch zu unsicher, um eine Umsiedlung vorzunehmen. Als Rechtfertigung für die Umsiedlung wurde letztlich das Gesundheitsrisiko zu Hilfe genommen, welches vom sehr stark verschmutzten Rio Choluteca ausgehen soll. Die Flussschlaufe ist heute wieder mit Bretterhütten überbaut. Wie und von wem heute Nueva España genutzt ist, ist nicht bekannt.

Armut

Die Frage des tagtäglichen Überlebens braucht in vielen Gesellschaften sehr viel Kraft und Aufwand. Die Sorge um die unmittelbare Verfügbarkeit der lebenswichtigen Grundlagen (Nahrung, Kleidung, ein Dach über dem Kopf) verhindert eine Auseinandersetzung mit einem möglichen Schaden in näherer oder weiterer Ferne. Für die Familie ist entscheidend, was sie am nächsten Tag essen kann, dass die Kinder eine Schule besuchen können oder wie sonst eine soziale Verpflichtung eingegangen werden kann. Dies führt dazu, dass gegenüber eigentlichen Naturrisiken, also einem möglichen Schaden, welcher vielleicht im nächsten Jahr oder erst im nächsten Jahrzehnt eintreten kann, eine fatalistische Haltung besteht. Der Luxus, sich mit

Risiken proaktiv auseinandersetzen zu können, besteht nicht. Anderseits sind in solchen Gesellschaften die sozialen Netzwerke oft sehr stark. Die durch einen Schaden Betroffenen dürfen mit der Solidarität der Umgebung rechnen. Dies ist eine ganz entscheidende Grundlage, um die bestehenden Risiken tragen zu können. Was bei uns in grossem Mass durch Institutionen (Versicherungen, staatliche Unterstützung) abgedeckt ist, wird in anderen Kulturen durch die Grossfamilie, den Clan oder durch eine andere Gemeinschaft getragen.

Grenzen durch die Natur

In der Schweiz hatte die Intensität von einzelnen Naturereignissen in der näheren Vergangenheit meistens gewisse Grenzen, sei dies in der Heftigkeit des Ereignisses oder aber in der räumlichen Ausdehnung. In einzelnen Gegenden der Welt zeigt sich die Natur jedoch häufig von einer deutlich weniger harmlosen Seite - und dies nicht erst seit dem Tsunami im Indischen Ozean. So hat etwa der Hurrikan Mitch gleich 4 Länder in Zentralamerika heimgesucht. Im Zentrum des betroffenen Gebiets fielen innerhalb von 4 Tagen bis zu 1600 mm Niederschlag. Die Fläche, die mehr als 1000 mm erhalten hat (Teile von Nicaragua und Honduras), ist knapp halb so gross wie die Schweiz. Mit dieser Menge wären auch ein dichter Wald oder eine angemessene Hochwasservorbeugung überfordert. Auch in Japan sind hohe Niederschlagsintensitäten auf Grund von ausgedehnten Taifun-Systemen über grossen Flächen keine Seltenheit. Dies führt dazu, dass spezifische Abflüsse in Einzugsgebieten von 100 km^2 deutlich

über $10 \text{ m}^3/\text{skm}^2$ liegen können. Solche Abflüsse mit baulichen Massnahmen und in einem Gebiet mit höchster Nutzung zu beherrschen, bleibt eine Herkulesaufgabe.

Vulkanausbrüche sind in der Regel nur ein kurzfristiges Schauspiel. Im Falle des Mt. Pinatubo (Juni 1991) war das nicht anders. Der Vulkan hat jedoch etwa 8 km^3 vulkanische Asche an den Hängen und im Einzugsgebiet rund um den Kegel abgelagert. Diese ganz leicht erodierbaren Sande führten in den grossen Flussgebieten zu kaum vorstellbaren Materialumlagerungen. So sind beispielsweise im Pasig-Potrero River während vier intensiven Monsunwochen gegen 100 Millionen Kubikmeter Lahar-Material in die Hangfusszone des Vulkans verlagert worden. Bis 1995 haben die drei grossen Flusssysteme am Osthang des Vulkans mit der transportierten Asche etwa ca. 350 km^2 fruchtbare Reis- und Zuckerrohrland zugedeckt, teilweise mit meterdicken Schichten. Dabei wurden etwa eine halbe Million Menschen obdachlos, da ihre Siedlungen buchstäblich im weissen Aschesand versanken. Mit massivem Aufwand, teilweise mit ausländischer Unterstützung, wurde versucht, die Konsequenzen dieser wiederkehrenden Schlammströme zu limitieren, häufig jedoch ohne Erfolg – die Natur war zu stark.

Andere Kulturen, anderer Umgang

Naturgefahren treten in vielen Gegenden der Welt auf. Aber nicht alles, was gefährlich ist, wird auch als Risiko empfunden. Das ökonomische und soziale Umfeld bestimmt, ob Gefahren überhaupt

wahrgenommen werden können, und wie mit den Risiken umgegangen wird. Die Grenzen des Umgangs sind deshalb nur beschränkt von den Naturgefahren selber bestimmt. Sie sind etwas Virtuelles und hängen sehr stark von Sichtweisen und der Einordnung von Naturrisiken in den Gesamtkontext der Risiken und Opportunitäten ab. Die unterschiedliche Sichtweise hat dabei einen sehr engen Zusammenhang mit Armut. Sie ist aber auch ein Abbild unterschiedlicher Wertesysteme. Gerade diese sind bei der internationalen Zusammenarbeit gebührend zu berücksichtigen und eine Fokussierung auf die Risikobewertung im Rahmen des Risikokonzepts ist dringend erforderlich.

9. Ausblick

Der grosse Unterschied zwischen den Auswirkungen von Grenzen und dem Umgang mit Grenzen von Naturgefahren in der Schweiz und in anderen Ländern könnte zwei gleichermassen falsche Reaktionen hervorrufen. Sowohl ein Verschliessen der Augen vor den Problemen in weniger entwickelten Ländern wie auch vor den Herausforderungen in der Schweiz führt nicht zum Ziel. Vielmehr muss es darum gehen, sowohl in der internationalen Zusammenarbeit unsere Erfahrungen im Umgang mit Naturgefahren in angepasster Weise umzusetzen, als auch diese in der Schweiz weiterzuentwickeln.

Das Risikokonzept ist grundsätzlich geeignet mit Grenzen von Naturgefahren umzugehen. Entsprechend handelt es sich bei vielen zurzeit im Umgang mit Naturgefahren angewandten Methoden um mehr oder weniger starke pragmatische

Annäherungen an dieses Konzept. Die Differenz zum aus theoretischer Sicht Wünschbaren ist wegen der zahlreichen in den vorangehenden Kapiteln beschriebenen Schwierigkeiten oft beträchtlich. Weiter erscheinen zahlreiche Forschungsanstrengungen zur Verbesserung der Grundlagen und der Methoden für die Analyse, die Bewertung und das Management von Risiken aus Naturgefahren angezeigt. Einige wichtige Aspekte sind nachfolgend aufgelistet:

- Verbessern des Verständnisses der gefährlichen Prozesse als Grundlage für das zuverlässige Bestimmen von Wahrscheinlichkeit und Ausmass; Umsetzen der Erkenntnisse in praxistaugliche Anleitungen und Hilfsmittel.
- Systematische Dokumentation von abgelaufenen Ereignissen als Grundlage für die Abschätzung von Wahrscheinlichkeit und Ausmass bei unvollständigen Prozesskenntnissen sowie als Grundlage für die Weiterentwicklung der Prozesskenntnisse und deren praxistaugliche Umsetzung.
- Verbessern der Grundlagen zur Abschätzung von Schadenerwartungswerten, insbesondere Verbessern der Kenntnisse zur Verletzbarkeit von Sachwerten gegenüber unterschiedlichen Prozessen; Umsetzen der Erkenntnisse in praxistaugliche Anleitungen und Hilfsmittel.
- Erarbeiten einer Konvention zur systematischen Berücksichtigung von Schutzmassnahmen bei der Gefahrenanalyse und bei der Bestimmung des Schadenpotentials und Umsetzung in praxistaugliche Anleitungen und Hilfsmittel.

- Erarbeitung von Konventionen zur Bestimmung von Schutzzielen und Umsetzung in praktikable Anleitungen und Hilfsmittel.

Die Punkte am Ende obenstehender Liste deuten an, dass diese keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Ausgewogenheit erhebt. Diese und andere offene Fragen können auch bei erheblichen Forschungsanstrengungen nicht in kurzer Zeit gelöst werden. Einer raschen und umfassenden Umsetzung des Risikokonzepts bei Naturgefahren sind deshalb enge Grenzen gesetzt. In naher Zukunft werden deshalb laufend zu verbessernde pragmatische Annäherungen die wichtigsten Hilfsmittel in der Anwendung dieses Konzepts bleiben.

Bei allen Anstrengungen zur Verbesserung der Grundlagen für die Anwendung des Risikokonzepts bei Naturgefahren ist zudem zu berücksichtigen, dass sich dieses vor allem zum Umgang mit Grenzen eignet, welche mit Wahrscheinlichkeiten beschrieben werden können. Nicht alle Aspekte, welche unsere Entscheidungen im Umgang mit diesen Gefahren beeinflussen, lassen sich aber in einer Form beschreiben, welche leicht in Risikoanalysen integriert werden können. Vor allem ökologische und soziale Aspekte können oft nur schwer in eine untereinander und auch mit ökonomischen Kriterien vergleichbare Form gebracht werden. Einzig auf dem Risikokonzept aufbauende Verfahren werden deshalb wohl nie in der Lage sein, alle Aspekte zu berücksichtigen, welche Entscheidungen im Umgang mit Naturgefahren beeinflussen. Risikoanalysen und deren Bewertung bilden aber eine von mehreren

wichtigen Entscheidungsgrundlagen, sowohl in der Schweiz als auch in weniger entwickelten Ländern. Risikoanalysen und andere Grundlagen werden nie perfekt sein und entsprechend müssen unsere Verfahren flexibel genug für eine pragmatische Anwendung, auch mit unvollständiger Information sein. So wie uns Naturgefahren Grenzen setzen, sind auch unserem Umgang damit Grenzen gesetzt. Die Natur wird immer wieder Überraschungen für uns bereithalten, mit denen wir nicht gerechnet haben und die uns vor neue Herausforderungen stellen, die wir nur in gemeinsamer Anstrengung bewältigen und daraus neue Lehren ziehen können.

Literatur

- BALMER, M.**, 2004: Bei 50 Millimeter Niederschlag wird es kritisch. Wochenzitung für das Emmental und Entlebuch vom 8. Juli 1999, on www <http://old.wochen-zeitung.ch/ausgabe/2799/gemeinden.html>.
- BORTER, P.** (1999). Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Methode/Fallbeispiele und Daten. Umweltmaterialien Naturgefahren Nr. 107/I und II. BUWAL, Bern.
- BUWAL, BWG** (2004). Effor 2, Gefahrenabwehr, neues Subventionsmodell.
- COMERIO, M. C.** (1998). Disaster hits home: New policy for urban housing recovery. UC Press, Berkeley.
- GODSCHALK, D. R., BEATLEY Th., BERKE Ph., BROWER D.J., KAISER, E.J.** (1999). Natural Hazard mitigation: Recasting Disaster Policy and Planning. Island Press, Washington D.C.
- GREMINGER, P.** (2002). National Report Switzerland Mountain Watershed Management, Lessons from the Past – Lessons for the Future. Environmental Documentation, No. 165, BUWAL, Bern.
- GUSTAFSSON, D., STÄHLI, M., and LEHNING, M.** (2005). Towards an improved snow interception model for sub-alpine forests. European Journal of Forest Research. (submitted)
- HOLLENSTEIN, K.** (1997). Analyse, Bewertung und Management von Naturrisiken. vdf Hochschulverlag AG, Zürich.
- LEHNING, M., BARTELT, P., BETHKE, S., FIERZ, C., GUSTAFSSON, D., LANDL, B., LTSCHG, M., MARTIUS, O., MEIROLD, M., RADERSCHALL, N., RHYNER, J., STÄHLI, M.** 2004. Review of SNOWPACK and ALPINE3D applications, in Snow Engineering, Bartelt P., Sack R., Sato, A., Adams. E., Christen M. (eds), Balkema, The Netherlands, 299-307.
- LEHNING, M., BARTELT, P.B., BROWN, R.L., FIERZ, C., and SATYAWALI, P.** 2002. A physical SNOWPACK model for the Swiss Avalanche Warning Services. Part III: Meteorological Boundary Conditions, Thin Layer Formation and Evaluation. Cold Reg. Sci. Technol., 35/3: 169-184.
- LOAT, R., MEIER, E.** (2003). Wörterbuch Hochwasserschutz. Haupt, Bern.
- MERZ, H.A., SCHNEIDER, Th., BOHNENBLUST, H.** (1995). Bewertung von technischen Risiken. Polyprojekt Risiko und Sicherheit, Dokumente Nr. 3. vdf Hochschulverlag AG, Zürich.
- PLANAT** (2002). Vision und Strategie – Sicherheit vor Naturgefahren. Nationale Plattform Naturgefahren.
- SCHMID, F., FRAEFEL, M., HEGG, C.** (2004). Unwetterschäden in der Schweiz 1972-2002: Verteilung, Ursachen, Entwicklung. Wasser Energ. Luft 96, 1/2: 21-28.
- SEILER, H.** (1995). Rechtsfragen technischer Risiken. vdf Hochschulverlag AG, Zürich.
- SEILER, H.** (2000). Risikobasiertes Recht: wie viel Sicherheit wollen wir? Stämpfli, Bern.
- SLF** (2005a). Merkblatt «Achtung Lawinen!». http://www.slf.ch/info/Achtung_Lawinen.pdf
- SLF** (2005b). Interpretationshilfe zum Lawinenbulletin. http://www.slf.ch/info/Interpretationshilfe_de.pdf
- VISCHER, D.** (2004). Erhöht der Hochwasserschutz das Risiko? Wasser, Energie, Luft 96, H.3/4, 99-100, Baden.

Adressen der Autoren:

Hegg Christoph, Dr. phil. nat., Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

Hess Josef, Forsting. ETH, Amt für Wald und Raumentwicklung, Abteilung Naturgefahren, Flüelistrasse 3, 6060 Sarnen

LATELTIN Olivier Dr. phil. nat., Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Sektion Geologische Risiken, Ländtestrasse 20, 2501 Biel

Rhyner Jakob (Kapitel 3) Dr. sc. nat. ETH, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Flüelastr. 11, 7260 Davos

Siegrist Michael (Kapitel 4) PD Dr., Sozialpsychologie Universität Zürich, Plattenstrasse 14, 8032 Zürich

Vischer Daniel (Kapitel 2) Prof. Dr., Versuchsanstalt für Wasserbau, Gloriastr. 37/39, 8092 Zürich

Zimmermann Markus (Kapitel 8) Dr. phil. nat., NDR Consulting Zimmermann, Riedstrasse 5, 3600 Thun