

Herausforderungen bei der Abgrenzung von Gefährdungsstufen und der Festlegung gefährdeter Zonen von Naturgefahren

Thomas Glade (Bonn)

1 Grundlagen

Endogene und exogene natürliche Prozesse bildeten und formten die Erdoberfläche und prägen sie noch heute. Über Jahrtausende lebten die Menschen mit der Natur, kannten Regionen, die genutzt werden konnten, und Gebiete, die besser gemieden werden sollten. Im Laufe der Zeit fand eine Adaption an die lokalen Gegebenheiten statt. Der Naturraum wurde bewohnt und oft bewirtschaftet in einer Nutzung, die wir heute als nachhaltig bezeichnen. Mit verbesserten Kenntnissen und besonders aufgrund vorher nicht vorhandener technischer Möglichkeiten wurde es möglich, aktiv in den Naturhaushalt einzugreifen. Bereits vorhandene Nutzung konnte intensiviert werden, und neue Gebiete wurden erschlossen. Diese Erschließungen beinhalteten beispielsweise Rodungen weiter Gebiete und die Errichtung von Schutzbauten (z. B. Dämme an Flüssen gegen Überflutungen, Deiche an Küsten gegen Sturmfluten, Verbauungen im Hochgebirge gegen Schneelawinen etc.).

Mit erhöhten Mobilitäten und meist gleichzeitigem Kenntnisverlust der naturräumlichen lokalen Gegebenheiten geriet die grundlegende Disposition einer Region gegenüber den natürlichen Prozessen häufig in Vergessenheit. Trotz dieses Verlustes behält – und verändert – jeder Naturraum eine gewisse Empfindlichkeit oder Anfälligkeit gegenüber einem spezifischen Naturereignis oder einer Kombination von Ereignissen. Diese Dispositionen und die potenziellen Konsequenzen aus dem Auftreten von Naturereignissen erfordern eine Ausweisung der potenziellen gefährdeten Flächen. Untersuchungen des potenziellen räumlichen und zeitlichen Auftretens orientieren sich hierbei an folgenden Fragen, die von KIENHOLZ (1999) exemplarisch formuliert wurden:

- 1) Wo treten die Prozesse auf?
- 2) Wann treten sie auf?
- 3) Mit welcher Stärke sind sie anzutreffen?
- 4) Wo treten die Prozesse bei Änderungen auf?
- 5) Wann treten sie bei Änderungen auf?
- 6) Mit welcher Stärke sind sie bei Änderungen anzutreffen?

Die angesprochenen Änderungen in den Fragen vier bis sechs beziehen sich besonders auf veränderte Charakteristika des Einzugsgebietes (z. B. Entwaldung) und der Auslöser (z. B. Starkniederschlag, Erdbeben). Vor der weiteren Behandlung der daraus resultierenden Konsequenzen für die Abgrenzung gefährdeter Zonen wird kurz die zugrunde liegende Terminologie dieser Ausführung erläutert.

In diesem Beitrag werden die Naturereignisse definiert als der Ablauf eines natürlichen Prozesses ohne Betroffenheit des Menschen in seiner Umwelt. Sind aus dem Auftreten eines Naturereignisses Konsequenzen für die Gesellschaft oder generell für das soziale System zu erwarten, wird aus dem Naturereignis eine Naturgefahr. In den Naturwissenschaften ist die Naturgefahr definiert als die Wahrscheinlichkeit des Auftre-

Abgrenzung von Gefährdungsstufen und Festlegung gefährdeter Zonen von Naturgefahren

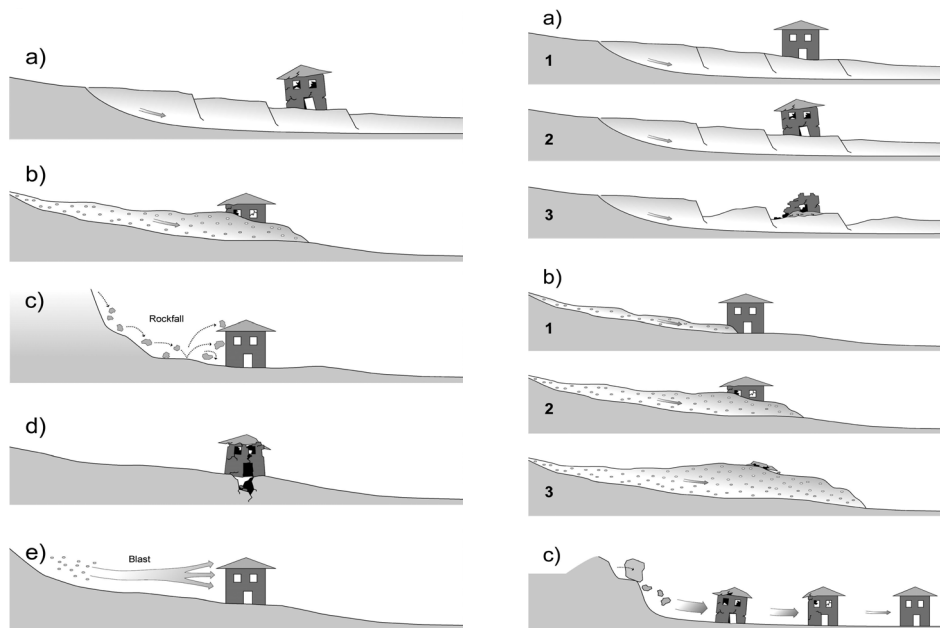


Abb. 1: (linke Seite) Gefährdung des Risikoelementes „Haus“ durch verschiedene natürliche Prozesse (a: flachgründige Rutschung; b: Schneelawine; c: Steinschlag; d: Bodensenkung; e: Luftdruck). (Rechte Seite) Potenzielle Konsequenzen in Abhängigkeit von der Intensität der links dargestellten natürlichen Prozesse (1: geringe -, 2: mittlere -, 3: starke Intensität) (Glade/Crozier 2005b)

tens eines potenziell Schaden bringenden Ereignisses mit einer bestimmten Stärke/Intensität innerhalb eines definierten Zeitintervalls und einer abgegrenzten Region. Hierbei ist der zu erwartende Schaden, bzw. noch allgemeiner formuliert, die zu erwartende Konsequenz nicht differenziert.

Versuche der Quantifizierung der potenziellen Konsequenzen aus dem Auftreten einer Naturgefahr sind in den Ingenieur- und Naturwissenschaften unter dem Begriff des Naturrisikos beschrieben. Das Naturrisiko ist hierbei eine Funktion aus der Naturgefahr und den Konsequenzen. Letztere werden bestimmt aus dem maximalen Schadenspotenzial eines Risikoelementes und der Vulnerabilität dieses Elements gegenüber einer Naturgefahr mit bestimmter Stärke. Risikoelemente sind alle potenziell betroffenen Objekte und Akteure. Die Vulnerabilität ist in diesem Kontext direkt und indirekt bestimmt durch den Grad der Verletzbarkeit/Verwundbarkeit beim Auftreten einer bestimmten Naturgefahr (ALEXANDER 2000). Der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Prozesstypen und den potenziellen Schäden nach der Stärke oder Intensität des Auftretens ist in Abb. 1 exemplarisch dargestellt.

2 Aspekte des natürlichen Prozesses

Die natürlichen Prozesse unterliegen vielfältigen Änderungen in Zeit und Raum. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Zeit-Raum-Änderungen als ein Kontinuum anzusehen sind, d. h. eine Trennung in Teilaspekte ist nur bedingt möglich. Änderungen im Raum bedingen gleichzeitig immer auch einen zeitlichen Wandel, zeitliche Änderungen resultieren umgekehrt in räumlichem Wandel. Deshalb spricht MASSEY (1999/2001)

auch von SpaceTime, also einer untrennbaren RaumZeit-Einheit. Trotzdem soll versucht werden, die Zeit und den Raum im Hinblick auf natürliche Prozesse exemplarisch getrennt zu erläutern.

Zeitliche Aspekte beinhalten sich ändernde Charakteristika in den Einzugsgebieten, z. B. Abholzung, Landnutzungsänderungen, Verwitterung des anstehenden Gesteins. In diesem Zusammenhang ist die Resistenz eines Einzugsgebietes gegenüber einem identischen auslösenden Ereignis zu sehen. Beispielsweise löste ein Extremniederschlag in einem Gebiet Hunderte von Muren aus. Das vorhandene Sediment wurde durch die Muren abtransportiert, d. h. eine identische Niederschlagsmenge würde keine Muren im darauf folgenden Ereignis auslösen – einfach aufgrund der Tatsache, dass kein verlagerbares Material mehr vorhanden ist. Ein vergleichbares Murereignis kann erst dann wieder auftreten, wenn genügend Sedimente über Steinschlag nachgeliefert oder über die Verwitterung des Festgesteins neu aufbereitet worden ist.

In den letzten Jahren wurde besonders der Klimawandel sehr intensiv thematisiert. Beispielsweise wird für bestimmte Regionen zwar weniger Jahresniederschlag berechnet, dafür aber eine Umverteilung der jährlichen Gesamtmenge in stärker ausgeprägte Extreme. Dies kann dazu führen, dass sich langjährige Bewegungsmuster kurzfristig verändern. Beispielsweise kann eine reduzierte kontinuierliche Feuchtigkeitszufuhr bei kriechenden Bergflanken eine Verlangsamung oder auch Stillstand bedingen. Andererseits könnten sich gerade diese kriechenden Bewegungen durch die kurzfristigen Starkniederschläge extrem beschleunigen.

Das räumliche Auftreten natürlicher Prozesse lässt sich in drei grobe Klassen einteilen. Einzelne Objekte treten distinkt an einem speziellen Ort auf. Beispiele beinhalten den Blitz, den Felssturz oder die Hangrutschung und die Schneelawine. Es können jedoch auch lineare Strukturen auftreten, z. B. eindeutige Verwerfungen bei Erdbeben. Andere natürliche Prozesse beeinflussen größere Regionen. Beispiele sind überschwemmte Gebiete, flächenhafter Sturm oder Hagel und Erdbeben. Natürlich existieren auch hierbei Überschneidungen. Beispielsweise können Zehntausende von eigentlich lokal begrenzten Hangrutschungen einen großen Raum betreffen.

Die Beispiele zeigen, dass die Reaktion des Geosystems extrem komplex ist und Aussagen über zukünftige Verhaltensmuster äußerst schwer über Szenarien berechnet werden können. Hinzu kommt, dass die Auswirkungen von identischen Auslösern (z. B. Niederschlagsmenge, Niederschlagsintensität, Erdbebenmagnitude) lokal und regional sehr unterschiedlich sein können. Beispielsweise wird als eine der Auswirkungen des Klimawandels für die Ostalpen die Abnahme der Niederschläge prognostiziert, während gleichzeitig die Westalpen erhöhte Niederschlagsmengen erhalten (BÖHM 2003).

Diese Aspekte der zeitlichen und räumlichen Variabilität der natürlichen Prozesse in ihrem Einzelauftreten aber auch in ihren Wechselwirkungen sind nur ansatzweise in bisherige Konzepte der Gefahrenklassifizierung und Zonierung eingebettet. Anhand dreier Prozesstypen soll beispielhaft der Stand der Gefährdungszonierung aufgezeigt werden.

3 Gefährdungszonierungen für unterschiedliche natürliche Prozesse

3.1 Erdbeben

In den letzten Monaten und Jahren traten starke Erdbeben mit extremen Konsequenzen in verschiedenen Regionen der Erde auf (z. B. Iran 2003, Pakistan 2004). Obwohl die Versicherungswirtschaft durch diese beiden Erdbeben nicht sehr stark betroffen war, sind die humanitären Folgen katastrophal. Dagegen verursachte das Erdbeben am

23. Oktober 2004 in der relativ dünn besiedelten Präfektur Niigata in Japan volkswirtschaftliche Schäden in Höhe von 30 Mrd. US-Dollar und ist damit eine der weltweit teuersten Naturkatastrophen (MUNICHRE 2005). Das Ereignis verdeutlicht, wie enorm groß die monetären Schadenpotenziale in hoch entwickelten Industrienationen sind.

Auch in Deutschland sind Erdbeben kontinuierlich anzutreffen. Das Beben vom 22. Juli 2002 war im Rheinland deutlich zu spüren und verunsicherte viele Menschen. Am 13. April 1992 führte ein Erdbeben zu starken Schäden an der Infrastruktur, und es wurden in der „Niederrheinischen Bucht“ 40 Personen verletzt. Zwar waren Erdbeben, und hierbei besonders Starkbeben, in Deutschland in historischer Zeit recht selten und führten auch im Vergleich zu anderen Regionen durch die kleinen Magnituden nur zu geringen Schäden, jedoch zeigen die vielen Vulkane und die tektonischen Großstrukturen (z. B. Oberrheingraben, Niederrheinische Bucht) das Potenzial großer Erdbeben auch in unserer Region. Beispielsweise geht BORMANN vom GeoForschungsZentrum Potsdam bei einem Erdbeben im Kölner Raum der Stärke 6,4 auf der Richterskala von reinen Gebäudeschaden von 12,5 Mrd. Euro aus – ohne die öffentlichen Einrichtungen einzubeziehen (GENERAL-ANZEIGER BONN, 29.01.2001).

Auch deshalb ist die Erdbebensicherheit in Deutschland in der DIN 4149 geregelt. Zwar handelt es sich um eine bauaufsichtlich bindende Vorschrift, bindend bedeutet in diesem Falle aber nicht, dass bei jedem Haus auf alle Fälle und unbedingt gesonderte Maßnahmen für den Erdbebenschutz vorgenommen werden müssen. Die konventionellen Maßnahmen beispielsweise gegen Windbelastung oder andere Belastungen reichen bei einem Großteil der normalen Wohnhäuser vollkommen aus.

Die seismische Gefährdungskarte für die D-A-CH Staaten (Deutschland, Österreich, Schweiz) entwickelte GRÜNTHAL/BOSSE (1996) im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Die ausgewiesenen erdbebengefährdeten Gebiete sind nach einer Analyse aller Erdbeben der vergangenen Jahrhunderte festgelegt. Sie beschränken sich u. a. auf die Regionen um Aachen und in Süddeutschland auf den Bereich des Kaiserstuhls und nördlich des Bodensees (Details s. GRÜNTHAL et al. 1998). Diese Informationen sind für die Öffentlichkeit auf der Webseite der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (www.bgr.de) direkt zugänglich.

Für Gefahrenhinweise und Zonierungen bei Erdbeben in Deutschland lässt sich zusammenfassen, dass die Erdbeben räumlich begrenzt (u. a. entlang tektonischer Störungslinien) auftreten. Es existieren hervorragende Inventare von langjährigen Messungen, in denen auch historische Daten integriert sind. Vor-Ort-Untersuchungen der Auswirkungen liegen detailliert vor, jedoch fokussieren sich die Modellierungen besonders auf die Starkbeben. Monetäre Risikoanalysen sind momentan beim Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM, Karlsruhe) in Bearbeitung.

Grundsätzlich ist jedoch festzuhalten, dass Unsicherheiten und Fehler häufig nicht angegeben sind. Trotzdem lässt sich konstatieren, dass Gefährdungsstufen für Erdbeben bestimmt sind und Gefahrenzonierungen auf regionaler und nationaler Ebene bereits vorhanden sind oder momentan bearbeitet werden.

3.2 Hochwasser

Schaden bringende Hochwässer treten in Deutschland regelmäßig auf. Die Unwetter an Pfingsten 1999 forderten in Bayern fünf Todesopfer. Eintausend Personen mussten evakuiert werden. Rund 40 000 ha Land wurden überschwemmt, davon 2200 ha Siedlungsgebiet mit 5650 Gebäuden, was zu einer Schadensumme von annähernd 250 Mio.

Euro führte. Im August 2002 führte das „Jahrhunderthochwasser“ an der Elbe zu einem volkswirtschaftlichen Gesamtschaden von ca. 9,5 Mrd. Euro. Davon beliefen sich die versicherten Schäden auf ca. 1,74 Mrd. Euro, aufgeteilt in ca. 940 Mio. Euro bei der Industrie- u. Gewerbeversicherung und ca. 800 Mio. Euro bei Privatversicherungen (MÜNCHNER RÜCK 2002).

Das Versicherungswesen, vertreten durch den Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. GdV, reagiert auf die Schaden bringenden Hochwässer mit dem Zonierungssystem für Überschwemmung, Hochwasser und Rückstau ZÜRS. In einem ersten Schritt wurden auf Basis eines flächendeckenden digitalen Höhenmodells die Überflutungsflächen in der ZÜRS Version von 2001 für die 10-jährlichen und 50-jährlichen Hochwasserereignisse berechnet. Aufgrund der Extremereignisse wurde in einer Überarbeitung 2004 zusätzlich das 200-jährige Hochwasser entlang von wichtigen Flüssen und Nebenflüssen in Deutschland aufgenommen. Die auf analoge Landkarten ausgedruckten Überflutungsflächen wurden mit 200 Wasserwirtschaftsämtern abgestimmt. Eine weitere Qualitätssteigerung erfolgte durch die Integration von Überschwemmungen, die tatsächlich stattgefunden haben. Die neu integrierte Gefährdungszone (GK2) wurde auf der Grundlage eines 50- bis 200-jährlichen Hochwasserereignisses ohne Berücksichtigung von Deichen berechnet. Dadurch bildet die Zone Bereiche ab, die durch Deichbruch, Deichüberströmung oder durch ein extremes Hochwasser gefährdet sind. Die Gebäude, die in dieser Zone liegen, lassen sich grundsätzlich bei einer Einzelrisikobetrachtung versichern, allerdings wird jeder Versicherer die so genannte Kumulgefahr innerhalb seines Bestandes kalkulieren und berücksichtigen müssen. In der neuen Zone 2 liegen etwa zehn bis zwölf Prozent der Gebäude. Zum größten Teil nicht versicherbar sind wie bisher diejenigen etwa drei Prozent der Gebäude, die in den Zonen 3 und 4 liegen.

Auch andere Institutionen entwickelten die Ausweisung der hochwassergefährdeten Gebiete weiter. Beispielsweise veröffentlichte das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) einen Leitfaden zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (MUNLV 2003). Hierbei resultiert die Gefahr aus Hochwasser generell aus der Überflutungsfläche, der Wassertiefe und der Fließgeschwindigkeit. Nach MUNLV (2003) können als weitere Kenngrößen zur Beschreibung der Hochwassergefahr auch die Hochwasserhäufigkeit, die Überflutungsdauer, die Vorwarnzeit und die Wasserqualität herangezogen werden. Farbabstufungen auf den Gefahrenkarten stellen die Überflutungsflächen/-tiefen dar (vgl. bspw. Hochwasser-Gefahrenkarte Obere Lippe in MUNLV 2003). Ebenfalls sind für das untersuchte Gewässer potenzielle Überflutungsflächen, die beim Versagen von Hochwasserschutzeinrichtungen überfluten, extra ausgewiesen.

Wie für die Erdbeben sind auch für die Überschwemmungen und Hochwässer Web-basierte Informationen bereitgestellt (z. B. www.hochwasser.de). Neueste Entwicklungen präsentieren interaktive Web-Applikationen, auf denen man sich für einzelne Straßen und Hausnummern die Überschwemmungsgefährdung anzeigen lassen kann (z. B. www.hw-karten.de/Koeln).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Überschwemmungsgebiete räumlich klar abgegrenzt und die Überschwemmungsgebiete bekannt sind. Es existieren lange Messreihen, und historische Daten sind teilweise vorhanden. Die hydraulischen Modellierungen sind weit fortgeschritten, und Risikokarten sind lokal vorhanden bzw. in Bearbeitung. Teilweise findet bereits eine Integration in vorsorgende Tätigkeiten z. B.

bei Versicherungen und in der Raumplanung statt. Die Gefährdungszonen sind bestimmt, und Gefahrenzonierungen sind auf lokaler bis nationaler Ebene vorhanden.

3.3 Gravitative Massenbewegungen

Die Bedeutung der gravitativen Massenbewegungen (u. a. Berg- und Felssturz, Rotations- und Translationsrutschung und -gleitung, Bodenfließung, Muren) für die Versicherungswirtschaft ist nach offiziellen Angaben untergeordnet. Ungeachtet der großen Schäden verursacht durch gravitative Massenbewegungen sind diese in den Statistiken der großen Versicherungsgesellschaften nicht gesondert aufgeführt. Da zu einem überwiegenden Teil Starkniederschläge und/oder Erdbeben die gravitativen Massenbewegungen auslösen, sind die entsprechenden Schäden bei den jeweiligen Auslösern wie beispielsweise Stürmen, Niederschlägen oder Erdbeben subsumiert.

Trotzdem zeigen viele Beispiele weltweit die große Bedeutung dieser Prozesstypen (z. B. flächenhaftes Auftreten nach Chi-Chi Erdbeben 1999 in Japan, Northridge Erdbeben 1994 in USA, Cyclone Bola 1988 in Neuseeland oder nach Typhoon 2001 in Zentral-Taiwan, Philippinen 2006). Sind die sich bewegenden Objekte bekannt, können sie mit entsprechenden Techniken und Methoden untersucht werden. Häufig interessieren für die Ausweisung von Gefahrenzonen jedoch gerade die Regionen, die bisher noch nicht betroffen wurden. Hierfür sind regionale Modellierungsansätze von besonderer Bedeutung. Neben den klassischen Inventaren sind statistische, physikalisch-basierte und numerische Ansätze für regionale Analysen wichtig (GLADE/CROZIER 2005a). Nationale Ansätze liegen für Deutschland nur in einer ersten Machbarkeitsstudie vor (DIKAU/GLADE 2003). Wie auch bei den Erdbeben und Überschwemmungen sind die historischen Daten bei allen regionalen Gefahrenhinweiskarten von besonderer Bedeutung (GLADE 2001). Regionale statistisch berechnete und physikalisch-basierte Gefahrenhinweiskarten gravitativer Massenbewegungen sind für einzelne Regionen in Deutschland bearbeitet worden, z. B. für Bonn, Rheinhessen und die Schwäbische Alb.

Leider existieren bisher noch keine ausgereiften Web-Applikationen für gravitative Massenbewegungen in Deutschland. Ein Beispiel einer interaktiven Karte aus Italien zeigt jedoch die potenziellen Anwendungsmöglichkeiten (www.irpi.cnr.it). Am Institut for Geological and Nuclear Sciences IGNS, Neuseeland, findet momentan ein Ausbau einer regionalen Web-Applikation für gravitative Massenbewegungen statt (data.gns.cri.nz/landslides). Analog zu den Möglichkeiten bei den Erdbeben und den Überschwemmung wird hier ein großes Entwicklungspotenzial gesehen.

Für den Prozesstyp der gravitativen Massenbewegungen lässt sich zusammenfassend feststellen, dass zwar einige distinkte Einzelereignisse auftreten, häufig jedoch auch mehrere Einzelbewegungen gleichzeitig durch ein Naturereignis ausgelöst werden und der Prozess damit regionale Dimensionen erreicht. Problematisch ist, dass keine langen Messreihen weder von Einzelobjekten noch von regionalen Verbreitungen verfügbar sind. Historische Daten sind nur spärlich vorhanden. Strukturierte und umfassende Inventare auch von einzelnen Ereignissen sind sehr selten und häufig nicht zugänglich. Aufgrund der komplexen und lokalitätsspezifischen Untergrundstruktur lassen sich die gravitativen Massenbewegungen nur extrem schwer mit numerischen Modellen berechnen. Eine Kopplung mit auslösenden Faktoren ist unbedingt erforderlich, wobei zwischen der Reaktivierung einer bereits früher bewegten Masse und einer Neuintüerung unterschieden werden muss. Aus den bisher genannten Gründen ist eine

Gefahrenzonierung vergleichbar mit den Erdbeben oder den Überschwemmungen nach Magnitude/Intensität nur sehr eingeschränkt möglich. Erschwerend kommt bei den meisten der durchgeführten Untersuchungen hinzu, dass Angaben zu Unsicherheiten meist fehlen. Gefährdungsstufen sind folglich nicht einheitlich festgelegt. Es existieren Vorschläge für die Klassifizierung von Gefahrenzonen auf lokalen bis nationalen Maßstäben, diese sind jedoch weder flächig eingeführt noch rechtlich verbindlich.

4 Gefahrenzonierung und Gefährdungsstufen

In Deutschland findet eine intensive Raumnutzung statt. Extensive Nutzung beschränkt sich meist auf entsprechend ausgewiesene Gebiete. In den letzten Jahren ist zu beobachten, dass die Konzentration von bedrohten Gebieten besonders in bebauten Flußauen, an Küstensäumen und in Hanglagen der Mittelgebirge und der Alpen enorm zugenommen hat. Auswirkungen der Extremereignisse zeigen uns immer wieder die Grenzen der Gefahrenabwehr. Beispiele sind die große Sturmflut Februar 1962 in Norddeutschland, der Wintersturm Lothar 1999 in Süddeutschland oder die großen Überschwemmungen im August 2002 entlang der Elbe. Es stellt sich immer dringlicher die Frage nach der Akzeptanz und der Zumutbarkeit von Risiken durch Naturgefahren. Vor diesem Hintergrund muss überdacht werden, ob nicht auch in Deutschland Naturgefahren bei der Raumplanung stärker berücksichtigt werden müssten. Vorschläge hierzu existieren, besonders sei auf das bei GREMINGER (2003) für den Alpenraum vorgeschlagene Ablaufschema hingewiesen (Abb. 2).

In den letzten Dekaden sind in Deutschland viele Erfahrungen im Bereich der Integration der Überschwemmungsgefahr in die Raumplanung gesammelt worden. Diese Erfahrungen können helfen, auch andere Naturgefahren wie Erdbeben, Stürme oder gravitative Massenbewegungen verstärkt in die Raumplanung zu integrieren, auch wenn diese nicht so klar zu begrenzen sind wie die Überflutungsflächen. Entscheidende Arbeit ist besonders in der Ausweisung von einheitlichen Gefahrenklassen für die jeweiligen Prozessbereiche zu leisten.

Gefahrenzonierungen bieten weiterhin die Möglichkeit durch Simulationen und Modellierungen mögliche Auswirkungen entweder von Änderungen im Geosystem oder im sozialen System darzustellen. Solche Szenarien könnten folglich genutzt werden, um die Auswirkungen des globalen Wandels im Sinne einer Umweltveränderung, aber auch der Änderungen der sozial-ökonomischen Strukturen auf unterschiedlichste Naturgefahren zu bestimmen und in ihrer Raumwirkung zu veranschaulichen. Denn obwohl in neueren Studien die Auswirkungen des Umweltwandels adressiert sind, fehlen meist die entsprechenden Aussagen zu den Änderungen in der sozialen Umwelt.

5 Herausforderungen

Zentrale Herausforderungen zur Weiterentwicklung der Gefahrenzonierung und der Definition von Gefährdungsstufen beinhalten

- den Ausbau des Prozessverständnisses und den Wandel der Prozesse in Raum und Zeit,
- den Aufbau von Inventaren von Naturgefahren unter Einbezug historischer Daten für verbesserte Informationen zur Beurteilung und Berechnung der Magnituden/Stärken und deren Wiederkehrintervalle,
- die Entwicklung von Standards zur Vergleichbarkeit der vollkommen unterschiedlichen Prozessbereiche (z. B. Erdbeben, Überschwemmungen, Stürme, Sturmflu-

Abgrenzung von Gefährdungsstufen und Festlegung gefährdeter Zonen von Naturgefahren

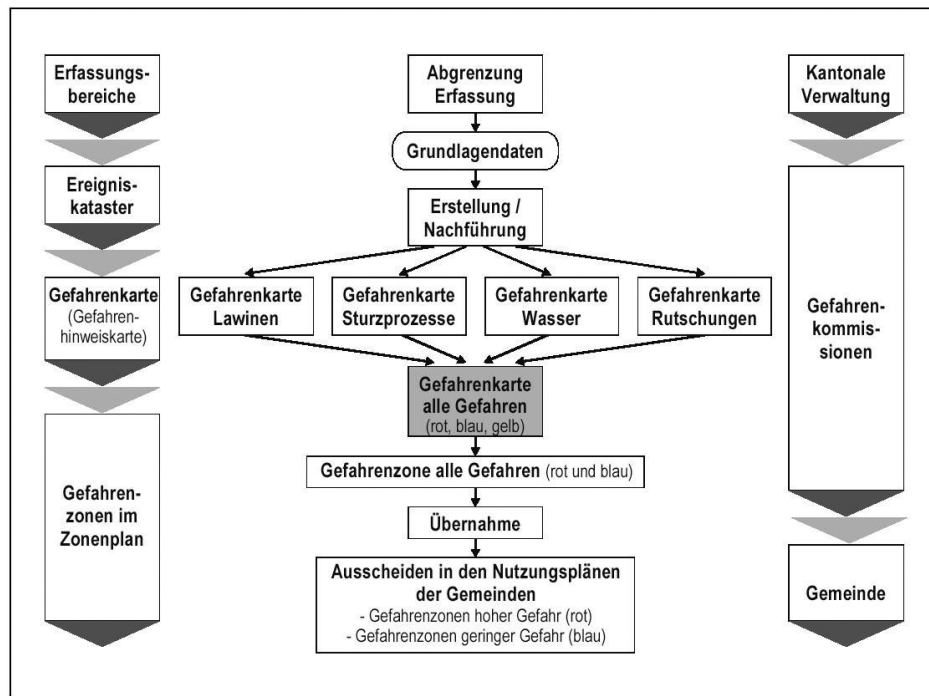


Abb. 2: Mögliches Ablaufschema zur Berücksichtigung der Naturgefahren bei der Raumnutzung (aus Greminger 2003)

ten, Schneelawinen, gravitativen Massenbewegungen etc.),

- die Integration der Validierung der Ergebnisse – entsprechende Angaben fehlen meist in den Gefahrenzonierungen.

Weiterhin stellt sich die Frage, ob eine Ausweisung von Gefahrenzonen nicht durch die Ausweisung von Risikozonen abgelöst werden sollte. Während die Gefahrenzonierung „nur“ die potenziell gefährdeten Gebiete darstellt, wären bei einer Risikozonierung auch die exponierten Werte mit den jeweiligen Vulnerabilitäten gegenüber der spezifischen Naturgefahr berücksichtigt. Eine Risikozonierung würde folglich die tatsächliche Raumnutzung noch stärker berücksichtigen, was sicherlich ganz im Sinne eines wesentlichen Beitrages zu einer zukunftsorientierten Raumentwicklung zu sehen wäre.

Ebenso ist festzustellen, dass die meisten Gefahrenzonierungen statisch sind, d. h. sie sind für einen Zeitpunkt kalkuliert und werden dann als „gegeben“ und unveränderbar hingenommen. Jedem ist jedoch bewusst, dass sich die Grundlagen der Kalkulationen kontinuierlich ändern. Beispielsweise verändern Flussläufe natürlich ihr Gerinnebett, werden Flussabschnitte begradigt und flächenhafte Rodungen in den Flusseinzugsgebieten durchgeführt. Schon diese Beispiele zeigen, dass somit die Annahmen der Kalkulationen nicht mehr gültig sind. Da die Rate der Veränderungen sehr unterschiedlich ist, von sehr klein bei natürlichen Flussverlagerung bis sehr groß bei Rodungen, wäre es äußerst interessant, von statischen Gefahrenkarten zu dynamischen Gefahrenkarten zu gelangen. Gerade die heutigen Möglichkeiten der schnellen Bereitstellung von Informationen, beispielsweise über Internet-Applikationen, eröffnen neue Wege einer schnellen Umsetzung innovativer Entwicklungen.

Eine weitere Herausforderung, die bereits im vorhergehenden Punkt der vergleichbaren Standards angeklungen ist, wäre die verstärkte Bearbeitung eines MultiHazard- oder MultiRisiko-Ansatzes. In einem solchen Ansatz steht nicht mehr ein Naturprozess (z. B. Sturm) im Vordergrund, sondern die Region ist Zentrum der Betrachtung. Beispielsweise ist eine Gemeinde in den Alpen im Winter und Frühjahr von Schneelawinen, im Frühjahr bis Herbst vom Steinschlag, im Sommer und Herbst von Muren und im Frühjahr und Herbst von Überschwemmungen betroffen. Für eine zukunftsfähige Raumplanung ist somit nicht nur die Kenntnis zum Einzelprozess wichtig, sondern ungleich wichtiger ist die Summe aller Gefahren. Diese Gesamtgefahren werden auch als MultiHazards bezeichnet. Im Falle einer Integration der Risikoelemente i. S. der eingangs gegebenen Definition spricht man von den MultiRisiken.

Ein sehr praxisorientierter Umgang mit der Berücksichtigung von Schutzbauten bei der Gefahrenzonierung ist bei der Ausweisung von Überschwemmungsflächen integriert. Hier werden die Überschwemmungsflächen unter Berücksichtigung der Schutzbauten berechnet und entsprechend ausgewiesen. In anderen Farben werden zusätzlich die Flächen ausgewiesen, die bei einem Versagen der Schutzbauten (z. B. Dammbruch) potenziell betroffen werden. Somit können die Schutzziele entsprechend angepasst werden, und die Funktion der Schutzbauten kann ausgezeichnet abgeschätzt werden. Vergleichbare Ansätze sind bei anderen natürlichen Prozessen nur marginal berücksichtigt.

6 Fazit

Grundsätzlich gilt es zu betonen, dass bei jeder Gefahrenzonierung, und sei sie mit noch einem so hoch entwickelten numerischen Model durchgeführt, ein Restrisiko verbleibt. Jede Zonierung bietet somit nur eine limitierte Sicherheit. Eine hundertprozentige Sicherheit ist unerreichbar. Viel eher muss noch stärker gelernt werden, das Restrisiko erstens grundsätzlich zu akzeptieren und zweitens damit umzugehen. Das Sicherheitsdenken muss in einer Risikokultur eingebettet sein.

Ein weiterer zentraler Aspekt bei der Kalkulation von Gefahrenzonen und der Definition der Gefahrenklassen ist die grenzüberschreitende Zusammenarbeit. Eine solche grenzüberschreitende Zusammenarbeit beinhaltet die Überwindung der politischen Grenzen, der administrativen Grenzen, der wissenschaftlichen Grenzen – aber auch der persönlichen Grenzen. Der Wissenstransfer muss vorangetrieben werden, die heutigen Probleme und Herausforderung erfordern in allen Bereichen eine solche grenzüberschreitende Zusammenarbeit.

Danksagung

Der Autor möchte sich bei allen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe für die vielen anregenden Gespräche bedanken. Besonders gedankt sei Timo HOHLWECK, der durch seine Analysen in Rheinhessen viele Aspekte der Gefahrenzonierung und deren Repräsentation beleuchtete. Ganz grundsätzlich sei Rainer BELL für die langjährige Unterstützung bei den Forschungsarbeiten gedankt. Die Finanzierung der Deutschen Forschungsgemeinschaft trug maßgeblich zu den Einzelergebnissen, aber auch zur Entwicklung übergeordneter Konzeptionen bei.

Literatur

- ALEXANDER, D. E. (2000) *Confronting catastrophe*. New York, Oxford.
- BÖHM, R. (2003): Systematische Rekonstruktion von zweieinhalb Jahrhunderten instrumentellem Klima in der größeren Alpenregion – ein Statusbericht. In: Gämmerli, W./Messerli, P./Meusburger, P./Wanner, H. (Hrsg.): *Alpenwelt – Gebirgswelten. Inseln, Brücken, Grenzen. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen des 54. Deutschen Geographentags Bern 2003, 28. September bis 4. Oktober 2003*. Heidelberg/Bern, 123-131.
- DIKAU, R./GLADE, T. (2003). Nationale Gefahrenhinweiskarte gravitativer Massenbewegungen. In: Liedtke, H./Mäusbacher, R./Schmidt, K.-H. (Hrsg.): *Relief, Boden und Wasser*. Heidelberg, 98-99.
- GLADE, T. (2001): Landslide hazard assessment and historical landslide data – an inseparable couple? In: Glade, T./Frances, F./Albini, P. (Eds.): *The use of historical data in natural hazard assessments*, Vol 7. Dordrecht, 153-168.
- GLADE, T./CROZIER, M. J. (2005a): A review of scale dependency in landslide hazard and risk analysis. In: Glade, T./Anderson, M. G./Crozier, M. J. (Eds.): *Landslide hazard and risk*. Chichester, 75-138.
- GLADE, T./CROZIER, M. J. (2005b): The nature of landslide hazard impact. In: Glade, T./Anderson, M. G./Crozier, M. J. (Eds.): *Landslide hazard and risk*. Chichester, 43-74.
- GREMINGER, P. (Hrsg.) (2003): *Naturgefahren und Alpenkonvention – Ereignisanalyse und Empfehlungen*. In: Bericht im Auftrag der Alpenkonvention durch das Bundesamt für Raumentwicklung & Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
- GRÜNTAL, G./BOSSE, C. (1996): Probabilistische Karte der Erdbebengefährdung der Bundesrepublik Deutschland – Erdbebenzonierungskarte für das Nationale Anwendungsdokument zum Eurocode 8. In: *Forschungsbericht, Scientific Technical Report STR 96/10*, GeoForschungsZentrum Potsdam.
- GRÜNTAL, G., MAYER-ROSA, D./LENHARDT, W. A. (1998): Abschätzung der Erdbebengefährdung für die D-A-CH-Staaten – Deutschland, Österreich, Schweiz. In: *Bautechnik*, (75)10, 753-767.
- KIENHOLZ, H. (1999): Anmerkungen zur Beurteilung von Naturgefahren in den Alpen. In: Fischer K. (Hrsg.): *Massenbewegungen und Massentransporte in den Alpen als Gefahrenpotential. Relief, Boden, Paläoklima*. Berlin, 165-184.
- MASSEY, D. (1999): Space-time, 'science', and relationship between physical geography and human geography. In: *Transactions of the Institute of British Geographers*, 24, 261-276.
- MASSEY, D. (2001): Talking of space-time. In: *Transactions of the Institute of British Geographers*, (26)2, 257-261.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MUNLV) (Hrsg.) (2003): *Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten*. Düsseldorf.
- MÜNCHNER RÜCK (2002): *Topics Geo – Jahresrückblick Naturkatastrophen 2002*. München.
- MÜNCHNER RÜCK (2004): *Topics Geo – Jahresrückblick Naturkatastrophen 2004*. München.