

JOHANNES HÜBL, MARGRETH KEILER, SVEN FUCHS

Risikomanagement für alpine Naturgefahren

Risk management for mountain hazards

Zusammenfassung:

Der Umgang mit Naturgefahren hat in Österreich in Bezug auf die Gefahrenabwehr eine lange Tradition. Allerdings macht seit 2007 die EU-Hochwasserrichtlinie eine Auseinandersetzung mit naturgefahreninduzierten Risiken erforderlich. Parallel dazu steht der Alpenraum aufgrund des globalen Wandels vor neuen Herausforderungen, um die bestehenden Strategien im Umgang mit Naturgefahren der neuen Situation anzupassen und zu optimieren. Das Risikokonzept bietet für das Naturgefahrenmanagement auf Basis von Systemverständnis und Interaktionen eine geeignete Grundlage zu einer derartigen Strategie, vor allem, da es eine umfassende Quantifizierung der Gefährdung erlaubt. Ausgehend von der Gefahrenbeurteilung wird das exponierte Schadenpotenzial sowie die Verletzlichkeit ermittelt (Risikoanalyse). Die daran anschließende Bewertung des Risikos erlaubt die Prüfung, ob und in welchem Umfang ein Grenzwert überschritten wird und somit Maßnahmen gesetzt werden müssen. Risikomanagementstrategien helfen, Zielsetzungen, Handlungsbedarf und Maßnahmen zur Risikoregulierung zu steuern.

Summary:

Austria has a long tradition in assessing natural hazards, above all with respect to hazard mitigation strategies. However, the EU Floods Directive requires the member states to focus on natural hazard risk, which involves the analysis of values at risk exposed and an appropriate risk management. Additionally, the current hazard mitigation strategies need such a turn in order to tailor existing management options to the processes of global change in mountain regions. The concept of risk establishes a basis for this change mainly because this concept allows for a comprehensive quantification of hazards. Starting with hazard analysis, exposed values at risk will be assessed and the associated vulnerability will be quantified (risk analysis). A subsequent step will assess whether or not the resulting risk is in line with certain limits, and which measures have to be undertaken to reduce risk below a boundary threshold. Based on these assessments, management strategies can be developed to minimize natural hazard risk.

Naturgefahren im Alpenraum

Berggebiete reagieren auf sich ändernde Umweltparameter besonders sensibel. In Hinblick auf Naturgefahren stellt der Klimawandel eine doppelte Herausforderung für den österreichischen Alpenraum dar, zum einen aus der Sicht des Naturraums, zum anderen aus der Sicht eines dicht besiedelten Lebens- und Wirtschaftsraumes.

Die Schadenereignisse der letzten Jahre haben eine Diskussion über mögliche Auswirkungen der Klimaänderungen auf den Naturraum ausgelöst. Die Folgen einer weitgehend als gesichert geltenden globalen Erwärmung (z.B. Solomon et al. 2007) sind im Gebirgsraum vor allem in der Hydro- und Kryosphäre wirksam. Eine Erhöhung der Temperaturen führt mit einer zeitlichen Verzögerung von Jahren bis Dekaden zu einem Abschmelzen der Gletscher sowie zu einem Auftauen des Permafrost-Bodens. Damit einhergehend ist die sukzessiv erhöhte Verfügbarkeit unverfestigten erodierbaren Lockermaterials sowie eine generelle Verlagerung potenzieller Prozess-Anbruchgebiete in höhere Lagen. Dabei muss aufgrund neuerer Erkenntnisse davon ausgegangen werden, dass alle Verlagerungsprozesse mit Wasser als Agens eine Akzentuierung erfahren werden. Darüber hinaus zeigt das Witterungsgeschehen der letzten Jahre deutlich einen zunehmenden Trend in der Intensität von Niederschlagsereignissen vor allem während des Sommerhalbjahres. In Kombination mit dieser Änderung der Niederschlagsverteilung ist es daher nicht auszuschließen, dass in Zukunft Wildbachprozesse und geomorphologische Massenverlagerungsprozesse an Intensität und Magnitude zunehmen werden.

Die Schadenereignisse der vergangenen Jahre sind aber auch auf Veränderungen in der Landnutzung zurückzuführen. Bedingt durch den sozioökonomischen Strukturwandel von einer mehr oder weniger rein agrarisch geprägten

Gesellschaft noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts hin zu einer dienstleistungs- und freizeitorientierten Gesellschaft wurden alpine Lebensräume zunehmend in Wert gesetzt. Eine Folge dieser Veränderungen im Siedlungs-, Wirtschafts- und Erholungsraum ist eine zunehmende Akkumulation gefährdeter Objekte. Diese intensivierte Nutzung sowie vor allem die Werterhöhung der immobilien und mobilen Sachgüter sind neben den skizzierten naturräumlichen Änderungen Ursache für möglicherweise zunehmend steigende Schadenssummen.

In den Alpen leben heißt deshalb, mit Naturgefahren leben. Es ist folglich nicht verwunderlich, dass der Umgang mit Naturgefahren in den Alpen lange Tradition hat. Auf einem Bruchteil der Landesfläche wird der Konflikt zwischen den naturräumlichen Gegebenheiten und Prozessen einerseits und den menschlichen Flächen- und Nutzungsansprüchen andererseits ausgetragen. Der Umgang mit Naturgefahren wurde dabei zunehmend als staatliche Aufgabe angesehen und in Folge vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung und von der heutigen Bundeswasserbauverwaltung wahrgenommen. Bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts hatten permanente und temporäre Verbauungsmaßnahmen zur Gefahrenprävention in den Einzugsgebieten Vorrang, ab den 1960er Jahren setzte jedoch eine intensive Diskussionen um die Möglichkeit passiver Schutzmaßnahmen ein, die in Österreich mit der Anfertigung der ersten Gefahrenzonenpläne ihren Niederschlag fanden.

Die Identifikation, Analyse und Bewertung der Gefährdung alleine sagt jedoch nichts über die zu erwartenden Schäden aus. Gefahrenzonenpläne unterscheiden aufgrund des Bemessungsergebnisses lediglich Flächen, die als gefährdet gelten von jenen Flächen, die nicht gefährdet sind. Grundlage zur Ermittlung eines auf statistischen Wahrscheinlichkeiten beruhenden Bemessungs-

eignisses ist eine statistische Grundgesamtheit (in diesem Fall eine Zeitreihe), die durch homogene Rahmenbedingungen charakterisiert ist. Der so ermittelte Wahrscheinlichkeitswert hat aber nur für einen entsprechenden Systemzustand Gültigkeit. Hierin liegt nun eine gewisse Problematik, da unter den sich nachweislich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen die angewandten Werte für das Bemessungsereignis veränderlich sind. Im Hinblick auf die Gefahrenprozesse, die mit Wasser in Verbindung stehen, scheint sich die Eintrittswahrscheinlichkeit so zu verändern, dass Ereignisse, die bisher als selten erachtet wurden, jetzt und in Zukunft mit höherer Wahrscheinlichkeit, d. h. häufiger, eintreten. Aus 150-jährlichen Ereignissen werden somit vielleicht 100-jährliche Ereignisse. Bemessungsereignisse müssen also, wenn sie auch in Zukunft als Grundlage für die Ausweisung von Gefahrenzonen Anwendung finden sollen, dynamisiert, d. h. an die sich ändernden Rahmenbedingungen angepasst werden, eine Tatsache, die in § 11 Abs. 9 ForstG thematisiert wird. Eine Änderung der zugrunde liegenden Zeitreihen führt hier möglicherweise zu einer Änderung der Abgrenzungskriterien, und kann in weiterer Folge zu einer räumlichen Ausdehnung der Gefahrenzonen führen. Dies hat wiederum unmittelbare Auswirkungen auf die Anzahl exponierter Objekte, und somit auf das Risiko.

Risikomanagement bedeutet also erstens die Quantifizierung des Wechselspiels zwischen der Ausdehnung der Gefahrenzonen und der dadurch erhöhten Exposition gefährdeter Objekte. Als Ergebnis liegt eine Trendanalyse der Entwicklung des Risikos vor, auf deren Basis verschiedene Konzepte zur Risikoreduktion entwickelt werden können.

Die Investition erheblicher Mittel in die Verbauung relevanter Ursachen- und Wirkungsgebiete potenziell gefährlicher Prozesse, verbunden mit der Erstellung von Gefahrenzonenplänen,

darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass ein vollständiger Schutz vor Schäden nicht möglich ist. Vor allem seit den 1990er Jahren zeigt sich dies deutlich. So waren im Alpenraum erhebliche Schäden durch Lawinen (Winter 1998/99), Wildbachprozesse (1999, 2002, 2005) und Hochwasser (2002, 2005, 2006) zu verzeichnen. Es wurde eine Diskussion in Gang gesetzt, inwieweit ein vollständiger Schutz vor Naturgefahren auf Dauer bezahlbar und ökologisch vertretbar sei. Aus dieser Diskussion heraus entstanden die überarbeiteten Vorgaben hinsichtlich der Kostenwirksamkeit geplanter Maßnahmen und die geänderten Richtlinien für den Nachweis der Maßnahmeneffizienz wurden implementiert (Hübl und Kraus 2003, BMLFUW 2005). Der Nachweis von Kosteneffizienz ist im Grunde genommen nichts anderes als die Analyse des exponierten Schadenpotenzials. Risikomanagement bedeutet also zweitens, die Effizienz beim Einsatz öffentlicher Gelder zum Schutz des Lebensraumes vor Naturgefahren zu steigern.

Das Risikokzept basiert auf einer funktionalen Beziehung zwischen Gefährdung und Erwartungswert des Schadens, und wurde in der jüngeren Vergangenheit im Umgang mit Naturgefahren zunehmend propagiert (vgl. Hübl et al. 2007). Die nationale Plattform Naturgefahren in der Schweiz (PLANAT) bezeichnete diese Entwicklung als einen Wandel von der „Gefahrenabwehr zur Risikokultur“ und machte die Förderung dieses Umdenkens in Wirtschaft und Gesellschaft zu ihrem Hauptanliegen. Im Umgang mit Naturgefahren finden somit die Prinzipien des nachhaltigen Handelns und Entscheidens vermehrt Beachtung, wie auch in der Alpenkonvention verankert (CIPRA 1991, 1998), in der Agenda 21 gefordert (United Nations 1992), und jüngst durch die Europäische Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken für alle Mitgliedsstaaten vorgegeben (Europäische Kommission 2007).

Risikomanagement bedeutet drittens und auf abstrakter, konzeptioneller Ebene, sich mit Fragen der Tragfähigkeit der Gesellschaft und der nachhaltigen Entwicklung des Lebensraumes auseinanderzusetzen. Dies beinhaltet als zentrales Argument auch, die Risikowahrnehmung Betroffener und deren Eigenverantwortung zu stärken.

Eine Erweiterung des Umgangs mit Naturgefahren um das Risikokzept ist prinzipiell nicht neu, finden sich doch wesentliche Elemente der hier diskutierten Managementstrukturen bereits indirekt in einigen administrativen Richtlinien und gesetzlichen Vorgaben; man denke beispielsweise an

- die Kosten-Nutzen-Analyse der WLW (BMLFUW 2005), hier wird eine Bewertung des Schadenpotenzials anhand strukturierter Vorgaben durchgeführt, um die Kosteneffizienz geplanter Maßnahmen zu prüfen;
- etwaige Nutzungsbeschränkungen im Bereich der roten und gelben Gefahrenzone, hierdurch wird die Präsenzwahrscheinlichkeit von gefährdeten Personen reduziert;
- die Vorschreibung von Objektschutzmaßnahmen im Rahmen von Umbauten und Gebäudeerweiterungen, hierdurch wird die Vulnerabilität von Gebäuden gegenüber einwirkenden Prozessen reduziert.

Alle diese Beispiele führen letztlich, so sie umgesetzt werden, zu einer Reduktion von sich aus alpinen Naturgefahren ergebenden Risiken. Derzeit finden derartige Managementstrategien allerdings lediglich auf Projektebene statt. Die Erfordernisse der EU-Hochwasserrichtlinie aus technischer Sicht und die damit verbundene Forderung nach Visualisierung der Risiken aus politischer Sicht, um eine Diskussion in Richtung der geforderten Eigenverantwortung betroffener Bürgerinnen und

Bürger anzustoßen, macht es jedenfalls erforderlich, Risiken darzustellen und mit geeigneten Strategien zu managen.

Was bedeutet das Risikokzept für das Naturgefahrenmanagement?

Analyse, Bewertung und Umgang mit Gefahren sind bereits seit Jahrzehnten Gegenstand der technologischen Risikoforschung (Fritzsche 1986). Diese sicherheitswissenschaftlichen Analysen finden ihre Anwendung in großtechnischen Produktionsanlagen (eingesetzt beispielsweise in der Petro- oder der chemischen Industrie), aber auch in der Landwirtschaft (Gentechnik) oder im öffentlichen Verkehr. Besonders seitens der klassischen Ingenieurwissenschaften wird das Risikokzept verwendet, um ex ante die (oft negativ bewerteten) Auswirkungen von Handlungen oder Anlagen zu bestimmen. Im Vordergrund steht hierbei die Frage, von welchen Objekten welche Risiken ausgehen bzw. welche Objekte welcher Gefährdung ausgesetzt sind (Kröger et al. 1986). Nach dieser Festlegung werden die Objekte entsprechend der Größe des auf sie oder durch sie einwirkenden Risikos gereiht. Diese Prioritätenliste legt fest, bei welchen Objekten zuerst Maßnahmen zur Verminderung des Risikos getroffen werden müssen.

Aus naturwissenschaftlich-technischer Sicht wird Risiko allgemein als Funktion der Eintrittswahrscheinlichkeit des untersuchten Prozesses und der Höhe des exponierten Schadensmaßes definiert. Durch die zahlreichen Ereignisse mit den hohen Schäden in den letzten Jahren sind die Grenzen des bisherigen Umgangs mit Naturgefahren augenfällig geworden. Offenbar ist es in der Vergangenheit nicht gelungen, trotz erheblicher Aufwendungen öffentlicher Gelder derartige Ereignisse vollständig zu verhindern.

Das Risikokzept bietet hier durch den Einbezug der Prozesseite und der Schadenpoten-

zielseite eine Möglichkeit, strukturiert und nachvollziehbar Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, wie zukünftig derartige Schäden verringert werden können.

Implizit steht das Risikokzept aber auch hinter der klassischen Kosten-Nutzen-Analyse für technische Maßnahmen (BMLFUW 2005), da eine Maßnahmenalternative aufgrund des Verhältnisses von Aufwand (Kosten) und erreichtem Sicherheitsgrad (Nutzen) bewertet wird. Im Sinne des Managements von Risiken geht es nun darum, diese punktuellen Analysen individueller Projekte in die Fläche zu projizieren, um so eine Planungsgrundlage für weitergehende Aktivitäten zu schaffen.

Die Untersuchung eines naturgefahreninduzierten Risikos gliedert sich in die naturwissenschaftlich-ökonomische Risikoanalyse, die sozialwissenschaftlich-politische Risikobewertung und das interdisziplinäre Risikomanagement

(zur Risikominderung und -vermeidung). Diese Vorgehensweise ist in einem integrativen Gesamtkonzept der Risikobetrachtung vereint, das einen effektiven und allen Ansprüchen gerecht werdenden Umgang mit dem natürlichen Prozess gewährleisten soll. Die Grundidee des Risikokzeptes liegt in der vorausschauenden Perspektive, die es erlaubt, potenzielle Auswirkungen natürlicher Prozesse abzuschätzen und adäquate, d. h. angemessene und angepasste, Maßnahmen einzuleiten. Die Darstellung der Gefährdung alleine reicht hierzu nicht aus, da die Konsequenzen im Sinne eines Schadenerwartungswertes o. ä. nicht erfasst werden. Wird von einem umfassenden Risikokzept gesprochen, tritt der Umgang mit diesen Risiken in den Vordergrund. Hierfür müssen die Risiken erkannt (Risikoanalyse) und bewertet (Risikobewertung) werden, in weiterer Folge können zur Risikominderung Präventionsmaßnahmen getroffen und zur Schadenbegrenzung Strategien



Abb. 1: Risikokreislauf in der Naturgefahrenforschung (verändert nach Swiss Virtual Campus nahrhis.ch)

Fig. 1: Risk circle (modified from Swiss Virtual Campus nahrhis.ch)

für den Ereignisfall ausgearbeitet werden. Eine umfassende Risikobetrachtung enthält darüber hinaus auch Konzepte für den Wiederaufbau und eine Ereignis- und Schadenanalyse, um die Abläufe in allen Bereichen des Risikokzeptes zu optimieren.

In Abbildung 1 ist das Risikokzept anhand des Risikokreislaufes für Naturgefahren dargestellt. In der Abbildung wird aufgezeigt, dass jeder einzelne Teilbereich des Risikokzeptes in zahlreiche ineinander greifende Einzelschritte untergliedert ist. In den folgenden Abschnitten werden einzelne Aspekte aufgegriffen und näher erläutert, vor allem in Hinblick auf das Risikomanagement.

Risikoanalyse für Naturgefahren

„Die rote Gefahrenzone umfasst jene Flächen, die (...) derart gefährdet sind, dass ihre ständige Benützung für Siedlungs- und Verkehrszwecke wegen der voraussichtlichen Schadenswirkungen des Bemessungsereignisses (...) nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist“ – diese wohlbekannt Definition aus § 6 GefahrenzonenplanVO macht den Bedarf der Analyse des Risikos bereits indirekt deutlich: Die voraussichtlichen Schadenswirkungen des Bemessungsereignisses sollten hier quantifiziert werden, um die Verhältnismäßigkeit des Aufwandes für Schutzmaßnahmen beurteilen zu können. Darüber hinaus stellt für die Berücksichtigung von Naturgefahren in der Raumordnung neben der raumbezogenen Information über den Gefährdungsgrad auch die Höhe des betroffenen Schadenpotenzials eine wertvolle Information dar, da hierdurch die Entscheidungsgrundlage hinsichtlich Widmungsverboten und Nutzungsbeschränkungen erweitert wird.

Die Risikoanalyse, mathematisch definiert als Funktion von Eintretenswahrscheinlichkeit eines Prozesses definierter Magnitude und dem korre-

spondierenden Schadensausmaß (Varnes 1984), ermöglicht eine Quantifizierung der Auswirkungen von Naturgefahren. Das Schadensausmaß errechnet sich dabei aus dem Wert und der Verletzlichkeit eines betrachteten Objektes, sowie der Präsenzwahrscheinlichkeit im Falle von beweglichen Objekten, vgl. Gleichung (1).

$$R_{i,j} = f(p_{Si}, A_{Oj}, v_{Oj, Si}, p_{Oj, Si}) \quad (1)$$

$R_{i,j}$ Risiko in Abhängigkeit von Szenario i und Objekt j

p_{Si} Eintretenswahrscheinlichkeit von Szenario i

A_{Oj} Wert von Objekt j

$v_{Oj, Si}$ Verletzlichkeit von Objekt j in Abhängigkeit von Szenario i

$p_{Oj, Si}$ Präsenzwahrscheinlichkeit von Objekt j gegenüber Szenario i

Im österreichischen Alpenraum lag bisher der Fokus auf der Erfassung des Gefahrenpotenzials und der dazugehörigen Eintretenswahrscheinlichkeit (p_{Si}); so wurden einzelne Prozesse benannt, analysiert und modelliert (vor allem in Hinblick auf die Bemessungsereignisse) und Gefahrenzonenpläne erstellt bzw. technische Maßnahmen implementiert. Nur wenige (neuere) Arbeiten befassen sich außerhalb des Anforderungsbereiches von Kosten-Nutzen-Analysen im Rahmen der konkreten Maßnahmenplanung mit der flächenhaften Analyse des exponierten Schadenpotenzials (z. B. Keiler 2004; Fuchs und Bründl 2005; Fuchs et al. 2005). Dementsprechend ist kaum eine ausgereifte Methodik zur Erhebung des Schadenpotenzials entwickelt, es wird oftmals abstrakt die Verwendung von Versicherungswerten für Gebäude bzw. eine generelle Abschätzung des Schadenpotenzials empfohlen, eine Vorgehensweise, die auch in der Kosten-Nutzen-Analyse für Verbaumaßnahmen ihren Niederschlag gefunden hat (Hübl und Kraus 2003) und in die einschlä-

gigen Richtlinien übernommen wurde (BML-FUW 2005). Untersuchungen auf Objektebene basieren auf direkten ökonomischen Analysen des Schadenpotenzials (Borter 1999; Kleist et al. 2004; Keiler et al. 2005, 2006), für den regionalen flächenbezogenen Maßstab werden GIS-basierte Verfahren vorgeschlagen, die eine räumliche Analyse ermöglichen (Zischg et al. 2002). Im Allgemeinen sind für diese Art der flächendeckenden Schadenpotenzialanalyse das Vorhandensein statistischer Daten sowie deren Qualität der limitierende Faktor für eine operationelle Anwendung in einer mittleren und hohen Auflösung. Analysen im lokalen Maßstab werden darüber hinaus bislang durch den hohen Zeit- und somit Kostenaufwand eingeschränkt.

Einen wesentlichen Faktor zur Bestimmung des Schadenausmaßes stellt die Verletzlichkeit dar, da die Intensität alleine nicht ausreichend ist, um den Grad der Gefährdung abzugrenzen: So hat bei gleicher Intensität ein Prozess in direkter Abhängigkeit der Anfälligkeit des betrachteten Objektes mehr oder weniger Schaden zur Folge. Dementsprechend wird aus naturwissenschaftlicher Sicht Verletzlichkeit als eine Funktion aus Prozessintensität und Anfälligkeit der betroffenen Objekte betrachtet und wird als Erwartungswert des Schadens eines Objektes als Ergebnis eines bestimmten Ereignisses definiert (Cutter et al. 2008, Fuchs 2009). Verletzlichkeit nimmt dabei üblicherweise einen Wert zwischen 0 (kein Schaden) und 1 (vollständige Zerstörung) an. Die Analyse der Verletzlichkeit erfordert neben der Prozessintensität im Normalfall den Einbezug verschiedener Parameter der betroffenen Objekte, wie zum Beispiel Baumaterialien und -techniken, Erhaltungszustand, Vorhandensein von Schutzmaßnahmen, etc. Hier existieren jedoch nur wenige Ansätze einer flächendeckenden Anwendungsmöglichkeit, wobei es sich meistens aufgrund fehlender Ereignisdokumentation um

Schätzungen oder Schadenskurven handelt, die (noch) mit deutlichen Unsicherheiten behaftet sind (Wilhelm 1997, Fuchs et al. 2007a), vgl. Abb. 2. Ein weiteres Problem ist, dass der Begriff der Verletzlichkeit außerhalb der naturwissenschaftlichen Disziplinen mit deutlich anderen Bedeutungen besetzt ist, wie soziale Anfälligkeit einzelner Individuen, gesellschaftliche Widerstandsfähigkeit u. ä. (Adger 2006, Fuchs 2009).

Ein nach wie vor kritischer Punkt ist die Frage der Datenverfügbarkeit und -qualität bei der Durchführung von Risikoanalysen. Um unterschiedliche Risiken im Zusammenhang mit Naturgefahren vergleichen zu können, müssen die Analysen einen gleichen Zeitrahmen und eine gleiche räumliche Ausdehnung berücksichtigen, sowie einheitliche Methoden für jeden Teilschritt verwenden. Eine Studie im Auftrag des Schweizer

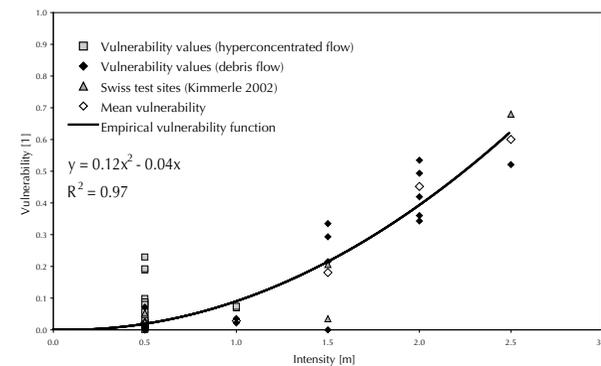


Abb. 2: Empirische Vulnerabilitätsfunktion für Wildbachprozesse (Fuchs 2009, S. 341)

Fig. 2: Empirical vulnerability function for torrent processes (Fuchs 2009, p. 341)

rischen Bundesamts für Umwelt und Wald (Winkler 2003) verdeutlicht diese Problematik, da es trotz Anwendung vorgegebener Richtlinien für die Durchführung von Risikoanalysen (Borter 1999) zu erheblichen Abweichungen im jeweiligen Ergebnis gekommen ist. Um diesem Problem entgegenzuwirken, sind ausführliche Systembeschreibungen und -abgrenzungen für die Risikoanalyse

notwendig. Des Weiteren ist die Wahl desselben Maßstabs (lokal, regional, national,...) für die Erhebung und Analyse aller Faktoren für die Risikoanalyse (Prozess, Objektwerte, Verletzlichkeit) von großer Bedeutung. Interdisziplinäre Ansätze ermöglichen die Durchführung einer Risikoanalyse mit gleichwertigen Fachkenntnissen und selbem Detaillierungsgrad für alle Bereiche und tragen somit zu einem hochwertigen Ergebnis bei.

Risikoanalysen, die bei Naturgefahren durchgeführt werden, sind im Allgemeinen statische Ansätze, jedoch unterliegen naturgefahreninduzierte Risiken der zeitlichen Variabilität, da die risikobeeinflussenden Faktoren (Prozess, Objektwert, Verletzlichkeit) sich lang- sowie kurzfristig verändern können (Keiler et al. 2006; Fuchs et al. 2008). Prozesse des Global Change (im Sinne des Human-Dimension-Programms als Veränderung des Naturraums und des Kulturrums) manifestieren sich speziell im Alpenraum des 20. Jahrhunderts über intensive Veränderungen. Hierbei ist, wie bereits in der Einleitung dargelegt, von einer gewissen Zunahme der Prozessintensität bzw. Eintretenswahrscheinlichkeit der Prozesse auszugehen, an denen fließendes Wasser beteiligt ist (Hochwasser, Mur- und Rutschprozesse, vgl. jüngste Ergebnisse des IPCC: Solomon et al. 2007; Parry et al. 2007). Ebenso bedeutsam sind aber die Prozesse im Siedlungsraum, speziell die Präsenzwahrscheinlichkeit von Personen und Objekten sowie die damit verbundenen exponierten Werte durch Veränderungen der Wirtschafts- und Sozialstrukturen (Bätzing 1993; Keiler 2004; Fuchs und Keiler 2008). Langfristige Veränderungen im Prozess- sowie im soziökonomischen Bereich werden durch kurzfristige Fluktuationen überlagert, die zu Risikospitzen führen können (Keiler et al. 2005; Zischg et al. 2005). Diese andauernden Veränderungen müssen bei einem dynamischen Risikokonzept berücksichtigt werden, da sämtliche Managementstrategien eindeutig zukünftig

und langfristig ausgerichtet sein müssen, im Gegensatz zu den statischen Informationen, die auf einem Zeitpunkt in der Vergangenheit basieren. Grundsätzlich wird dieser Aspekt – zumindest in Bezug auf die Gefährdung als ein Aspekt des Risikos – schon im ForstG 1975 idGF berücksichtigt (§ 11 Abs. 9), die unmittelbare Umsetzung in der Praxis erweist sich jedoch aufgrund der relativ langen Zeithorizonte bei der Revision der Gefahrenzonenpläne als schwierig.

Risikobewertung

Die Risikobewertung beurteilt auf Grundlage der Risikoanalyse objektiv, ob das Risiko, das von einer Ware, einer Dienstleistung oder dem Betrieb einer Produktionsanlage ausgeht, unter den gegebenen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen akzeptabel ist und eventuelle Restrisiken vertretbar sind. Die Bedeutung wahrgenommener Risiken wird dabei anhand von Werten und Wertepreferenzen beurteilt. Für die Bewertung ist es dabei grundsätzlich nicht relevant, ob es sich um reale oder fiktive Risiken handelt. Im Allgemeinen geht es bei dieser allerdings um die Bewertung negativer Konsequenzen aus einem Zustand oder einer Handlung – was aus wissenschaftlicher Sicht nicht ganz korrekt ist, da das Eingehen von Risiken (z. B. Investition in eine Aktie) auch positive Effekte (erhöhter Gewinn) haben kann.

Abweichend von der wissenschaftlichen Definition wird die Bewertung des Risikos im Rahmen des kulturspezifischen Risikoverständnisses unterschiedlich ausfallen, da sie in hohem Maße an die verfügbare Information und die jeweilige Risikowahrnehmung der Bevölkerung gekoppelt ist.

Risikowahrnehmung kann allgemein definiert werden als „zielgerichtet strukturierter und methodisch orientierter, (...) bewusst organisierter und reflektierter (...) Prozeß des Erkennens und Begreifens von Risiken, (...) [einschließlich

dem Erfassen] von möglichen Schadens- und Gefahrendimensionen, von Ursache-Wirkungs- bzw. Ursache-Folgen-Beziehungen (...) [und von] Gefährdungspotential“ (Banse und Bechmann 1998, S. 11). In Bezug auf Naturgefahren setzt die Wahrnehmung von Risiken bei Betroffenen Vorstellungen über Eintrittswahrscheinlichkeit, Reichweite oder Intensität eines Prozesses, ursächliche Mechanismen und Ursache-Wirkungs-Beziehungen eines Ereignisses sowie Informationen über mögliche Gegenmaßnahmen voraus. Qualität und Inhalt dieser Informationen ändern die individuelle Wahrnehmung, da die Adressaten verschiedene Aussagen unterschiedlich filtern und verarbeiten. Risikowahrnehmung beruht somit auf persönlichen Erfahrungen, vermittelten Informationen (beispielsweise durch die Medien) und intuitiven Einschätzungen, die sich im Verlaufe der biologischen und kulturellen Evolution herausgebildet haben.

Vor allem die empirische Forschung zeigt, dass die Bereitschaft, sich auf Risiken einzulassen davon abhängt, wie sehr das Individuum damit rechnet, kritische Situationen noch kontrollieren bzw. im Schadensfall durch externe Leistungsträger, wie Versicherungen und dergleichen, kompensieren zu können. Dabei wird in der Regel die eigene Kompetenz überschätzt und die anderer unterschätzt, was zu einem Maß der Risikobereitschaft führt, das anderen Individuen gefährlich erscheint.

Die Risikowahrnehmung der Bevölkerung im Alpenraum veränderte sich innerhalb von ein bis zwei Generationen markant. Wachsende Gestaltungsmöglichkeiten der eigenen Lebensvoraussetzungen, eine gestiegene Mobilität, einhergehend mit dem zunehmenden Verlust von eigenem Erfahrungswissen, sind Hauptgründe für den gesellschaftlichen Wandel im Umgang mit dem Risiko. Das Risiko wird oft nicht als eine Folge eigenen Handelns interpretiert, sondern als ein

Versagen staatlicher Dienststellen. Andererseits erfolgt heute die Bewertung von Risiken, wie sie sich aus Naturgefahren ergeben, gesellschaftlich auf einer anderen Basis als andere Risiken des Lebensumfeldes. So werden Schäden, die infolge von Wildbach- und Lawineneignissen auftreten, mit erheblichen Geldmitteln der öffentlichen Hand (zumindest teilweise abgegolten, es werden Millionen Euro in permanente Verbaumaßnahmen investiert, um – verglichen mit anderen gesellschaftlichen Risiken – verhältnismäßig wenig Werte vor den Auswirkungen derartiger Ereignisse zu schützen¹. Eigenverantwortung spielt (zumindest momentan) keine entscheidende Rolle beim Schutz vor Naturgefahren, die Bewertung derartiger Risiken ist externalisiert. Der politische Entscheidungsträger hat dabei die Möglichkeit, sich auf seine Sachkenntnis bzw. die Kenntnis von Experten (z. B. der WLV) zu verlassen, während betroffene Bürgerinnen und Bürger sich auf den Glauben stützen, dass andere die Situation beherrschen werden.

Aus Sicht des politischen Diskurses findet eine Risikobewertung bis anhin nicht statt. Risiko im eigentlichen Sinne wird nicht bewertet, sondern lediglich die Gefährdung, und zwar über das Bemessungsereignis, bei dem die zugrunde liegenden Richtlinien für ein definiertes (seltenes) Ereignis unter Bezugnahme auf Prozessintensitäten die Ausweisung der roten oder gelben Gefahrenzone vorgeben.

Im Zuge der stetig knapper werdenden Mittel der öffentlichen Hand wäre es zu disku-

¹ *Werden Menschenleben in die Evaluierung mit einbezogen, ist die Verzerrung der Risikobewertung für Naturgefahren noch augenfälliger: Im Zeitraum 1972-2004 verstarben rund 50 Personen aufgrund von Wildbachereignissen. Im selben Zeitraum ereigneten sich 1,5 Millionen Verkehrsunfälle mit 53500 Todesfällen (~ 1600 pro Jahr), 1,95 Millionen Personen wurden dabei verletzt (59000 pro Jahr, Kuratorium für Verkehrssicherheit 2005). Gemäß Statistik Austria (2008) begehen 92 Personen pro Jahr Selbstmord. Die Bewertung von Lawinen- und Wildbachopfern folgt somit vollkommen anderen Konzepten und Heuristiken als das sich aus dem Straßenverkehr ergebende Risiko, und Bürgerinnen und Bürger, die freiwillig aus dem Leben scheiden, haben offensichtlich eine wesentlich kleinere politische Lobby als die Bevölkerung, die in Berggebieten lebt (vgl. Fuchs 2009).*

tieren, in welcher Höhe das gesellschaftlich zu akzeptierende Risiko für Wildbach- und Lawineneignisse liegt, was aus Sicht des Managements eine politische Aufgabe ist. Werden Fragen zur Bewertung von Risiken über einen politischen Prozess definiert, tritt an Stelle der individuellen Risikoakzeptanz die Risikoakzeptabilität. Hier ist die Politik gefordert, entsprechende Akzente zu setzen und Vorgaben zu thematisieren, die im Spannungsfeld zwischen der Tragfähigkeit der Gesellschaft als Ganzes und des Bestandsschutzes einzelner Bürgerinnen und Bürger ein Maß für die Risikoakzeptabilität darstellen. Generell wird die Sicherheit vor Naturrisiken als gesellschaftliche Aufgabe angesehen und mittels Umverteilung von Ressourcen kollektiv realisiert.

Die Risikoanalyse stellt im Zusammenhang mit einer politischen Bewertung über die Höhe des zu akzeptierenden Risikos die Grundlage für das Management von Risiken dar. Nur wenn bekannt ist, wie hoch sich aus Naturgefahren ergebende Risiken sein dürfen, kann quantifiziert werden, ob und bis zu welcher Höhe Maßnahmen zur Risikoreduktion zu setzen sind.

Risikomanagement

Das Risikomanagement verbindet die Resultate der Risikoanalyse mit den Vorgaben der Risikobewertung. Durch das Risikomanagement werden einerseits Zielsetzungen, Handlungsbedarf und Maßnahmen zur Risikoreduktion und -regulierung gesteuert. Andererseits bezieht sich das Management von Risiken generell auf die Frage, ob und in welcher Höhe einzelne Risiken akzeptiert werden, oder ob das gesamte Risikoportfolio angemessen ist. Somit werden beim Management von Risiken gezielt Maßnahmen zur Risikosteuerung gesetzt bzw. gegebenenfalls Schritte zur Risikoreduktion unternommen, wenn sich herausstellt, dass einzelne Risiken oder Kumulrisiken zu

hoch sind. Dies ist an sich nichts neues, sondern wird im Bereich unternehmerischer Risiken oder Finanzrisiken operationell praktiziert.

Für ein gegebenes Untersuchungsobjekt (Dorf auf einem Ablagerungskegel) seien sechs Risiken gegeben (Abb. 3). Welche der Risiken (z. B. Wildbach oder Lawine) eine Handlung erfordern, zeigt uns das Ergebnis der Risikoanalyse in Form einer Kombination aus den Parametern Überschreitungswahrscheinlichkeit (x-Achse) und Schadenausmaß (y-Achse). Das Ergebnis der Risikobewertung ist hier mittels einer Akzeptanzlinie eingetragen, Risiken, die außerhalb (darüber) liegen, müssen generell soweit reduziert werden, bis diese innerhalb (unter) der Linie zu liegen kommen.

Die Risiken 3 und 4 erfordern hierbei zunächst keine Handlungen, da sie jeweils ein kleines Schadenausmaß bei kleiner Überschreitungswahrscheinlichkeit (= seltenes Ereignis) aufweisen. Das Risiko 5 weist bei kleinerer Überschreitungswahrscheinlichkeit als Risiko 4 ein höheres Schadenausmaß auf, benötigt jedoch aufgrund der Lage innerhalb der Akzeptanzlinie zunächst keine Handlungen. Gleiches gilt für Risiko 2, obwohl dieses bei mittleren Überschreitungswahrscheinlichkeiten schon ein deutliches Schadenausmaß zur Folge hat – es liegt ebenfalls innerhalb der definierten Akzeptanzlinie. Risiken 1 und 6 erfordern Handlungen zur Reduktion des Risikos, da diese außerhalb der Akzeptanzlinie liegen. Beim Vergleich bestehender Risiken mit akzeptierten oder akzeptablen sind teilweise Sicherheitsdefizite zu erwarten. Traditioneller Lösungsansatz zur Deckung dieser Defizite ist die Entwicklung eines Projekts mit baulichen Maßnahmen, dessen Auswirkung auf die Risikosituation möglicherweise jedoch nicht optimiert wird. An diesem Punkt setzt das Risikomanagement an. Der gesamte theoretisch mögliche Handlungsspielraum mit allen Alternativen wird bei der Lösungssuche berück-

sichtigt, ähnlich wie beim Variantenstudium im Planungsprozess, nur zeitlich wesentlich früher einsetzend. Aus mathematischer Sicht wäre nun eine Reduktion senkrecht zur Akzeptanzlinie anzustreben, obwohl sich theoretisch auch andere Möglichkeiten ergeben: Risiko 6 kann beispielsweise mittels einer Objektschutzmaßnahme so beeinflusst werden, dass sich das Schadenausmaß bei gleicher Überschreitungswahrscheinlichkeit verringert (Pfeil nach unten). Hier wäre aus der mathematischen Kombination von Überschreitungswahrscheinlichkeit und Schadenausmaß eine Verringerung des Risikos zu erwarten, jedoch wird aus der Abbildung ersichtlich, dass sich das verbleibende Risiko dennoch außerhalb der Akzeptanzlinie befindet. Umgekehrt könnte durch eine permanente Verbaumaßnahme die Überschreitungswahrscheinlichkeit verringert werden, im Falle eines Ereignisses (Restgefährdung) wäre jedoch mit einem gleich bleibenden Schadenausmaß zu rechnen (Pfeil nach links). Hier wäre zu prüfen, da das Risiko mit dieser Maßnahme innerhalb der Akzeptanzlinie zu liegen kommt, inwieweit eine derartige Strategie umsetzbar ist. Ökonomisch am effizientesten dürfte eine Kombination der beiden vorgenannten Maßnahmen sein, die sich senkrecht zur Steigung der Akzeptanzlinie dieser annähert (vgl. Risiko 1). Dies ist exemplarisch durch den Maßnahmenfächer angedeutet, vgl. ONR 24800 (2009, S. 34). Näheres muss über eine Kosten-

Nutzen-Analyse geklärt werden; generell hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass in der Regel eine Maßnahmenkombination am effizientesten in Hinblick auf eine Reduktion der Risiken bei der Vorgabe einer nachhaltigen Ressourcennutzung ist (z. B. Fuchs et al. 2007b).

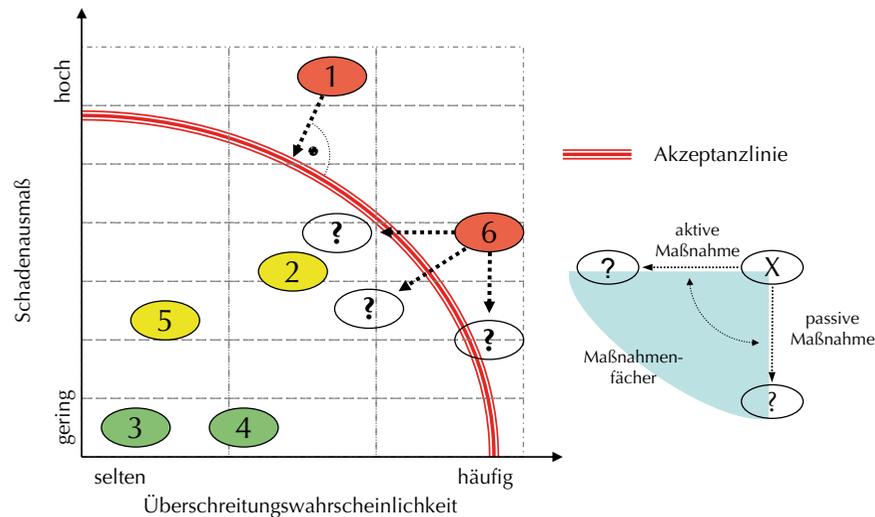


Abb. 3: Risikomatrix als Kombination von Überschreitungswahrscheinlichkeit (Eintretenswahrscheinlichkeit) und Schadenausmaß (Schadenerwartungswert). Es gilt, Risiken außerhalb der Akzeptanzlinie zu reduzieren.

Fig. 3: Risk matrix combining probability of exceedance (probability of occurrence) and damage extent (detriment). The aim is to reduce risk in the area below the line of acceptability.

Bei der Problemlösung wird im Rahmen des Risikomanagements nicht ein einzelner Aspekt singular betrachtet (beispielsweise Konsolidierung, Retention, Dosierung), sondern das gesamte System aus gefährlichen Prozessen und Wertobjekten wird in die Entscheidungsfindung einbezogen. Im Gegensatz zu einer traditionellen, rein umsetzungsorientierten Maßnahme sind dabei alle Phasen und Wirkungen von Eingriffen zu untersuchen sowie eine Lösung zu entwerfen, die alle Aspekte optimiert. Eine erhebliche Verbesserung gegenüber der reinen Maßnahmenplanung kann dabei bereits durch das Definieren von Zielsystemen erreicht werden. Hierbei wird zwischen drei Ebenen des Managements von Naturrisiken unterschieden:

- Oberziele umschreiben den Gesamtprozess des Risikomanagements und definieren Sicherheitsvorgaben, die erreicht werden sollen.
- Strategische Ziele geben Richtlinien im Sinne von Präferenzen oder Handlungsgrundsätzen für die Umsetzung vor, legen aber keine materiellen Maßnahmen fest.
- Operationelle Ziele enthalten messbare Vorgaben, wie Kosten, Zeit-, Flächen- oder Ressourcenverbrauch und liefern detaillierte Informationen über geplante Maßnahmen.

Bei der Durchführung des Zielsetzungsprozesses werden die verschiedenen Intentionen aufeinander abgestimmt und bereinigt. Das Ergebnis legt Prioritäten für das geplante Projekt fest. Entsprechend der konkreten Problemstellung werden unterschiedliche strategische Ansätze angewandt, deren Leistungsfähigkeit mittels Überprüfung von Realisierbarkeit, Effizienz und Effektivität erfolgt.

Umgang mit dem Restrisiko

Die Risikoanalyse für Naturgefahren besteht aus drei Schritten, die sich jeweils weiter untergliedern; in jedem dieser einzelnen Entscheidungs- oder Analyseschritte (siehe Abb. 1) sind Unsicherheiten enthalten, die sich auch auf das Endergebnis auswirken.

Unsicherheiten entstehen auf der Prozessseite durch die Veränderungen der natürlichen Bedingungen. Eine zentrale Rolle bei der Beurteilung des Gefahrenpotenzials kommt dem Bemessungsereignis zu. Grundlage zur Ermittlung eines auf statistischen Wahrscheinlichkeiten beruhenden Bemessungsereignisses ist eine statistische Grundgesamtheit (in diesem Fall eine Zeitreihe), die durch homogene Rahmenbedin-

gungen charakterisiert ist. Der so ermittelte Wahrscheinlichkeitswert für das Bemessungsereignis ist aber nur für einen entsprechenden Systemzustand wirksam und besitzt unter den sich nachweislich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen nicht uneingeschränkt Gültigkeit.

Weitere Unsicherheiten im Bereich des Gefahrenpotenzials entstehen bei der Abgrenzung von auftretenden Intensitäten und Auslaufbereichen bzw. Anschlaglinien. Einerseits werden historische Aufzeichnungen verwendet, deren Aussagekraft meist nur qualitativer Natur sind, und es besteht eine große Ungewissheit, ob die Gesamtheit der Ereignisse aufgezeichnet und aus dem historischen Kontext heraus richtig interpretiert wurden. Nur ein zusätzliches Ereignis in einem bestimmten Zeithorizont kann die Resultate der statistischen Wahrscheinlichkeitsberechnung stark verändern und beispielsweise neue Extremwerte bei Hochwasser hervorbringen. Zusätzlich sollte berücksichtigt werden, dass jedes Modell nur ein Versuch einer Abstraktion der Realität ist und deshalb per se mit Unsicherheiten verbunden ist, da nur Teilbereiche der komplexen Realität in die Modellbildung einfließen können. Zudem addieren sich zu den grundsätzlichen Limitierungen von Modellen Unsicherheiten durch meistens nicht ausreichend erfasste oder abgeschätzte Eingabeparameter.

Unsicherheiten auf Seiten des Schadenpotenzials müssen ebenfalls beachtet werden. Beispielsweise reagieren viele Objektwerte sehr sensitiv auf kleinste Veränderungen (1) bei der Methodenwahl (z. B. Versicherungswert oder Marktpreis bei der Bewertung von Gebäuden) sowie (2) durch Umbauten oder Funktionsänderungen von Gebäuden. Im Bereich der Verletzlichkeit ist durch die Verwendung von Schätzungen und Schadenskurven davon auszugehen, dass derzeit aufgrund der hohen Unsicherheit große Schwankungsbereiche zu berücksichtigen sind.

Risikoanalysen in der Naturgefahrenforschung weisen einen hohen Grad an Komplexität auf. Aufgrund dessen ist es notwendig, die Probleme bei der Umsetzung sowie die Unsicherheiten aufzuzeigen, die Weiterentwicklung von Methoden und Ansätzen in diesem Bereich zu fördern und das Wissen über die untersuchten Systeme zu erhöhen.

Ein fundamentales Kennzeichen für naturgefahreninduzierte Risiken ist die Wechselwirkung zwischen dem physikalischen System (oder Geo-System, der Prozesseite) und dem sozialen System (inklusive dem Schadenpotenzial und der Verletzlichkeit). Beide Systeme sind mit der Zeit variabel. Diese dynamischen Veränderungen der einzelnen Faktoren können neue Interaktionen hervorrufen und somit die Wechselwirkungen zwischen den beiden Systemen beeinflussen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die vermehrten Wechselwirkungen leicht zu einer erhöhten Komplexität führen können. Infolgedessen sind steigende Schäden verursacht durch Naturereignisse (wie zu Beginn beschrieben) nicht ausschließlich auf Veränderungen der natürlichen Prozesse oder auf die Entwicklung der betroffenen Werte und deren Verletzlichkeit zurückzuführen, sondern sie sind auch das Ergebnis einer erhöhten Komplexität.

Ziel einer Risikoanalyse ist deshalb nicht nur, einen quantitativen Wert für das Risiko zu berechnen, sondern die Schwachstellen sowie Wechselwirkungen im untersuchten dynamischen System zu erkennen und mit diesem Wissen einen optimierten Ablauf im Risikokreislauf zu erreichen. Diese Erkenntnisse sowie die Entwicklung von dynamischen Konzepten können nicht mehr von einer Einzelperson erarbeitet werden, hierfür sind interdisziplinär ausgerichtete Teams notwendig.

Fazit und Ausblick

Die Grenzen des bestehenden Schutzes gegen sich aus Naturgefahren ergebende Schäden müssen aufgezeigt, und die Eigenverantwortung der Betroffenen erhöht werden – was dem derzeit (noch) praktizierten Trend großteils entgegenläuft. Das Ziel des Risikomanagements ist es, potenzielle sich aus Wildbach- und Lawinengefahren ergebende negative Auswirkungen auf die Gesellschaft mittel- und langfristig zu minimieren. Hierzu müssen diese Risiken zunächst identifiziert, analysiert und bewertet werden, was es erforderlich macht, die Analyse der Gefährdung um die Aspekte des Schadenpotenzials und der Verletzlichkeit zu erweitern.

Bislang ist ein derartiges Vorgehen auf die Anwendung in der standardisierten Kosten-Nutzen-Analyse beschränkt. Die politischen Vorgaben seitens der Europäischen Union (EU-Hochwasserrichtlinie) gehen hier jedoch einen Schritt weiter in Richtung auf die flächendeckende Analyse des Risikos, wobei Wildbachprozesse in kleinen Einzugsgebieten nicht dezidiert ausgeschlossen sind. Die parzellen- oder objektgenaue Darstellung des Risikos ermöglicht es, Aufwendungen, die zum Schutz des Siedlungs- und Wirtschaftsraums getätigt werden, dem entstehenden Nutzen im Sinne einer Risikoreduktion gegenüberzustellen. Die Priorisierung von Maßnahmen wird erleichtert, da aus einer flächendeckenden Quantifizierung von Risiken die kritischen Schlüsselstellen auf der Prozess- wie auf der Schadenpotenzialseite dargestellt werden. Somit werden transparente und nachvollziehbare Entscheidungsgrundlagen geschaffen, die in weiterer Folge auch in der Raumplanung besser umgesetzt werden können. Hier wäre aus österreichischer Sicht der Gesetzgeber gefordert, entsprechende Regelungen – auch für die überörtliche Raumordnung und örtliche Raumplanung – einzuführen.

Risikomanagement soll ein sinnvolles und praktikables Verhältnis zwischen raumplanerischen, bautechnischen und organisatorischen Maßnahmen erreichen. Die Politik ist hierzu gefordert, hinsichtlich der Höhe des zu akzeptierenden Risikos den notwendigen Rahmen abzustecken. Dies hat zwingend über einen breit angelegten Meinungsbildungsprozess, in dem alle relevanten Stakeholder einbezogen sind, zu geschehen. Auf der gesellschaftlichen Ebene ist das Gefahrenbewusstsein zu stärken, was aus dem Blickwinkel der Kommunikation heraus über das Risikokonzept zielgruppenorientiert geschehen kann. Es soll, wie es in der Vision der PLANAT formuliert wurde, eine Risikokultur geschaffen werden, in der die Gefahrenabwehr nicht passiv verankert ist, sondern der Umgang mit Risiken und Chancen aktiv geschieht. Ein entsprechender Dialog über Risiken ermöglicht es Betroffenen, nicht nur über Gefahrenmomente zu reflektieren, sondern auch, Schutzbedarf und -maßnahmen abzuwägen und verbleibende (Rest-)Risiken zu akzeptieren. Wenn Betroffene zu Beteiligten werden, entsteht der Prozess der Risk Governance: Der Umgang mit bekannten und unbekanntem Risiken durch vordefinierte Risikoanalysen und deren Management. Ein wichtiger Faktor dabei ist die frühzeitige Auseinandersetzung mit Risiken, die Bereitstellung von Strategien zur Risikominimierung und das Vorbereiten von Schadensfallpuffern bei Risikoeintritt. Dies beinhaltet insbesondere:

- die Förderung von Gefahrenkenntnis und Risikobewusstsein,
- die Sicherstellung einer angepassten Nutzung des Standortes durch die Raumplanung,
- die Förderung von Eigenvorsorge mittels Anreizsystemen,
- die sorgfältige Abstimmung aller Planungen der öffentlichen Hand,
- die Errichtung von Schutzmaßnahmen,

wo dies nötig, effizient und nachhaltig erscheint, und

- die Schaffung geeigneter Systeme der finanziellen Vorsorge zur Schadensregulierung.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Huebl,
Univ.-Ass. Dipl.-Geogr. Dr. Sven Fuchs
Institut für Alpine Naturgefahren
Universität für Bodenkultur
Peter-Jordan-Str. 82
1190 Wien
E-Mail: johannes.huebl@boku.ac.at
E-Mail: sven.fuchs@boku.ac.at

Univ.-Ass. Mag. Dr. Margreth Keiler
Institut für Geographie und Regionalforschung
Universität Wien
Universitätsstraße 7
1010 Wien
E-Mail: margreth.keiler@univie.ac.at

Literatur / References:

ADGER, N. (2006):
Vulnerability, *Global Environ. Chang.*, 16, S. 268-281.

BANSE, G. und BECHMANN, G. (1998):
Interdisziplinäre Risikoforschung. Opladen: Leske & Budrich.

BÄTZING, W. (1993):
Der sozio-ökonomische Strukturwandel des Alpenraums im 20. Jahrhundert. Bern: Geographica Bernensia.

BMLFUW (2005):
Richtlinien für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und Priorisierung von Maßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung gemäß § 3 Abs. 2 Z 3 Wasserbautenförderungsgesetz. Wien: BMLFUW.

BORTER, P. (1999):
Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren – Methode, Umwelt-Materialien, 107/I. BUWAL: Bern.

CIPRA (1991):
Rahmenkonvention, www.cipra.org/de/alpenkonvention/protokolle-pdf-de/rahmenkonvention_d.pdf (13.04.2009).

CIPRA (1998):
Protokoll Bodenschutz, www.cipra.org/de/alpenkonvention/protokolle-pdf-de/protokoll_d_bodenschutz.pdf (13.04.2009).

CUTTER, S., BARNES, L., BERRY, M., BURTON, C., EVANS, E., TATE, E. und WEBB, J. (2008):
A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, *Global Environ. Chang.*, 18, S. 554-563.

Europäische Kommission (2007):

Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasser-
risiken, eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:027:0034:de:pdf (14.04.2009).

FRITZSCHE (1986):

Wie sicher leben wir? Verlag TÜV Rheinland: Köln.

FUCHS, S. und BRÜNDL, M. (2005):

Damage potential and losses resulting from snow avalanches in settlements in the Canton of Grisons, Switzerland, Natural Hazards, 34, S. 53-69.

FUCHS, S., KEILER, M., ZISCHG, A. und BRÜNDL, M. (2005):

The long-term development of avalanche risk in settlements considering the temporal variability of damage potential. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 5, S. 893-901.

FUCHS, S., HEISS, K. und HÜBL, J. (2007a):

Towards an empirical vulnerability function for use in debris flow risk assessment, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 7, S. 495-506.

FUCHS, S., THÖNI, M., MCALPIN, M., GRUBER, U. und BRÜNDL, M. (2007b):

Avalanche hazard mitigation strategies assessed by cost effectiveness analysis and cost benefit analysis – evidence from Davos, Switzerland. Nat. Hazards, 41, S. 113-129

FUCHS, S. und KEILER, M. (2008):

Variability of natural hazard risk in the European Alps: evidence from damage potential exposed to snow avalanches. In: Pinkowski, J. (ed.): Disaster management handbook. London: Taylor & Francis, S. 267-279.

FUCHS, S., KEILER, M. und ZISCHG, A. (2008):

Multitemporale skalenabhängige Schadenpotenzialanalyse. Wildbach- und Lawinenverbau, 158, S. 146-156.

FUCHS, S. (2009):

Susceptibility versus resilience to mountain hazards in Austria – Paradigms of vulnerability revisited. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 9, S. 337-352.

HÜBL, J. und KRAUS, D. (2003):

Wirtschaftlichkeit und Priorisierung von Schutzmaßnahmen vor Wildbächen, Lawinen und Erosion: Trendanalyse zur Kosten-Nutzen-Untersuchung des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung. Universität für Bodenkultur, Institut für Alpine Naturgefahren, WLS-Report 94.

HÜBL, J., FUCHS, S. und AGNER, P. (2007):

Optimierung der Gefahrenzonenplanung: Weiterentwicklung der Methoden der Gefahrenzonenplanung. Universität für Bodenkultur, Institut für Alpine Naturgefahren, IAN Report 90.

KEILER, M. (2004):

Development of the damage potential resulting from avalanche risk in the period 1950–2000, case study Galtür, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 4, S. 249-256.

KEILER, M., ZISCHG, A., FUCHS, S., HAMA, M. und STÖTTER, J. (2005):

Avalanche related damage potential – changes of persons and mobile values since the mid-twentieth century, case study Galtür, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 5, S. 49-58.

KEILER, M., SAILER, R., JÖRG, P., WEBER, C., FUCHS, S., ZISCHG, A. und SAUERMOSE, S. (2006):

Avalanche risk assessment – a multi-temporal approach, results from Galtür, Austria, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 6, S. 637-651.

KLEIST, L., THIEKEN, A., KÖHLER, P., MÜLLER, M., SEIFERT, I. und WERNER, U. (2004):

Estimation of building values as a basis for a comparative risk assessment. In: Mahlzahl, D. und Plapp, T.: Disasters and society, Berlin: Logos Verlag, S. 115-122.

KRÖGER, W., SEILER, H. und GHEORGHE, A. (1986):

Technik, Risiko und Sicherheit. Zürich: vdf Hochschulverlag.

KURATORIUM FÜR VERKEHRSSICHERHEIT (2005):

Unfallstatistik 2004. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.

ONR 24800 (2009):

Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffe und ihre Definition sowie Klassifizierung. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.

PARRY, M., CANZIANI, O. und PALUTIKOF, J. (2007):

Climate change 2007. Impacts, adaptation and vulnerability: Working Group II contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

PLANAT (2002):

Sicherheit vor Naturgefahren – Die Vision der PLANAT, www.planat.ch/ressourcen/planat_product_d_60.pdf (13.04.2009).

SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVE-
RYT, K., TIGNOR, M. und MILLER, H. (2007):

Climate change 2007. The scientific basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

STATISTIK AUSTRIA (2008):

Gestorbene in Österreich ab 1970: www.statistik.at/web_de/static/gestorbene_in_oesterreich_ab_1970_nach_todesursachen_und_geschlecht_021988.xls (13.04.2009).

STÖTTER, J. und FUCHS, S. (2006):

Umgang mit Naturgefahren – Status quo und zukünftige Anforderungen. In: Fuchs, S., Khakzadeh, L. und Weber, K.: Recht im Naturgefahrenmanagement. Innsbruck: Studienverlag, S. 19-34.

Swiss Virtual Campus NAHRIS: www.nahr.ch (13.04.2009)

UNITED NATIONS (1992):

Agenda21, http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm, (13.04.2009).

VARNES, D. (1984):

Landslide hazard zonation: A review of principles and practices. Paris: UNESCO.

WILHELM, C. (1997):

Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz. Davos: Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung.

WINKLER, C. (2003):

Analyse Vorstudien 431 (2000-2002), Unveröffentlichter Bericht im Auftrag des BUWAL Eidgenössische Forstdirektion, Brig-Glis: Glenz, Walther & Winkler AG.

ZISCHG, A., KEILER, M., FUCHS, S. und MEISSL, G. (2002):

Konzept zur flächendeckenden Risikoanalyse für Naturgefahren im regionalen Maßstab. In: Strobl, J., Blaschke, T. und Griesebner, G. (eds.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIV. Heidelberg: Wichmann, S. 607-615.

ZISCHG, A., FUCHS, S., KEILER, M. und STÖTTER, J. (2005):

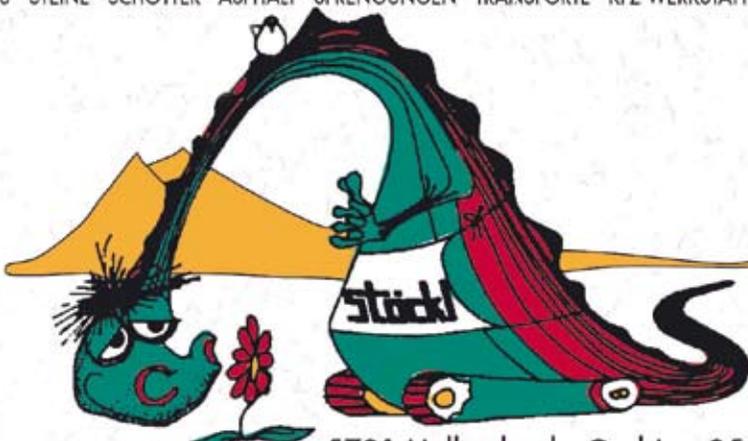
Temporal variability of damage potential on roads as a conceptual contribution towards a short-term avalanche risk simulation, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 5, S. 235-242.

Stöckl

www.stoeckl-dino.at

Franz Stöckl GesmbH

ERDBAU · STEINE · SCHOTTER · ASPHALT · SPRENGUNGEN · TRANSPORTE · KFZ WERKSTATT



5731 Hollersbach, Grubing 35
Tel. 06562/8172-0
 Telefax 06562/8172-27
 Steinbr.-Weißbach Tel. 06582/8275
 e-mail company@stoeckl-dino.at
www.stoeckl-dino.at


 Erdbau


 Steine


 Schotter


 Asphalt


 Sprengungen


 Transporte


 KFZ Reparatur