

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 162 (2011)

Heft: 12

Artikel: Nachhaltiger Umgang mit natürlichen Risiken : antizipativ, integrativ und interdisziplinär

Autor: Klinke, Andreas / Renn, Ortwin

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097747>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 01.05.2026

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

Nachhaltiger Umgang mit natürlichen Risiken: antizipativ, integrativ und interdisziplinär

Andreas Klinke
Ortwin Renn

Eawag, das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs (CH), und Memorial University of Newfoundland (CA)*
Technik- und Umweltsoziologie, Universität Stuttgart (DE)

Sustainable management of natural risks: anticipative, integrative and interdisciplinary

The endangerment through natural risks is globally increasing, despite the efforts to mitigate the effects. Therefore, society needs appropriate methods in order to better anticipate as well as interdisciplinarily assess and estimate natural risks and provide effective and efficient management options. The article proposes a procedural model comprising the four phases of risk anticipation, interdisciplinary risk estimation, standardization of risk types and risk management. Risk communication as dialogue between society, authorities and experts accompanies all phases.

Keywords: natural hazards, risk governance, adaptive risk management, stakeholder involvement, risk typology
doi: 10.3188/szf.2011.0442

* Grenfell Campus, 1 University Drive, Corner Brook, NL, A2H 6P9, Canada, E-Mail aklinke@grenfell.mun.ca

Die Anzahl grosser Naturkatastrophen mit vielen Todesopfern und hohen volkswirtschaftlichen und versicherten Schäden ist in den letzten Jahrzehnten weltweit erheblich angestiegen.¹ Für lange Zeit in Erinnerung bleiben uns wohl Hurrikan «Katrina», der im Jahr 2005 zur Überflutung und grossflächigen Zerstörung von New Orleans führte, und der Tsunami an Weihnachten 2004, der weite Landstriche in den südostasiatischen Ländern verwüstete und rund 220 000 Todesopfer forderte. Fast in Vergessenheit geraten sind hingegen der Zyklon Nargis (Mai 2008) mit 140 000 Todesopfern in Myanmar und die Erdbeben in Pakistan (Oktober 2005) und China (Mai 2008), die beide mehr als 80 000 Menschen das Leben kosteten. Unvergessen bleiben werden auch das Erdbeben im Nordosten Japans im März 2011 und der daraus resultierende Tsunami, die nicht nur ganze Städte und Regionen verwüstet, sondern auch zur Kernschmelze in drei Reaktoren im Atomkraftwerk Fukushima geführt haben. Dieses Ereignis macht zudem deutlich, dass im Naturgefahrenbereich natürliche, technische und soziale Risiken in Zukunft verstärkt in einem räumlichen und kausalen Zusammenhang betrachtet werden müssen.

Die Schadenpotenziale natürlicher und technologischer Risiken sind zu einem zentralen Problem globaler Umweltveränderungen geworden (WBGU

1999). Immer weitreichender und tiefer gehend beeinflusst der Mensch natürliche Kreisläufe und die Stabilität von Ökosystemen, was eine Erhöhung von Umweltrisiken und natürlicher Gefahren mit sich bringt. Die höhere Siedlungsdichte, die wachsende Technisierung der Umwelt und die verstärkte Verwundbarkeit sozialer Systeme sind die zentralen Gründe dafür, dass immer mehr Menschen natürlichen Gefahren und zivilisatorischen Risiken ausgesetzt sind (Klinke & Renn 2001a, Renn et al 2006).

Wie verwundbar unsere Gesellschaft gegenüber Naturkatastrophen ist, hängt nicht nur von der Schwere der Ereignisse ab, sondern vor allem auch von der Belastbarkeit sowie der Widerstands- und Anpassungsfähigkeit unserer Baulichkeiten, der Wirtschaft, der Kultur, des Sozial- und Verkehrswesens und der infrastrukturellen Grundeinrichtungen, welche das arbeitsteilige Funktionieren einer Volkswirtschaft garantieren. Ein wesentlicher Faktor für die Verwundbarkeit ist dabei die Armut. Je ärmer ein Land ist, desto weniger Widerstandskraft hat es gegen natürliche Risiken entwickelt und desto grösser sind die Schäden, wenn es zu einer Katastrophe kommt.

¹ Siehe Datenbank der Münchener Rückversicherung www.munichre.com/de/reinsurance/business/non-life/georisks/natcatservice/default.aspx (25.7.2011)

Natürliche Gefahren werden als vorgegebene, quasi unvermeidbare Schicksalsschläge betrachtet, während technische Risiken als Konsequenzen von Entscheidungen und Handlungen angesehen werden. Aufgrund der unterschiedlichen Betrachtungsweise werden diese Risiken denn auch unterschiedlich bewertet und legitimiert: Im Gegensatz zur Situation der technischen Bedrohung ist die Zufälligkeit des Ereignisses bei natürlichen Risiken nicht der angstausslösende Faktor, vielmehr ist die relative Seltenheit des Ereignisses ein psychischer Verstärker für die Verneinung der Gefahr. Durch die zunehmende Beeinflussung natürlicher Risiken durch menschliche Aktivitäten wird das Risikomuster des Schicksalsschlages immer stärker mit Merkmalen der Risikowahrnehmung als von Menschen geschaffener Bedrohung durchmischt. Dies drückt sich beispielsweise dadurch aus, dass nach Naturkatastrophen immer häufiger die Frage nach der Verantwortung gestellt wird und dabei auch die Unterlassung von möglichen vorbeugenden oder nachsorgenden Massnahmen als schuldhaftes Verhalten angesehen wird.

Integrative und adaptive Kapazitäten im Umgang mit Risiken

Die Fähigkeit, komplexe und ungewisse Risikophänomene institutionell adäquat und nachhaltig zu bewältigen, ist eine Kernfrage der Wissenschaft und der Praxis des Risikomanagements. Wir verstehen integrative und adaptive Funktionen und

Kapazitäten im Umgang mit natürlichen Risiken als einen systematischen Ansatz des organisatorischen und institutionellen Lernens, der die Grundvoraussetzung für Politik und Gesellschaft bildet, um kollektiv und nachhaltig Risiken bewältigen zu können.² Das Ziel besteht dabei darin, von vergangenen oder ähnlichen Erfahrungen zu lernen, um mit gegenwärtigen Herausforderungen fertig zu werden und diese Lektionen auf zukünftige Risikopotenziale anwenden und nachhaltig reagieren zu können.

Aus diesem Grund schlagen wir im Umgang mit natürlichen Risiken ein umfassendes Modell mit integrativen und anpassungsfähigen Eigenschaften vor (Abbildung 1). Es besteht aus den vier Phasen Risikoantizipation, interdisziplinäre Risikobeurteilung, Risikotypologisierung und Risikomanagement, wobei die Risikokommunikation diesen Prozess durchgehend begleitet. Das Modell ist darauf ausgerichtet, Lernfähigkeiten und organisatorische Hilfsmittel effektiv zu nutzen. Dazu zählen institutionelle und finanzielle Mittel, die Flexibilität und Anpassung ermöglichen, aber auch technische Ressourcen (z.B. Datenbanken, Computerprogramme und -apparaturen) und Humanressourcen (z.B. Fertigkeiten, Kenntnisse, Wissen, Expertisen, Wissensgemeinschaften). Die zweckdienliche Beteiligung von Experten, Interessenvertretern und der Öffentlichkeit ist dabei von entscheidender Bedeutung, um integrative und adaptive Potenziale erzeugen und zur Geltung bringen zu können (Pelling et al 2008). Da die soziale Akzeptanz von komplexen und ungewissen Risikophänomenen sowie jegliche Reaktionen von Institutionen und Behörden darauf kritisch sind, sollte der Prozess im Umgang mit Risiken flexibel, inklusiv und iterativ gestaltet sein.

Risikoantizipation

Im ersten Schritt eines integrativen und nachhaltigen Umgangs mit natürlichen Risiken steht die Frage nach möglichen vorausschauenden Massnahmen. Wie können natürliche Risiken antizipiert werden? Frühzeitige Aufdeckung und Vorausabschätzung können durch risikogerechte, institutionelle Mechanismen der Früherkennung und -warnung ermöglicht werden. Unerlässlich dafür ist, dass das relevante Fachwissen zur Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadenauswirkungen nicht nur national, sondern auch international erforscht, ausgewertet und gebündelt sowie mit dem Risiko- und Katastrophenmanagement koordiniert wird.

Wenn es um eine umfassende und anpassungsfähige Bewältigung von natürlichen Risiken

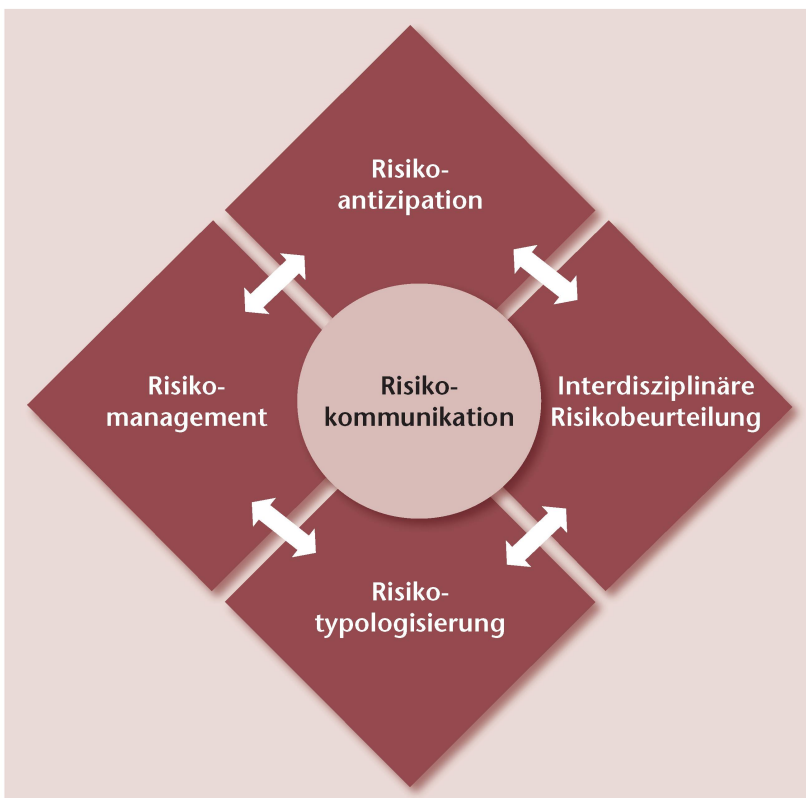


Abb 1 Prozess des Umgangs mit natürlichen Risiken.

² KLINKE A, RENN O (IN PRESS) Integrative and adaptive governance on risk and uncertainty. J Risk Res.

geht, ist der Risikobeurteilung noch ein weiteres, wichtiges Element vorzuschicken. Erst mit der Reflexion über die Wechselwirkung zwischen sozialen Prozessen der Wissensgenerierung und der Verarbeitung von Signalen auf der Basis von Beobachtung und laufendem Monitoring lässt sich ein Erkenntnisgewinn für die Risiko- und Katastrophenforschung ableiten. Diese Aufgabe der Integration und Adaption von wissenschaftlicher Selbst- und Objektbeobachtung steht am Beginn unserer Perspektive (Renn et al 2006). Dabei geht es darum, sowohl die Folgen menschlichen Verhaltens für die natürliche und die soziokulturelle Umwelt als auch die Wechselwirkung zwischen natürlichen Ereignissen, sozialen Vorsorge- und Bewältigungsstrategien und deren Wirksamkeit hinsichtlich kulturell definierter Ziele (wie Erhalt von Menschenleben, Minimierung von Gesundheitsschäden etc.) systematisch und antizipativ zu erfassen (Becker et al 2000).

Wesentliches Element dieser Perspektive ist die Sichtung und Rasterung von risikobezogenen Aktivitäten und Problemen, die sich aus den Mensch-Natur-Interdependenzen ergeben. Es ist wichtig, zu erforschen, was politische und gesellschaftliche Akteure als natürliche Ereignisse mit Gefährdungspotenzial sowie als Strategien zu deren Vorsorge und Bewältigung identifizieren und inwiefern sie sie als Risiko etikettieren (Daft & Weick 1984, Kahneman & Tversky 2000, Reese et al 2003). Um die Probleme konzeptualisieren zu können, muss man sich be-

wusst sein, dass vielfältige Akteure mit unterschiedlichen Zielvorstellungen involviert sind, die oft miteinander darüber in Konflikt stehen, welches die eigentlich geeigneten Bezugsrahmen und Bedeutungsstrukturen sind. Inwiefern ein Konsens gefunden wird, was als Gefährdungspotenzial und was als entsprechende Vorsorge- und Bewältigungsstrategie gilt, ist abhängig von der Legitimation der Auswahlregeln.

Es würde den Menschen der internationalen Staatengemeinschaft sicher zugutekommen, wenn anhand von koordinierten, nationalen und internationalen Mechanismen natürliche Risiken mit relevantem Gefährdungspotenzial rechtzeitig aufgedeckt und abgeschätzt würden. Auf der Basis von gemeinsamen Bezugsrahmen und Bedeutungsstrukturen bedarf es der Nutzung und Förderung der relevanten Forschung, der Bündelung und Synthetisierung stichhaltiger wissenschaftlicher Daten und Informationen, der Auslegung von Untersuchungsergebnissen und Auswirkungen, der Reflexion über und der Bestimmung von angemessenen wissenschaftlichen Konventionen für zukünftige Aktivitäten und der zielgerichteten Darstellung dieses Wissens für politische Entscheidungsträger.

Interdisziplinäre Risikobeurteilung

Um im öffentlichen Interesse stehende Entscheidungen zu einem Risiko fällen zu können, reicht es nicht aus, die Resultate der wissenschaftlichen Risikoabschätzung zu betrachten. Vielmehr ist ein interdisziplinärer Ansatz der Risikobeurteilung notwendig, der die klassische wissenschaftliche Risikoabschätzung mit sozioökonomischen Erkenntnissen verknüpft (Klinke & Renn 2002, Renn 2005, Renn & Walker 2008). Um die mit natürlichen Risiken assoziierten Sorgen und Anliegen betroffener Menschen zu verstehen, sind sowohl die Erkenntnisse aus der Risiko- und Katastrophenwahrnehmung als auch soziale und wirtschaftliche Implikationen aus den unmittelbaren Folgen von Naturkatastrophen einzubeziehen und bei der Auswahl von Managementstrategien und -massnahmen zu berücksichtigen. Der interdisziplinäre Prozess der Risikobeurteilung sollte dabei klar durch wissenschaftliche Analysen untermauert sein, bei welchen naturwissenschaftlich-technisches und sozialwissenschaftliches (inkl. ökonomisches) Wissen gekoppelt ist. Dabei schätzen Experten der naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen einen Erwartungswert aus Schadenpotenzial und Verletzlichkeit (Vulnerabilität), und sozialwissenschaftliche Experten identifizieren und analysieren die Probleme und Fragen, die Individuen oder die Gesellschaft als Ganzes mit dem Gefährdungspotenzial eines natürlichen Risikos in Verbindung bringen.

Kriterium	Beschreibung
Schadenausmass	Bezeichnet adverse Effekte gemessen etwa durch Anzahl von Todesopfern und Verletzten, Produktionsverluste, volkswirtschaftliche Gesamtschäden etc.
Eintrittswahrscheinlichkeit	Bezieht sich auf die Schätzung der relativen Häufigkeit des Auftretens, was einzelne oder regelmässige Ereignisse angeht.
Ungewissheit	Verweist auf die verbleibende Unsicherheit in Bezug auf die statistische Streuung.
Ubiquität	Beschreibt die geografische Reichweite des potenziellen Schadenausmasses.
Persistenz	Weist auf die zeitliche Ausdehnung potenzieller Schäden hin.
Reversibilität	Bezeichnet die Möglichkeit der Wiederherstellung jener Situation, die bestand, bevor sich der Schaden ereignete.
Verzögerungswirkung	Kennzeichnet die Zeitspanne zwischen dem ursprünglichen Ereignis und den eigentlichen Konsequenzen. Die Verzögerung kann durch physikalische, chemische und biologische Mechanismen verursacht werden.
Mobilisierungspotenzial	Beschreibt die Verletzung individueller, sozialer oder kultureller Interessen und Werte. Das Mobilisierungspotenzial wird durch soziale Konflikte und psychologische Reaktionen von Individuen und Gruppen hervorgerufen, die sich durch die Risikokonsequenzen beeinträchtigt fühlen. Es kann auch von wahrgenommenen Ungerechtigkeiten in Bezug auf die Verteilung von Risiken und Nutzen herrühren.

Tab 1 Von WBGU (1999) verwendete Bewertungskriterien bei der Typologisierung von Naturgefahren.

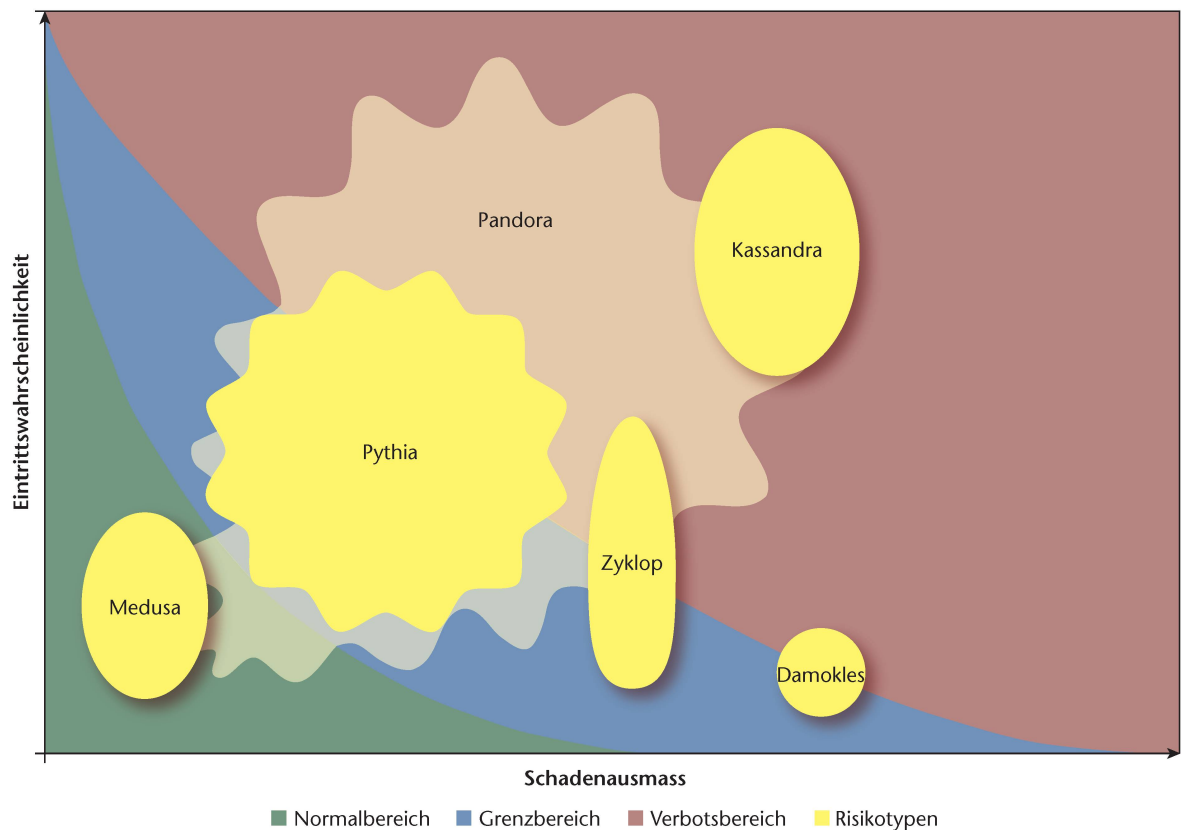


Abb 2 Risikotypen in Relation zu Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenausmass. Quelle: WBGU (1999), modifiziert

Es gibt mittlerweile unterschiedliche Ansätze und Vorschläge, um die Herausforderung einer interdisziplinären Risikobeurteilung anzugehen. Wir beziehen uns im Folgenden auf ein vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) entwickeltes Set von Kriterien zur Charakterisierung und Bewertung von natürlichen und technischen Risiken, das besonders gravierende Risiken identifiziert und unterscheidbar macht (Klinke & Renn 2001b, 2002; WBGU 1999). Dieser verwendet die in Tabelle 1 zusammengestellten Bewertungskriterien.

Risikotypologisierung

Theoretisch könnte eine Vielzahl von Risikotypen aus diesen acht Bewertungskriterien abgeleitet werden. Eine unüberschaubare Klassifikation würde der Wirklichkeit und dem Zweck der Entwicklung einer Systematik, die zur Abgrenzung und Ableitung von Managementstrategien dient, nicht gerecht werden. In der Realität sind einige Kriterien eng miteinander gekoppelt, andere Kombinationen sind zwar theoretisch möglich, aber es gibt keine oder nur sehr wenige empirische Beispiele dafür. In den herausragenden Kriterien ähnliche Risikophänomene werden deshalb zu einem Risikotyp zusammengefasst. Dabei sind die Risikopotenziale durch einen oder mehrere hohe Werte bei den Kriterien

gekennzeichnet. Aus den acht Bewertungskriterien lassen sich sechs Prototypen von Risikoklassen ableiten (Klinke & Renn 2001b, 2002, WBGU 1999). Diese Risikotypologie haben wir mit Bezeichnungen aus der griechischen Mythologie illustriert (Abbildung 2).

Risikotyp «Schwert des Damokles»

Die griechische Mythologie berichtet, dass Damokles einst zu einem Bankett bei seinem König eingeladen war. Er musste sein Mahl jedoch unter einem scharf geschliffenen und an einem dünnen Faden aufgehängten Schwert einnehmen, sodass das Schwert des Damokles zu einem Sinnbild einer im Glück drohenden Gefahr wurde.

Die unter diesem Typ zusammengefassten Risiken sind durch die Möglichkeit einer verheerenden Katastrophe, also eines sehr grossen Schadenausmasses, aber gleichzeitig durch eine sehr geringe Eintrittswahrscheinlichkeit gekennzeichnet. Typische Beispiele sind Supervulkane und Meteoriteneinschläge. Technologische Risiken wie Kernenergie, grosschemische Anlagen und Staudämme (Abbildung 3) gehören auch in diesen Risikotyp.

Als ein Beispiel sei hier der Einschlag eines riesigen Meteoriten bei der mexikanischen Halbinsel Yucatan vor ungefähr 65 Millionen Jahren angeführt, der – so die plausibelste Hypothese – die sogenannte fünfte Auslöschung biologischer Vielfalt auslöste, bei welcher nicht nur die Dinosaurier ausgestorben sind,



Abb 3 Staudämme gehören zum Risikotyp «Schwert des Damokles» (geringe Eintrittswahrscheinlichkeit, grosses Schadenausmass). Foto: Susann Allgaier

sondern auch etwa 75% aller Tier- und Pflanzenarten auf der Erde (Leakey & Lewin 1996).

Die Experten können mittlerweile die Möglichkeit einer Katastrophe und deren Eintritt bei vielen Meteoriten relativ gut abschätzen, sodass wenig Ungewissheit zurückbleibt. Obwohl grosse Meteoriteneinschläge hinsichtlich ihres Zeitpunkts und ihrer Grösse meist gut vorhergesagt werden können, sind diese Prognosen für die Risikobewertung nur unzureichend, weil das zu erwartende Schadenausmass von der Vulnerabilität des Aufschlagorts abhängt.

Risikotyp «Zyklus»

Die antiken Griechen erzählen von mächtigen Riesen, die dadurch bestraft waren, dass sie nur ein einziges Auge hatten, weshalb sie Zyklopen genannt wurden. Mit nur einem Auge kann die Welt nur eindimensional wahrgenommen werden, die mehrdimensionale Perspektive geht verloren. Der Risikotyp «Zyklus» versinnbildlicht damit Risiken, von welchen eine Seite – das Schadenausmass – von Experten gut abgeschätzt werden kann, während die andere – die Eintrittswahrscheinlichkeit – ungewiss bleibt.

Eine Reihe von natürlichen Gefahren wie Erdbeben, Vulkanausbrüche, azyklische Überschwemmungen und El Niño, wie sie eingangs schon anhand von Beispielen jüngeren Datums geschildert wurden, sind hier als typische Vertreter zu nennen. Ein anderes Beispiel zeigt, dass ein Umweltrisiko auch weitere natürliche Katastrophen nach sich zie-

hen kann. Das Phänomen «El Niño Southern Oscillation» hat, verstärkt durch den anthropogen verursachten Klimawandel (Münchener Rück 1999), einen erheblichen Einfluss auf das Wettergeschehen und auf Naturkatastrophen in vielen Teilen der Welt. Es kann beispielsweise zu heftigen Niederschlägen an der südamerikanischen Westküste und zu grossflächigen Überschwemmungen in Ostafrika und sogar zu Dürren in anderen Teilen der Erde führen.

Oft gibt es zu wenig Kenntnisse über kausale Faktoren. In anderen Fällen beeinflusst menschliches Verhalten die Eintrittswahrscheinlichkeit, sodass dieses Kriterium ungewiss wird. Deshalb gehören auch Aids und andere Infektionskrankheiten in diesen Risikotyp.

Gefährdungen durch natürliche Risiken des Typs Zyklus könnten in sehr seltenen Fällen auch mit umgekehrten Vorzeichen auftreten, d.h., die Eintrittswahrscheinlichkeit kann abgeschätzt werden, aber das Schadenausmass bleibt ungewiss (in Abbildung 2 nicht dargestellt). So raste beispielsweise im Jahr 1997 ein riesiger Magnetsturm von der Sonne auf die Erde zu. Wider Erwarten gab es keine Stromausfälle. Warum nicht, ist bis heute unklar. Laut Forschung treten solche Magnetstürme zyklisch auf, ungefähr alle elf Jahre.

Risikotyp «Pythia»

Die alten Griechen konsultierten in zweifelhaften Fällen eines ihrer Orakel. Das berühmteste war wohl das Orakel von Delphi mit der blinden Se-

herin Pythia. Pythia benebelte ihre Sinne mit Gasen, um in Trance Vorhersagen und Ratschläge für die Zukunft machen zu können. Pythias Weissagungen blieben jedoch immer mehrdeutig.

Für die Risikobewertung bedeutet dies, dass sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch das Schadenausmass unsicher bleiben, d.h., die Ungewissheit ist hoch. Als Beispiele für natürliche Risiken sind hier Zyklone beziehungsweise Orkane, Waldbrände (Abbildung 4) und Gerölllawinen zu nennen. Menschliche Eingriffe in Ökosysteme sowie gentechnologische Innovationen in der Landwirtschaft und in der Lebensmittelproduktion gehören auch zu diesem Risikotyp.

Bei den in der Regel über dem Meer entstehenden Zyklonen beispielsweise besteht dann Ungewissheit, wenn nicht durch wissenschaftliche Vorhersagen prognostiziert werden kann, welche Dimensionen die Stürme annehmen und ob sie auf ihrer Route das Festland streifen. So suchte im Herbst 1999 ein verheerender Orkan den ostindischen Subkontinent heim. In der Region Orissa starben mehrere Tausend

haben vor allem in den amerikanischen Bundesstaaten Montana und Idaho schlimme Waldbrände grossflächige Schädigungen verursacht. Insgesamt wurden tausende Quadratkilometer natürliche Fläche zerstört und dabei Millionen Tonnen Treibhausgas in die Atmosphäre emittiert.⁴

Ein anderes natürliches Risiko dieses Typs sind Heuschreckenplagen. Es wurden schon Milliarden ausgeschlüpfter Heuschrecken beobachtet. Diese verursachen nicht nur erhebliche Verwüstungen in Natur und Landwirtschaft, sondern stellen auch eine Bedrohung für die dort lebenden Menschen dar.

Risikotyp «Büchse der Pandora»

Viele Übel und Missstände erklärten die alten Griechen mit dem Mythos der Büchse der Pandora, einer Büchse, die von Pandora zur Erde gebracht wurde und die alle Laster und Geisseln der Menschheit, aber auch Hoffnung enthielt. Solange die Büchse der Pandora geschlossen blieb, war nichts zu befürchten. Die Büchse wurde aber geöffnet, und von da an eroberte das Schlechte die Welt.

Ähnlich wie beim Risikotyp «Pythia» sind auch hier Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenausmass ungewiss. Die Experten sind sich jedoch einig, dass die Schäden dieses Typs meist geografische Grenzen überschreiten und sogar globale Auswirkungen haben können. Die Auswirkungen sind langelig, und die Folgen sind in der Regel irreversibel. Typische Vertreter sind der Rückgang der Gletscher und Veränderungen in biogeochemischen Systemen wie das Bienensterben oder die Einführung invasiver Arten, deren Folgen über lange Zeiträume stabil bleiben. Auch persistente organische Schadstoffe (POPs) und Endokrine können dauerhafte Veränderungen hervorrufen.

Das Abschmelzen von Gletschern ist ein natürliches Risiko und ein deutliches Signal für die Klimaerwärmung, die eng mit unserem technischen und zivilisatorischen Entwicklungsprozess gekoppelt ist. So ist die arktische Eisdicke in den letzten Jahrzehnten um ungefähr zwei Meter geschrumpft (Johannessen et al 1999), und die alpinen Gletschermassen sind um etwa 50% zurückgegangen (Lozán et al 1998).

Risikotyp «Kassandra»

Kassandra, eine Seherin der Trojaner, sagte die Gefahr eines griechischen Sieges sicher und korrekt voraus, aber ihre Landsleute schenkten ihr keinen Glauben.

Bei den Risiken dieses Typs wird die Wahrscheinlichkeit katastrophaler Folgen von den Exper-



Abb 4 Bei Waldbränden sind sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch das Schadenausmass unsicher. Sie gehören damit zum Risikotyp «Pythia». Foto: René Stieger

Menschen, einige Millionen Menschen wurden obdachlos, und die ganze Ernte wurde zerstört, sodass die Bevölkerung durch Hunger und Krankheiten bedroht war.³

Die Abschätzung von Waldbränden ist gleichfalls mit einer hohen Ungewissheit behaftet. Kleine Waldbrände haben durchaus eine natürliche und nützliche Funktion. Sie säubern den Wald, indem das Unterholz ausgedünnt und der Erdboden gedüngt wird. Grossflächige Waldbrände hingegen stellen eine Gefahr für die Ökosysteme und den Menschen sowie eine erhebliche Kohlendioxidbelastung für die Atmosphäre dar. Im Sommer 2000

³ http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/october/29/newsid_3691000/3691573.stm (28.9.2011)

⁴ www.spiegel.de/panorama/a-89388.html (28.9.2011)



Abb 5 Der Rückgang der Gletscher auf allen Kontinenten ist ein deutliches Signal für die Klimaänderung, ein Risiko, das vielfach ignoriert wird.

Foto: Margreth Allgaier

ten als sehr hoch eingeschätzt, aber es besteht eine erhebliche Verzögerung zwischen dem auslösenden Ereignis und dem Eintritt der katastrophalen Folgen. Das führt zur Situation, dass solche Risiken ignoriert werden. Risiken des Typs Cassandra sind natürlich nur dann relevant, wenn das Schadenausmass hoch ist. Deshalb ist dieser Risikotyp auch im roten, inakzeptablen Bereich angesiedelt (Abbildung 2).

Der anthropogen verursachte Klimawandel als Ganzes sowie dessen Folgen, der weltweite Verlust biologischer Vielfalt und natürliche Veränderungen im Golfstrom sind solche Phänomene. So sind der durchschnittliche weltweite Temperaturanstieg, die Zunahme von Extremwetterereignissen und der Rückgang der Gletscher auf allen Kontinenten deutliche Signale für die Klimaänderung (IPCC 2007; Abbildung 5). Als Konsequenz des Abschmelzens der Gletscher könnte der Meeresspiegel bis zum Jahr 2100 erheblich ansteigen. Der Mensch ist derzeit also dabei, das globale Klima langfristig zu verändern. Die katastrophalen Folgen dieser Veränderungen werden erst in einigen Jahrzehnten ihr maximales Schadenausmass erreichen.

Experten bezeichnen den gegenwärtigen Verlust biologischer Vielfalt als sechste Auslöschung (Leakey & Lewin 1996, WBGU 2000) und vergleichen ihn in seinen Dimensionen mit der sogenannten fünften Auslöschung (siehe Damokles). Sie erwarten im Verlauf der nächsten 100 Jahre einen gravierenden Verlust der Biodiversität und grossskalige Veränderungen in der Biosphäre (WBGU 2000).

Durch die Verzögerungswirkung ist bei den Menschen nur eine relativ geringe Betroffenheit festzustellen, ein Bewusstsein für die Folgen des Verlustes sowie ein langfristiges Verantwortungsgefühl fehlen. Obgleich die gegenwärtige Bevölkerungsentwicklung eine Umgestaltung von Natur- in Kulturräume zwingend erforderlich macht, so ist doch über die systemaren Wirkungen und die langfristige Stabilität der Biosphäre zu wenig bekannt, als dass ein irreversibles Experiment mit einer künstlich geschaffenen Erde eingegangen werden dürfte.

Risikotyp «Medusa»

Die mythologische Welt der antiken Griechen war voller Gefahren, vor welchen sich Menschen, Helden und sogar die Götter fürchteten. Medusa, eine der drei imaginären Gorgonenschwestern, war besonders schrecklich, weil allein ihr Anblick den Betrachter zu Stein werden liess.

Ähnlich wie die Gorgonen Angst und Schrecken verbreiteten, lösen einige moderne Phänomene bei den heutigen Menschen durch ihre subjektive Wahrnehmung Schrecken aus. Einige Innovationen werden abgelehnt, obwohl sie wissenschaftlich kaum als Bedrohung eingeschätzt werden können, aber spezielle Charakteristika aufweisen, die individuell oder kollektiv Angst einjagen oder unerwünscht sind. Solche Phänomene haben ein hohes Mobilisierungspotenzial in der Öffentlichkeit. Dieser Risikotyp ist aber nur von Interesse, wenn zwischen der Risikowahrnehmung der Laien und den

Ergebnissen der Risikoanalyse der Experten eine besonders grosse Differenz besteht. Elektromagnetische Felder, in der Umgangssprache oft Elektromog genannt, sind ein typisches Beispiel dafür.

Das natürliche Risiko der Wasserknappheit, das in einigen Teilen der Erde eine gravierende Bedrohung für Mensch und Umwelt darstellt, ist auf die Schweiz bezogen eher als ein Phänomen des Risikotyps Medusa zu sehen. Zwar gibt es in der Schweiz Regionen, die durchaus immer trockener werden und in denen über ein Viertel der landwirtschaftlichen Nutzflächen bewässert werden muss, aber eine landesweite Gefährdung durch Wassermangel ist wissenschaftlich gesehen weder wahrscheinlich noch mit einem hohen Schadenpotenzial verbunden. Dennoch lösen die Trockenperioden in einigen Regionen im Wasserschloss Europas eine teilweise politische und öffentliche Mobilisierung aus, die immer wieder für Zündstoff sorgt.

Risikomanagement

Die Typologisierung natürlicher Risiken hilft uns bereits, den Weg zu erkennen, wie Gesellschaften besser mit den Risiken umgehen können und sollten. Jeder Risikotyp hat besondere Merkmale, die ihn von den anderen unterscheiden und an denen dann auch die Strategien und Massnahmen zur Risikobewältigung ansetzen müssen.

Aus den sechs Risikotypen ergeben sich drei wesentliche Strategien, die wir als risiko-, vorsorge- und resilienzoriente Strategien bezeichnen. So benötigen die Risikotypen Damokles und Zyklop vor allem risikoorientierte Strategien, Pythia und Pandora die Anwendung von Vorsorge, und Cassandra und Medusa machen vorrangig Strategien zur Erhöhung der Resilienz und zur Verringerung der Vulnerabilität notwendig. Wie unterscheiden sich die drei Managementstrategien?

Risikoorientierte Strategien und Massnahmen setzen an den beiden klassischen Komponenten Wahrscheinlichkeit und Schadenausmass an, ohne aber eine multiplikative Verbindung zwischen den beiden Komponenten vorzunehmen. Innerhalb des Risikotyps Damokles sind die wichtigsten Bewertungskriterien Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenausmass relativ gut bekannt, sodass die verbleibenden Ungewissheiten relativ gut abgeschätzt werden können. Die Besonderheit von Damokles-Risiken besteht im grossen Katastrophenpotenzial. Primäre Aufgabe des Risikomanagements ist es deshalb, das Katastrophenpotenzial zu reduzieren, indem durch weitere Forschung und Veränderungen des technischen Designs (z.B. Puffer, Redundanzen, Schutzzonen) in betroffenen Gebieten der maximal mögliche Schaden überschaubar und beherrschbar gemacht wird.

Innerhalb des Risikotyps Zyklop ist eine Verknüpfung von risikoorientierten und vorsorgeorientierten Strategien nützlich, weil das Schadenausmass zwar relativ gut bekannt ist, aber die Eintrittswahrscheinlichkeit ungewiss bleibt. Um dieses Defizit beheben zu können, sind eine verstärkte Forschung sowie ein intensives Monitoring und Früherkennung zur besseren Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit erforderlich. Haftungsregelungen oder eine Versicherungspflicht könnten einen zusätzlichen Anreiz zur Reduzierung des individuellen Risikopotenzials, zur Prävention unerwünschter Überraschungen und zur Absicherung gegen Katastrophenpotenziale bieten, wenn Bedingungen wie risikogerechte Prämien oder Leistungsausschlüsse bei fehlenden Präventionsanstrengungen der Versicherten zum Einsatz kommen würden. Akteure, die in besonders gefährdeten Gebieten leben, werden dadurch ermutigt, ihre Kenntnisse zu verbessern und das persönliche Gefährdungspotenzial zu verringern.

Typische Kandidaten für vorsorgeorientierte Strategien und Massnahmen sind Risiken der Typen Pythia und Pandora. Beiden Risikotypen ist gemein, dass die beiden klassischen Komponenten Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenausmass mit grossen Unsicherheiten verbunden sind. Bei Pandora kommt hinzu, dass die Auswirkungen zeitlich wie örtlich andauern, also Folgen gar nicht oder nur mit grossem Aufwand rückgängig gemacht werden können. Hier ist deshalb besondere Vorsicht im Sinne der Vorausschau und des Scharfblicks angebracht. Was bedeutet das konkret? Zunächst kann das generelle Minimierungsgebot hier greifen. Anthropogen beeinflusste Verstärker der natürlichen Risiken sollen danach kontinuierlich reduziert werden, gleichgültig ob damit signifikant messbare Effekte auf Gesundheits- und Lebensrisiken verbunden sind. Das Umweltrecht kennt solche Minimierungsgebote beispielsweise unter den Akronymen ALARA (as low as reasonably achievable), BACT (best available control technology), SdT (Stand der Technik). Zudem können die Auswirkungen solcher Risikopotenziale in ihrer zeitlichen und örtlichen Ausdehnung begrenzt werden, im englischen Sprachgebrauch wird dies als Containment Strategy bezeichnet. Je mehr versucht wird, das Katastrophenpotenzial räumlich und zeitlich zu begrenzen, desto eher kann man mit möglichen negativen Folgen leben. Schliesslich kann man nach Indikatoren und Indizien Ausschau halten, die ein messbares Merkmal für die Auslösung eines Risikopotenzials beschreiben oder fatale Auswirkung indizieren.

Für die Risikotypen Cassandra und Medusa ist dagegen ein auf die gesellschaftliche Mitwirkung bezogenes, resilienzorientes Management gefragt, das sich mit der Handhabung von Vulnerabilität befasst. Beide Risikotypen stehen sich in ihrer sozialen Dimension nahe, wenn auch aus gegensätzlichen Gründen: Bei Cassandra nimmt die Gesellschaft ein

ernsthaftes Risiko einfach nicht ausreichend wahr und unterschätzt damit ihre Verwundbarkeit, bei Medusa dramatisiert sie ein Risiko, ohne dass es dafür gute Gründe gäbe. Die Therapie zeigt in beiden Fällen eine ähnliche Stossrichtung: Es braucht mehr Kommunikation und Vertrauen zwischen den gesellschaftlichen Gruppen.

Im ersten Fall gilt es, der Ernsthaftigkeit der Bedrohung durch Aufklärung der Gesellschaft sowie durch Anpassungs- und Nachsorgestrategien zu begegnen. Es geht darum, die Langzeitperspektiven zu verdeutlichen und das Engagement zu verstärken, um die Verwundbarkeit zu verringern und die Selbsthilfekapazität zu verbessern. Im zweiten Falle geht es um eine möglichst transparente und urteilsbildende Risikokommunikation, die nicht in paternalistischer Form zu belehren sucht, sondern den Bürgern und Bürgerinnen die Chance gibt, sich auf der Basis der faktischen Zusammenhänge und der verbleibenden Unsicherheiten ein eigenes Urteil zu bilden. Häufig können auch verbesserte Mitwirkungsmöglichkeiten bei diesen Risikotypen zu einer angemesseneren Form der Risikowahrnehmung führen.

Alle drei Managementstrategien sind natürlich nicht exklusiv zu verstehen. Viele natürliche Risiken benötigen zwar eine vorrangige Behandlung durch eine Managementstrategie, aber auch eine parallele Behandlung nach allen drei Risikomanagementstrategien, weil sie in ihren unterschiedlichen Ausprägungen und in ihrem Zusammenwirken mit menschlichen Eingriffen in natürliche Kreisläufe die Bedingungen mehrerer Typen erfüllen. Es ist geradezu das Kennzeichen natürlicher Risiken, dass sie eine abgestufte Kombination verschiedener Managementstrategien erfordern. Die Tabelle 2 fasst die

Merkmale zusammen und weist auf die angepassten Strategien hin, um effektive Massnahmen für die Risikopolitik ableiten zu können.

Um die drei Managementkategorien abdecken zu können, sind spezifische soziopolitische Handlungen gefragt:

- Entwicklung sanfter und risikoarmer Technologien, wie zum Beispiel Energiegewinnung über regenerative Rohstoffe, mit denen die Folgen natürlicher Katastrophen nicht verstärkt werden;
- Etablierung von adaptiven Kapazitäten in Institutionen (dezentralisierte Einheiten, die flexibel, selbstlernend, schnell und wirksam auf überraschende Ereignisse reagieren können);
- Verbindung ökonomischer Anreize mit Risikovermeidung und Risikominderung (durch Haftungsrecht, verbindliche Versicherungen, Steuererleichterung, Bonussysteme etc.);
- ständiges Monitoring und Frühwarnsysteme auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene, um Koordinationsbedarf bei Not- und Katastrophenfällen besser und früher erkennen zu können;
- institutionelle Einrichtungen auf der lokalen, regionalen, nationalen und internationalen Ebene zur Risikoabschätzung und zum Risikomanagement, wobei die lokale Ebene eine wesentliche Grundlage für den Umgang mit natürlichen Risiken bildet und die Einrichtungen untereinander vernetzt sind.

Risikokommunikation

Risikokommunikation ist zu einem Schlüsselwort in der Debatte um die gesellschaftliche Akzeptanz und das strategische Management von natürli-

Managementstrategie	Inhalt
Risikoorientiertes Management	<ul style="list-style-type: none"> ● Basis ist die wissenschaftliche Abschätzung ● Wenig Ungewissheit ● Primäre Handlungsoption: Vermeidung (wenn das Risikopotenzial hoch ist) ● Sekundäre Handlungsoption: technische Gegenmassnahmen ● Weitere Handlungsoptionen: Frühwarnsysteme, Schadenminderung und Notfallplanung
Vorsorgeorientiertes Management	<ul style="list-style-type: none"> ● Erfordert die Verbesserung der Abschätzungsfähigkeiten ● Lokale, nationale, regionale und internationale Netzwerke von Monitoring, Überwachung und Frühwarnung ● Vorsorgemassnahmen wie Begrenzung von Anlagen, Sicherheitskorridore, technischer Schutz etc. ● Szenarien für Schadenmöglichkeiten, einschliesslich organisatorischer Vorbereitungen für schnelle Katastrophenhilfe (lokal, national, international)
Resilienzorientiertes Management respektive Management von Vulnerabilität	<ul style="list-style-type: none"> ● Vermeidung von Teufelskreisläufen (Armut, marginale Landnutzung, Fehlen von Ausbildung und Schutzeinrichtungen, soziale Verstärkung von Risiken) ● Verbesserung von technischer und organisatorischer Infrastruktur ● Koppelung von Risikovermeidung und ökonomischen Anreizen ● Unterstützung zur Verbesserung von Managementkapazitäten ● Ausbildung, Information und Beteiligung lokaler Bevölkerung

Tab 2 Managementstrategien zur Bewältigung von natürlichen Risiken.

chen, technischen und zivilisatorischen Risiken geworden. Risikokommunikation ist ein zielgerichteter Informationsaustausch zwischen Individuen, politischen Institutionen, Unternehmen, Verbänden, Bürgerinitiativen, Wissenschaftlern, Experten und Medien (Abbildung 6). Der Informationsaustausch bezieht sich dabei auf das Schadenpotenzial, die Bedeutung des Risikos sowie auf politische oder gesellschaftliche Entscheidungen, Handlungen oder

weisen der Empfänger zu beeinflussen. Dazu ist in der Regel die Verständigung über die Bedeutung der jeweiligen Informationen eine notwendige Bedingung. Damit wird beabsichtigt, dass der Empfänger seine bisherige Einstellung zugunsten einer durch die Information angestrebten neuen Haltung aufgibt oder seine Verhaltensweisen ändert.

- **Konfliktschlichtung:** Die Risikokommunikation bildet die Rahmenbedingungen für einen Informationsaustausch, um zu einem Konsens über die Beurteilung von Risiken und die weiteren Verfahrensweisen zu gelangen. Die Verbesserung des Wissens ist eine notwendige Voraussetzung dafür. In einem verständigungsorientierten Diskurs ist durch einen wechselseitigen Überzeugungsprozess ein sinnvoller Konsens möglich, da im Diskurs alle Teilnehmer in gleichem Masse Sender und Empfänger von Informationen sind.

Risikokommunikation kann diese Funktionen nur dann erfüllen, wenn nicht nur über das «Wie» der Kommunikation, sondern auch über das «Was» Klarheit besteht. Wie Risiken von Politik und Experten bewertet werden, ist dabei ebenso bedeutsam für eine erfolgreiche Kommunikation wie die Frage nach der besten Form, der geeigneten Struktur oder dem benutzten Modell des Kommunikationsprozesses. Verpackung ist wichtig, aber die beste Verpackung nützt nichts, wenn das Paket die Verpackung nicht wert ist.

Unser Konzept von Risikokommunikation verbindet eine antizipative Risikoabschätzung, eine interdisziplinäre und rationale Risikobeurteilung, eine nachvollziehbare Risikotypologisierung sowie daraus ableitbare Strategien für das politische Risikomanagement. Erfolgreiche Kommunikation beginnt also mit einem rational durchdachten, sachgerechten und den Wertvorstellungen der Gesellschaft angemessenen Prozess der Risikobewertung. Aus diesem Grund müssen Risikomanager besonderes Augenmerk auf ein nachvollziehbares und den Anliegen der Menschen Rechnung tragendes Verfahren der antizipativen Risikoabschätzung und der interdisziplinären Risikobeurteilung legen. In einem solchen Verfahren muss klargestellt werden, welche Wert- und Sachurteile in die Ausführungen eingeflossen sind.

Wichtig im Kommunikationsprozess ist auch, terminologische Klarheit herzustellen und die unterschiedliche Bedeutung von Parametern und Werten je nach Schutzgut und -prinzip transparent zu machen. Transparenz alleine hilft aber auch nicht weiter. Die Öffentlichkeit will in den Prozess der Bewertung eingebunden werden. Vor allem, wenn es um die politisch brisante Entscheidung geht, ob ein Risiko eher dem Typ Cassandra oder Medusa entspricht, sind unbedingt dialogbasierte Prozesse bei der Bewertung vorzusehen. Erst die diskursive Auseinandersetzung ermöglicht eine kompetente und



Abb 6 Kommunikation ist der Schlüssel zum Erfolg im strategischen Management von Risiken. Foto: Barbara Allgaier Leuch

Massnahmen, die darauf abzielen, die Risiken zu bewältigen oder zu kontrollieren. Systematisch zusammengefasst lassen sich im Wesentlichen vier Funktionen von Risikokommunikation identifizieren (Klinke & Renn 1999, Renn & Levine 1991):

- **Vertrauensbildung:** Mit dieser Funktion fördert die Risikokommunikation das Vertrauen und die Glaubwürdigkeit in jene Institutionen und Akteure, die Risiken wissenschaftlich analysieren, bewerten und klassifizieren sowie Strategien und Massnahmen des Risikomanagements politisch und gesellschaftlich entwickeln und umsetzen.

- **Aufklärung und Verbesserung des Wissens:** Die Empfänger von risikobezogenen Informationen müssen in der Lage sein, deren Bedeutung zu verstehen. Angestrebt wird eine Symmetrie zwischen den Intentionen des Senders und der Interpretation der Informationen durch den Empfänger, gleichgültig, wie er diese Informationen bewertet oder ob er seine Meinungen, Einstellungen oder Verhaltensweisen aufgrund dieser Informationen ändert.

- **Einstellungs- und Verhaltensänderung:** Übermittlung und Informationsaustausch zielen darauf ab, die Meinungen, Einstellungen oder Verhaltens-

faire Entscheidung. Ein Diskurs ohne systematische Wissensgrundlage bleibt leeres Gerede. Ein Diskurs, der diesen Namen verdient, braucht Offenheit in Bezug auf das Ergebnis, ein klares Mandat und einen Begründungszwang für Wissens Elemente und ethische Normen.

Aus diesem Grund sind partizipative Instrumente und diskursive Verfahren der Konsensfindung in jüngster Zeit immer stärker in den Blickwinkel der Politik geraten. Mit diesen Verfahren, in deren Mittelpunkt der Dialog steht, sollen für konkrete Problemsituationen kompetente Problemerkennungen und Problemlösungen erfolgen. Dabei wird den potenziell Betroffenen die Chance eingeräumt, ihre Interessen und Einstellungen in den Prozess der Entscheidungsfindung betreffend Risikomanagementstrategien einzubringen.

Diskursive Instrumente haben natürlich auch ihre Grenzen: Oft lässt sich im Voraus die Effektivität der jeweiligen Massnahmen nicht abschätzen. Aus diesem Grund sind neben den partizipativen Verfahren interaktive Formen der Kommunikation erforderlich. Interaktiv bedeutet, dass die an Entscheidungen nicht direkt beteiligten Personen mit denen kommunizieren, die direkt an den Entscheidungen beteiligt sind. Wichtig ist, dass ein Dialog zustande kommt, in dem beide Seiten Informationen austauschen und auch voneinander lernen können. Neben den dialogischen Verfahren wird auch die klassische Öffentlichkeitsarbeit weiterhin benötigt. Es sollte aber deutlich geworden sein, dass diese in einer pluralistischen Gesellschaft selten Einstellungen ändern und auch wenig zu einer rationalen und angemessenen Bewertung von Risiken beitragen kann. Die klassische Öffentlichkeitsarbeit sollte daher mehr darauf bedacht sein, die Legitimität des Verfahrens zum Angelpunkt der Information zu machen und weniger die Ergebnisse.

Schlussfolgerungen

Die Gefährdung durch natürliche Risiken wächst weltweit, trotz allen Anstrengungen, ihre Auswirkungen zu mildern. Die Gesellschaft braucht deshalb geeignete Methoden, um natürliche Risiken besser vorhersehen, fachgebietsübergreifend abschätzen und bewerten sowie effektive und effiziente Managementoptionen zur Verfügung stellen zu können. Das hier vorgeschlagene Prozessmodell stellt eine pragmatische Problemlösung dafür dar. Aufgrund der verwendeten integrativen und adaptiven Systematik gelangen wir zu folgenden Forderungen für einen effektiven, effizienten und nachhaltigen Umgang mit natürlichen Risiken:

- Die Vorgehensweise ist integrativ, interdisziplinär, anpassungs- und lernfähig. Hierzu werden technische, natur- und sozialwissenschaftliche Risiko-

ansätze zu einem gemeinsamen Ansatz zusammengeführt. Dieses Vorgehen ist problemorientiert, praxisnah, methodenübergreifend und partizipativ angelegt.

- Die Bewertungskriterien sind plural und gehen über die klassischen Kriterien Schadenausmass und Eintrittswahrscheinlichkeit hinaus.

- Die Risiken werden konsistent und problemgerecht charakterisiert und praxisnah bewertet. Die Risikotypologisierung kann helfen, natürliche Risiken schnell und zuverlässig zu charakterisieren und entsprechende Managementmassnahmen auszuwählen.

Unabhängig davon, welche der drei Managementstrategien gewählt wird, ist eine Reihe von flankierenden Massnahmen notwendig, damit mittel- und langfristig die exponentiell ansteigende Schadenkurve wieder abflacht. Darunter fallen die Entwicklung von Modellen für systemische Risiken, welche sich aus der Verknüpfung von natürlichen Gefahren sowie technologischen und zivilisatorischen Risiken ergeben, die Verbesserung der Hilfe zur Selbsthilfe für ein effektives Risikomanagement, die Verknüpfung von ökonomischen Anreizen mit Risikovermeidung und risikoreduzierendem Verhalten, die Unterstützung der exponierten Bevölkerung bei der Informationsbeschaffung, bei Ausbildungsprogrammen und bei der Stärkung ihrer lokalen Fähigkeiten und die Einrichtung einer unabhängigen Institution zur Risikoabschätzung und -bewertung mit dem Ziel, die Früherkennung und Frühwarnung weltweit zu vernetzen und ein globales Frühwarnsystem einzurichten (WBGU 1999). ■

Eingereicht: 17. Dezember 2010, akzeptiert (mit Review): 5. September 2011

Literatur

- BECKER E, JAHN T, SCHRAMM E, HUMMEL D, STIESS I (2000) Sozial-ökologische Forschung – Rahmenkonzept für einen neuen Förderschwerpunkt. Frankfurt a.M.: Institut sozial-ökologische Forschung. 55 p.
- DAFT RL, WEICK KE (1984) Toward a model of organizations as interpretation systems. *Acad Manage Rev* 9: 284–295.
- IPCC (2007) Climate change 2007. Synthesis Report of the IPCC Fourth Assessment Report. Cambridge: Cambridge Univ Press. 104 p.
- JOHANNESSEN OM, SHALINA EV, MILES MW (1999) Satellite evidence for an arctic sea ice cover in transformation. *Science* 286: 1937–1939.
- KAHNEMAN D, TVERSKY A, EDITORS (2000) Choices, values, and frames. Cambridge: Cambridge Univ Press. 840 p.
- KLINKE A, RENN O (1999) Risikokommunikation als integraler Bestandteil von Umweltrisikopolitik. *Z Angew Umweltforsch* S10: 138–153.
- KLINKE A, RENN O (2001A) Natürliche Gefahren – unvermeidbares Schicksal oder eine Herausforderung für modernes Risikomanagement? *Bündnerwald* 54 (5): 6–13.
- KLINKE A, RENN O (2001B) Precautionary principle and discursive strategies: classifying and managing risks. *J Risk Res* 4: 159–173.

- KLINKE A, RENN O (2002)** A new approach to risk evaluation and management: risk-based, precaution-based and discourse-based strategies. *Risk Anal* 22: 1071–1094.
- LEAKEY R, LEWIN R (1996)** Die sechste Auslöschung. Lebensvielfalt und die Zukunft der Menschheit. Frankfurt a.M.: Fischer. 332 p.
- LOZÁN JL, GRASSL H, HUPFER P, EDITORS (1998)** Warnsignal Klima. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft. Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen. 463 p.
- MÜNCHENER RÜCK (1999)** Topics 2000. Naturkatastrophen – Stand der Dinge. München: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft.
- PELLING M, HIGH C, DEARING J, SMITH D (2008)** Shadow spaces for social learning: a relational understanding of adaptive capacity to climate change within organisations. *Environ Planning A* 40: 867–884.
- REESE SD, GANDY OH, GRANT AE, EDITORS (2003)** Framing public life: perspectives on media and our understanding of the social world. London: Routledge. 416 p.
- RENN O (2005)** Risk governance: towards an integrative approach. Geneva: International Risk Governance Council. 157 p.
- RENN O, LEVINE D (1991)** Trust and credibility in risk communication. In: Kasperson RE, Stallen PJ, editors. *Communicating risk to the public*. Dordrecht: Springer. pp. 175–218.
- RENN O, WALKER K (2008)** Lessons learned: a re-assessment of the IRGC framework on risk governance. In: Renn O, Walker K, editors. *The IRGC risk governance framework: concepts and practice*. Heidelberg: Springer. pp. 331–367.
- RENN O, BENINGHAUS C, KLINKE A (2006)** Bewertung und Management von Naturgefahren. Ein integratives, transdisziplinäres Verfahren. Wien: Forum Wissenschaft Umwelt, *Wissenschaft Umwelt Interdisziplinär* 10: 135–156.
- WBGU (1999)** Welt im Wandel: Strategie zur Bewältigung globaler Umweltrisiken. Berlin: Springer. 378 p.
- WBGU (2000)** Welt im Wandel: Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre. Berlin: Springer. 482 p.

Nachhaltiger Umgang mit natürlichen Risiken: antizipativ, integrativ und interdisziplinär

Die Gefährdung durch natürliche Risiken wächst weltweit, trotz allen Anstrengungen, ihre Auswirkungen zu mildern. Die Gesellschaft braucht deshalb geeignete Methoden, um natürliche Risiken besser vorhersehen, fachgebietsübergreifend abschätzen und bewerten sowie effektive und effiziente Managementoptionen zur Verfügung stellen zu können. Der Artikel stellt ein Prozessmodell vor, welches die vier Phasen Risikoantizipation, interdisziplinäre Risikobeurteilung, Risikotypologisierung und Risikomanagement durchläuft und welches der Risikokommunikation als Dialog zwischen Gesellschaft, Behörden und Experten einen hohen Stellenwert beimisst.

Gestion durable des risques naturels: anticipatif, intégratif et interdisciplinaire

Les menaces dues aux dangers naturels sont en augmentation dans le monde entier, malgré les efforts pour en atténuer les effets. Pour cette raison, la société a besoin de méthodes adaptées pour mieux prévoir les risques naturels, les évaluer et les apprécier de manière interdisciplinaire, ainsi que pour mettre à disposition des options de gestion effectives et efficaces. L'article présente un modèle de processus qui parcourt les quatre phases d'anticipation, d'évaluation interdisciplinaire, de standardisation et de gestion des risques, et qui met l'accent sur la communication entre société, autorités et experts.