

GS-Extra

Risikokarten für Deutschland

Schlüsselkomponenten für ein effizientes Katastrophenmanagement – Einleitungsartikel zur neuen GS-Serie *Risikokartierung*

Die extremen Hochwasser am Rhein 1993/1995 und an der Elbe und Donau 2002, 2005 und 2006, die Erdbeben im Schwarzwald 1978 und 2004, die verheerenden Stürme *Wiebke* und *Lothar* 1990 und 1999 sowie die Industrieunfälle bei Sandoz in Basel 1986 und bei Hoechst in Frankfurt/Main 1993 haben verdeutlicht, wie verletzlich unsere hochtechnisierte Gesellschaft gegenüber Katastrophen ist. Die steigenden Schäden repräsentieren einen besorgniserregenden Trend und unterstreichen die Notwendigkeit eines effizienten Katastrophenmanagements. Einen absoluten Schutz gegen Extremereignisse kann es jedoch nicht geben.

Modernes Katastrophenmanagement wird als Kreislauf begriffen und muss neben technischen Maßnahmen auch präventive und vorsorgende Maßnahmen unter anderem in der Raumplanung, der Eigenvorsorge und im Katastrophenschutz beinhalten (Abb. 1). Die Bewältigung einer Katastrophe geht in die Vorsorge für das nächste extreme Ereignis über (DKKV, 2003).

Die **Vorsorge** für den Katastrophenfall lässt sich grob unterteilen in:

- **Vorbeugung:** alle Handlungen, die durch den Einsatz technischer und nicht-technischer Maßnahmen auf eine Verminderung des Risikos zielen. Hierzu gehören zum Beispiel Maßnahmen, die den Schaden durch eine angemessene Raumnutzung vermeiden oder diesen mit Schutzvorkehrungen abwenden.

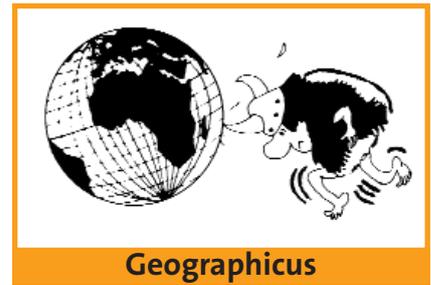
- **Vorbereitung auf den Katastrophenfall:** alle Handlungen, die vor einer Katastrophe ergriffen werden und die helfen sollen, eine Katastrophe zu bewältigen. Hierzu gehören zum Beispiel die Entwicklung von Warnsystemen oder die Ausbildung von Rettungskräften.

Ist ein extremes Ereignis eingetreten, so beginnt die **Bewältigung** der Schäden beziehungsweise der Katastrophe durch:

- **Katastrophenabwehr:** alle Handlungen nach dem Einsetzen einer Katastrophe mit dem Ziel der Verminderung der Katastrophenauswirkungen. Beispiele hierfür sind Rettungsmaßnahmen und Evakuierungen.

- **Wiederaufbau:** alle Handlungen zur Wiederherstellung der durch die Katastrophe geschädigten Strukturen. Dies umfasst zum Beispiel die Instandsetzung der Infrastruktur oder den Wiederaufbau von Siedlungen. In dieser Phase der Nachsorge sind die Aspekte der Vorsorge zu berücksichtigen, womit sich der Kreis schließt.

Schäden durch extreme Naturereignisse können also durch Maßnahmen der Vorsorge und der Bewältigung reduziert werden. Auch wenn die Bewältigung nicht ver-



Woher kommen wir?

Ahnenforschung, Genealogie ist en vogue. Viele möchten wissen, wer ihre Vorfahren waren, manche erhoffen sich davon ein schönes Wappen. Vielleicht war ja ein großer Mann unter den Vorfahren. Manch einer aber wird enttäuscht, z.B. wenn unter den Vorfahren weniger feine Leute waren. Henker, Diebe, Gehenkte. Je mobiler unsere Gesellschaft wird, umso mehr kommt auch die Frage auf, woher wir bzw. unsere Vorfahren gekommen sind. Heute wohnt man in München, die Eltern sind im Ruhrgebiet aufgewachsen, deren Eltern stammten aus Westpreußen. Wenn man das Problem in größerem Stile angeht, ist eigentlich ziemlich sicher, dass wir alle aus Ostafrika stammen, von Lucy oder deren Verwandten. Die prähistorische Wanderschaft ist in groben Zügen bekannt. Unsere Vorfahren schwärmten von Afrika in den Nahen Osten, von dort nach Zentralasien, Europa und bis nach Australien und Amerika. Im Einzelnen sind aber noch viele Fragen ungeklärt. Trieb es der homo sapiens mit dem Neandertaler? Spielte die spätere Seidenstraße bei der Wanderungsbewegung eine Rolle? Wie ist das nun wirklich mit den Indianern in Amerika gelaufen? Hier geht wieder die Suche nach Vorfahren los. Aber jetzt werden vor allem Gruppen befragt, von denen man weiß, dass sie lange Zeit nicht mehr unterwegs waren. Indigene Völker ohne große Wanderungen und ohne allzu engen Kontakt mit anderen. Das geht heute mit dem Genographic Project (das „n“ ist richtig in dem Wort). Gene werden untersucht, um auf Vorfahren schließen zu können und damit auf Wanderungsbewegungen. Auch hier kommen dann Überraschungen vor, die man gar nicht so gewünscht hat. So stammt – nur mal so ein Beispiel - Lorinna Rawson aus South Naknek in Alaska nicht von den Athabasca-Indianern ab, sondern von deren ehemaligen Erzfeinden, den Yupik-Eskimos. So ist das halt mit der Ahnenforschung. Lokal und global kommt nicht immer das raus, was man sich wünscht. Da werden Feinde zu Vorfahren. Auf weitere Ergebnisse des Genographic Projects darf man gespannt sein.

Der Kreislauf des Katastrophenmanagements am Beispiel Hochwasser

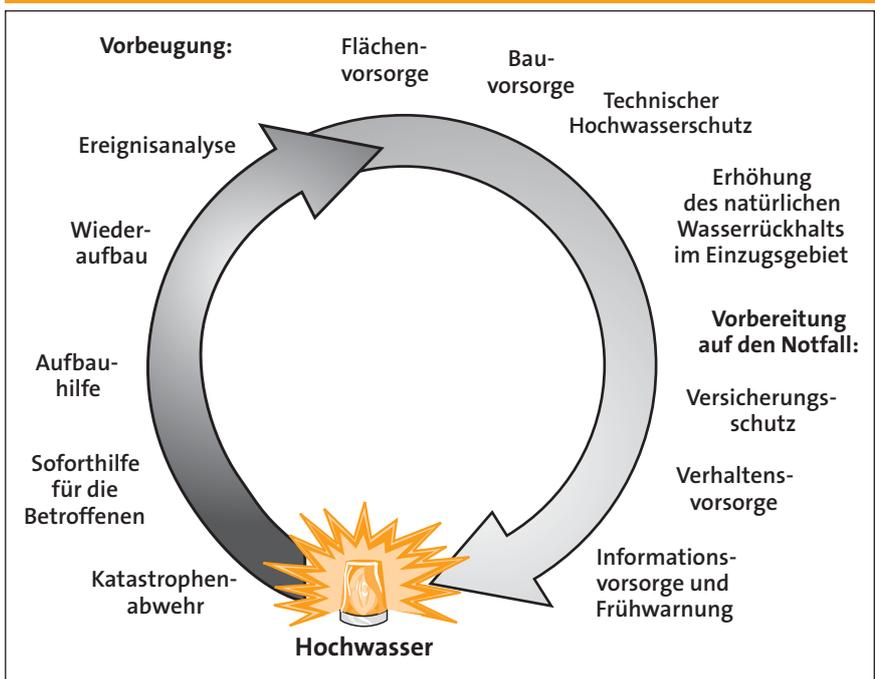


Abb. 1

Quelle: DKKV, 2003

Schweizer Modell zur Erstellung von Gefahrenkarten am Beispiel Hochwasser

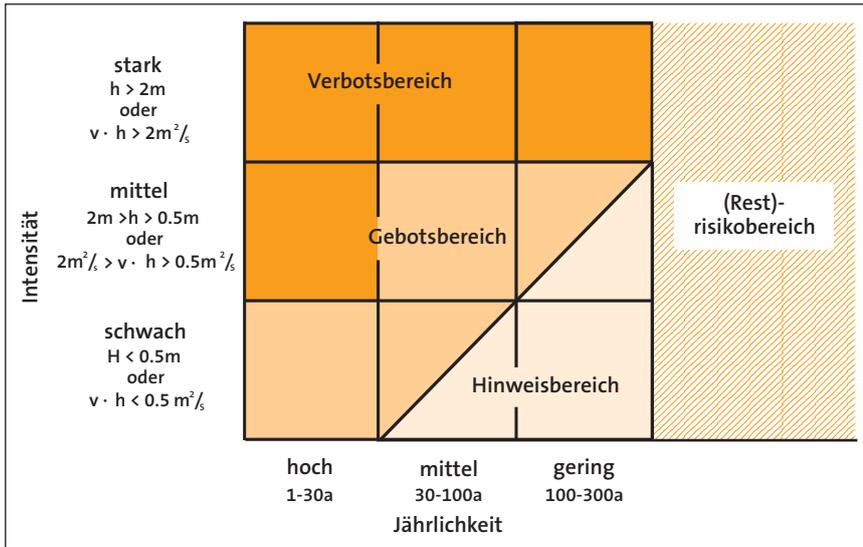


Abb. 2

Quelle: www.hochwasser.zh.ch

Teilaspekte der „Risikokarte Deutschland“

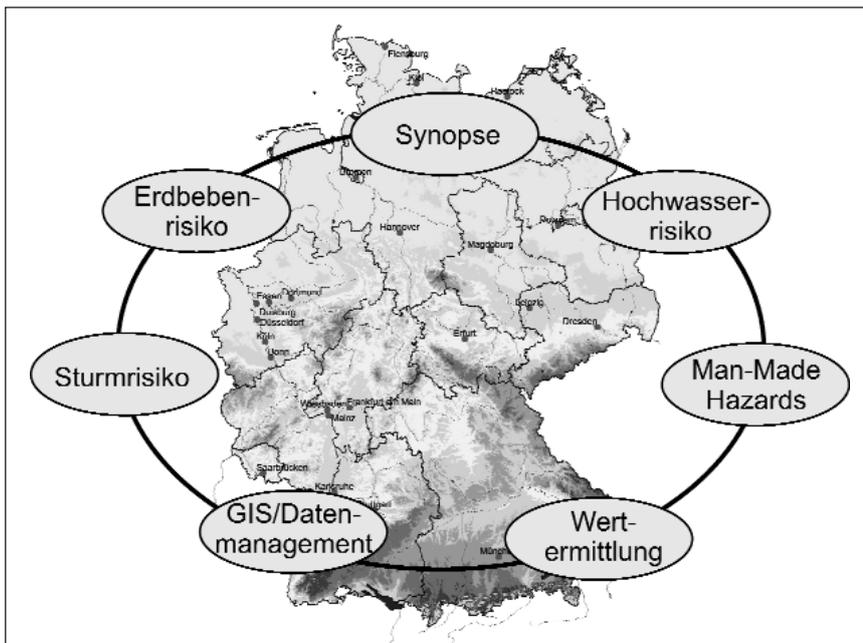


Abb. 3

nachlässigt werden darf, liegt der Fokus eines nachhaltigen Risikomanagements auf der Vorsorge. Für die Katastrophenvorsorge sind Gefahren- und Risikokarten von entscheidender Bedeutung. Die effektivste Vorsorgemaßnahme besteht darin, die Entwicklung von Siedlungen, Industriegebieten und Infrastrukturen in katastrophengefährdeten Bereichen zu verhindern. Um dies erreichen zu können, müssen die gefährdeten Gebiete in der Landes-, Regional- und Bauleitplanung berücksichtigt werden, was natürlich nur möglich ist, wenn entsprechende Gefährdungskarten vorliegen. Bestehen bereits Siedlungen oder Industriegebiete in gefährdeten Bereichen,

sollte durch entsprechende Regelungen, zum Beispiel in den Bebauungsplänen, eine weitere Erhöhung des Schadenspotenzials vermieden werden. Insbesondere ist hier auf eine der Gefährdung angepasste Nutzung zu achten, zum Beispiel auf erdbebensichere Gebäude oder hochwassersichere Heizöltanks. Idealerweise sind die Bauvorschriften der auftretenden Gefährdung angepasst: Je höher die Gefährdung ist, desto restriktiver müssten die Bauvorschriften sein. Dies kann beispielsweise durch das schweizerische Modell zur Ausweisung von Gefahrenzonen erreicht werden (Abb. 2). Das Modell unterteilt die Gefahren in vier Stufen: erhebliche, mittlere, geringe Ge-

fährdung und Restgefährdung. Sie werden durch eine Kombination aus Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit berechnet. Es ist dann auf Gemeindeebene möglich, die einzelnen Gefahrenzonen darzustellen und raumordnerische Konsequenzen zu ziehen (Bauverbote, Gebote zur angepassten Bauweise, Hinweise zur Eigenvorsorge). Generell ist die Veröffentlichung von Gefahren- und Risikokarten essentiell zur Bildung und Aufrechterhaltung eines Risikobewusstseins in Privathaushalten, Unternehmen und Behörden. Nur wer weiß, dass er sich in einem gefährdeten Gebiet befindet, kann entsprechende Vorsorge betreiben.

Um die wissenschaftlichen Grundlagen im Bereich des Katastrophenmanagements zu verbessern und neue Methoden und Technologien zu entwickeln, wurde CEDIM – Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology im November 2002 gemeinsam vom GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) und der Universität Karlsruhe gegründet. An diesem virtuellen Institut sind sechs Sektionen des GFZ und elf Institute der Universität Karlsruhe beteiligt (<http://www.cedim.de>). Wesentliches Ziel der Forschungsarbeiten in CEDIM ist es, Risiken durch Naturgefahren und menschengemachte Gefahren (Man-Made Hazards) besser zu verstehen, früher zu erkennen und negative Folgen von Katastrophen wirksam zu mindern. Dazu ist die Zusammenarbeit verschiedener, in der Katastrophenforschung tätiger wissenschaftlicher Disziplinen notwendig. In CEDIM reicht dieser Verbund von den Geowissenschaften und der Meteorologie über die Ingenieurwissenschaften, die Regionalplanung und die Informatik bis hin zu den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften.

Wie oben erwähnt, spielen Risikokarten für die Katastrophenvorsorge und ein erfolgreiches Katastrophenmanagement eine zentrale Rolle. Daher wurden im CEDIM-Projekt *Risikokarte Deutschland* Methoden und Werkzeuge zur Gefahren-, Vulnerabilitäts- und Risikokartierung in Deutschland erarbeitet, und zwar für Hochwasser, Stürme, Starkbeben und menschengemachte Katastrophen (Abb. 3). Für keine dieser Gefahren existierte bislang eine deutschlandweite Karte mit quantitativen Risikoangaben. In diesem Artikel wird ein Überblick über die Risikokartierung gegeben. Außerdem werden einige Ergebnisse dieses Projekts in den nächsten Serienteilen veröffentlicht. Als Auftakt erscheint in dieser Ausgabe (s. Seite 50) als Beispiel für eine Risikoelementekarte eine dasymetrische Karte der Bevölkerungsdichte. In den kom-

menden Ausgaben folgen dann Karten zu Erdbeben, Hochwasser, Sturm und menschgemachten Gefahren und zum Abschluss der Serie im Februar 2008 eine Karte zum Vergleich verschiedener Naturgefahren (Synopse).

Konzept der Risikoanalysen

In den Ingenieurwissenschaften und bei technischen Risikoanalysen wird der Begriff Risiko häufig als Schaden definiert, der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintritt beziehungsweise überschritten wird. Dieses Konzept für Risikoanalysen ist am Beispiel der Naturgefahr Hochwasser in Abbildung 4 schematisch dargestellt. In diesem Kontext beinhaltet Risiko drei verschiedene Aspekte: Gefährdung, Exposition von Objekten oder (Vermögens-)Werten (Risikoelemente) und Vulnerabilität (im Sinne von Schadensanfälligkeit). Gefährdungsabschätzungen beinhalten räumliche Szenarien mit Intensitätsaussagen, zum Beispiel Überflutungstiefen für Hochwasser, Böenwindgeschwindigkeiten für Stürme und makroseismische Intensitäten für Erdbeben. Für quantitative Risikoabschätzungen muss jedem Szenario außerdem eine Überschreitungswahrscheinlichkeit oder Wiederkehrperiode zugeordnet werden. Das Wiederkehrintervall beschreibt die Zeitdauer, die im langjährigen statistischen Mittel zwischen Ereignissen derselben Größenordnung liegt und ist der Reziprokwert der Überschreitungswahrscheinlichkeit. Da die Auswirkungen der meisten Naturkatastrophen in Deutschland weniger durch eine große Zahl von Opfern als vielmehr durch Schäden an Vermögenswerten und der öffentlichen Infrastruktur sowie durch

Produktionsausfälle charakterisiert sind, stehen in CEDIM in der Regel finanzielle Schäden im Vordergrund. Dabei wird prinzipiell zwischen direkten Kosten (Reparatur- und Wiederherstellungskosten, Kosten für Hilfeleistungen) und indirekten Kosten (Produktionsverluste, Umwege- und Umzugskosten, Arbeitslosigkeit) unterschieden, die für verschiedene Sektoren oder Risikoelemente (Privathaushalte, Unternehmen, Infrastruktur, Land-/Forstwirtschaft etc.) abgeschätzt werden können. Für die Risikoanalyse in CEDIM wurden zunächst direkte finanzielle Schäden an Wohngebäuden – definiert als Wiederherstellungskosten für das Referenzjahr 2000 – als Risikoindikator ausgewählt.

Um verschiedene Risiken vergleichen zu können, ist es essentiell, dass alle Schadensabschätzungen auf demselben Kostenansatz (z. B. Zeitwerte oder Wiederherstellungswerte) und demselben Wertinventar basieren. Um dies zu gewährleisten, wurde ein einheitliches Inventar der potenziell gefährdeten Vermögenswerte entwickelt. Diese Festlegung impliziert, dass die verwendeten Schadenmodelle nur Schadensgrade berechnen, das heißt den Schaden als Prozentanteil des Gesamtwertes des geschädigten Objekts liefern. Der monetäre Schaden wird danach durch Multiplikation der Schadensgrade mit dem entsprechenden Vermögensbestand ermittelt. Risikoaussagen entstehen durch die Berechnung von Schäden für mehrere Gefährdungsszenarien in einem bestimmten Gebiet, denen jeweils eine Überschreitungswahrscheinlichkeit zugeordnet ist. Aufgrund der Unsicherheit der Schadensabschätzung werden Risikoaussagen im Allgemeinen aggregiert (z. B. pro Gemeinde). Um das

Risiko in einem Gebiet über die gesamte Bandbreite von denkbaren Ereignissen zu quantifizieren, werden Schäden und Überschreitungswahrscheinlichkeiten in einem doppelt-logarithmischen Diagramm gegenübergestellt. Dadurch entsteht eine Risikokurve (Abb. 4).

Für Planungen und Risikobewertungen wird oftmals nicht die gesamte Risikokurve ausgewertet, sondern es wird stattdessen der Schadenserwartungswert $E(D)$ berechnet, der zum Beispiel für Hochwasser folgendermaßen definiert ist (Merz und Thieken, 2004):

$$R = E \langle D \rangle = \int_0^{\infty} D(q) f(q) dq$$

wobei q den jährlichen maximalen Abfluss, $f(q)$ die kontinuierliche Verteilungsfunktion von q und $D(q)$ den zu erwartenden Schaden beschreibt. q_0 ist der Abfluss, ab dem Hochwasserschäden auftreten. Die Berechnung für andere Risiken erfolgt analog.

Extreme Ereignisse tragen aufgrund ihrer Seltenheit nur wenig zum Schadenserwartungswert bei (Merz und Thieken, 2004). Risikobewertungen, die nur auf dem Schadenserwartungswert basieren, tendieren demnach dazu, extreme Ereignisse zu vernachlässigen. Es wird daher empfohlen, die gesamte Risikokurve in die Bewertung einzubeziehen.

Risikolemente

Während Eingangsdaten und Methoden der Gefährdungs- und Vulnerabilitätsanalysen für die verschiedenen Naturgefahren variieren, muss für einen konsistenten Vergleich von Risiken eine einheitliche Datenbasis über die potenziell exponierten Werte

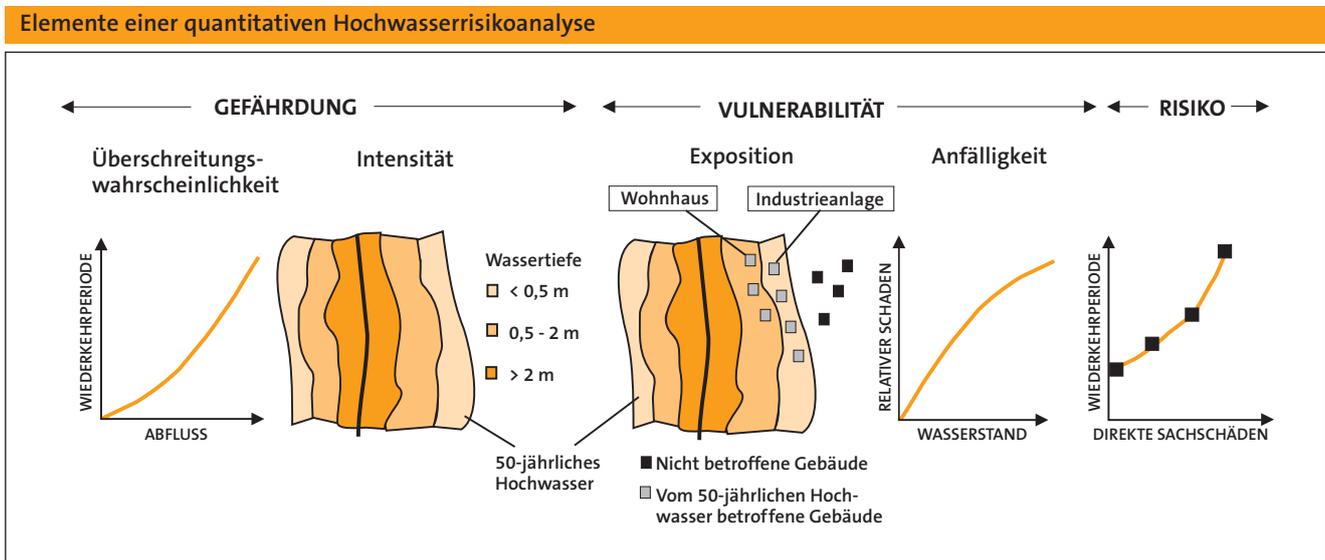


Abb. 4

Quelle: Merz und Thieken, 2004

verwendet werden. Um Vermögenswerte der Wohngebäude in ganz Deutschland zu ermitteln, wurde eine Methode auf folgender Basis entwickelt: Normalherstellungskosten (NHK), statistische Daten über die Anzahl und Art der Gebäude pro Gemeinde (z. B. INFAS-Geodaten) und weitere statistische Daten, zum Beispiel den Wohnflächen pro Landkreis. In einem ersten Berechnungsschritt wurde für die Gebäude nach Angaben von INFAS die Wohnfläche pro Gebäudetyp und Gemeinde mit Hilfe von Daten des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung und des Statistischen Bundesamtes berechnet. In einem zweiten Schritt wurde die Wohnfläche pro INFAS-Gebäudetyp auf NHK-Gebäudetypen aufgeteilt. Danach wurden mit Hilfe der Normalherstellungskosten und der Korrekturfaktoren pro Bundesland und Gemeindegröße monetäre Größen pro Gebäudetyp und Gemeinde ermittelt (Kleist et al., 2006). Mit diesem Ansatz wurden Berechnungen für ganz Deutschland durchgeführt, das heißt pro Gemeinde liegt ein Wert für das Gesamtwohnvermögen und das Pro-Kopf-Wohnvermögen vor. Das mittlere Pro-Kopf-Wohnvermögen beträgt 42.820 €, wobei ein deutlicher Nord-Süd-Unterschied auftritt. Da für die meisten Risikoanalysen Aussagen über Vermögensbestände auf Gemeindeebene für eine Verschneidung mit Gefährdungsszenarien zu grob sind, wurden die Wohngebäudewerte innerhalb der Gemeindegrenzen mit Hilfe von CORINE-Landnutzungsdaten disaggregiert. Mit dem verwendeten Ansatz kann zunächst die Bevölkerung pro Gemeinde auf CORINE-Landnutzungsselemente verteilt werden. Die resultierende Karte und eine detailliertere Beschreibung des Verfahrens ist der Serie dieser Ausgabe (S. 50f) zu entnehmen. Das Wohnvermögen wird durch Multiplikation der Bevölkerung mit dem mittleren Pro-Kopf-Wohnvermögen pro Gemeinde räumlich verteilt. Durch diese Prozedur kann die räumliche Verteilung von Bevölkerung und Vermögen besser dargestellt werden, so dass bei einer Verschneidung mit Gefährdungsszenarien genauere Ergebnisse erzielt werden können (Thielen et al., 2006).

Risikoanalysen für verschiedene Gefahren

Risikoanalyse Erdbeben

In CEDIM wurde die Erdbebengefährdung auf Basis der existierenden D-A-CH-Karte für eine Nicht-Überschreitungswahrscheinlichkeit von 90 % in 50 Jahren abgeleitet (Grünthal et al., 1998; eine Folie lag dem

Heft 151 von *Geographie und Schule* bei). Weiterhin wurden Vulnerabilitätsverteilungsmodelle für ausgewählte repräsentative Kommunen mit unterschiedlichen Einwohnerzahlen konstruiert. Dafür wurden Schadens-Wahrscheinlichkeits-Matrizen sowie Fragilitäts- und Vulnerabilitätskurven für unterschiedliche Gebäudetypen entsprechend der Vulnerabilitätsklassifikation der Europäischen Makroseismischen Skala EMS-98 erstellt und auf die INFAS-Daten zum Gebäudebestand angewendet. Diese Auswertungen lieferten die Basis für Schadenskurven für Kommunen unterschiedlicher Größe sowie für Abschätzungen von potenziellen Schadensverteilungen abhängig von der seismischen Intensität. Mit diesem Ansatz wurden potenzielle Schäden am existierenden Gebäudebestand von Kommunen in ganz Deutschland analysiert, und die räumliche Verteilung des Risikopotenzials für das Gesamtgebiet Deutschlands grob abgeschätzt (Tjagunov et al., 2006). Von Erdbeben betroffene Gebiete nehmen beträchtliche Teile Deutschlands ein. Die besonders von Erdbeben betroffenen Gebiete in Süddeutschland sind zum Teil dicht besiedelt, industrialisiert und weisen eine hohe Konzentration an Infrastruktur auf, was eine besondere Herausforderung für Katastrophenvorsorgemaßnahmen und Risikominderungsaktivitäten darstellt. Eine Karte und weitere Details zur Erdbebenrisikokartierung Deutschlands werden in der Serie der April-Ausgabe von *Geographie und Schule* veröffentlicht. Weitere Informationen finden sich in Heft 151.

Risikoanalyse Hochwasser

Im Rahmen von CEDIM wurden verbesserte Methoden zur Hochwassergefahren- und Vulnerabilitätsabschätzung sowie der Hochwasserrisikokartierung entwickelt (Büchele et al., 2006). Die Methodenentwicklung und ihre Implementierung in operationelle Werkzeuge wurden in ausgewählten Testgebieten durchgeführt. In der Hydrologie und Hydraulik wurden die Methoden zur Gefährdungsabschätzung, insbesondere für Extremereignisse deutlich verbessert. Für die mikroskalige (gebäudespezifische) Schadensabschätzung wurde auf Basis des Hochwassersimulationsmodells für den Neckar eine Modellkomponente zur Schadensabschätzung entwickelt, so dass ein praktisches, GIS-basiertes Tool zur Hochwasserschadenanalyse bereitgestellt werden konnte. Da Voruntersuchungen gezeigt hatten, dass die Variabilität in den Schadendaten und somit die Unsicherheit bei

der Schadenabschätzung um so geringer wird, je mehr spezifizierende Einflussfaktoren berücksichtigt werden, wurde für die mesoskalige Schadensabschätzung (auf Basis von Landnutzungseinheiten) ein multifaktorielles regelbasiertes Schadensmodell entwickelt, das deutschlandweit einsetzbar ist. Deutschlandweite Hochwassergefahrenkarten liegen noch nicht vor, für einige Bundesländer sind Hochwassergefahrenkarten online verfügbar (z. B. IKS, 2001, Sachsen, 2004, Bayern, 2005, Baden-Württemberg, 2005). Eine Karte und weitere Details zur Hochwasserrisikokartierung werden in der Serie der Juni-Ausgabe von *Geographie und Schule* veröffentlicht.

Risikoanalyse Sturm

Zur Erstellung einer bundesweiten Risikokarte Sturm wurden in CEDIM – mit Hilfe von Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes – die stärksten Sturmereignisse der letzten 30 Jahre detektiert. Zudem wurde eine Methode entwickelt, um Aussagen über die Auftretenswahrscheinlichkeiten bestimmter Windgeschwindigkeiten an einem bestimmten Ort treffen zu können. Die Vulnerabilität von privaten Wohngebäuden wurde mit Schadensfunktionen abgeschätzt. Dazu wurde ein theoretisches Modell erstellt und mit Schadensdaten vergangener Sturmereignisse der SV-Gebäudeversicherung Baden-Württemberg kalibriert und validiert. Dieses Modell ermöglicht die Berechnung der Anzahl der betroffenen Gebäude und der Schadenshöhe innerhalb einer Gemeinde in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeiten und der Ortslage. Die Verknüpfung von Sturmgefährdung, Vulnerabilität und den betroffenen Werten resultiert in der Risikoabschätzung (Heneka et al., 2006). Dazu wurden mit Hilfe von Monte-Carlo-Methoden für jede Gemeinde spezifische Schadenshäufigkeitskurven (Risikokurven) erstellt. Es lassen sich die zu erwartenden Schäden inklusive einer Angabe der Unsicherheiten bis zu einer mittleren Wiederkehrperiode von 200 Jahren ablesen. Des Weiteren wurden fiktive Sturmszenarien berechnet. Zum Beispiel muss bei einem Sturmszenario mit 10 % höheren Windgeschwindigkeiten als beim Orkan *Lothar* (26.12.1999) für Baden-Württemberg mit der dreifachen Schadenshöhe und der doppelten Anzahl der betroffenen Gebäude gerechnet werden. Hinsichtlich einer Karte und weiterer Details zur Sturmrisikokartierung Deutschlands sei auf die Veröffentlichung in der Serie der August-Ausgabe von *Geographie und Schule* verwiesen.

Analyse mensch-gemachter Risiken

Im CEDIM Teilprojekt Man-made-Hazards wurden Methoden zur Abschätzung und Kartierung des Risikos durch verschiedene mensch-gemachte Gefahren entwickelt. Entsprechend den Konzepten zur Katastrophenmodellierung wurden verschiedene Risikoelemente erfasst und ihre Vulnerabilität sowie das direkte Schadenspotenzial in Bezug auf Leben und Gesundheit abgeschätzt. Die entwickelten Methoden wurden auf drei Typen mensch-gemachter Gefahren angewendet: Unfälle in Kernkraftwerken und im Flugverkehr sowie Terrorismus (Borst et al., 2006). Für die Analyse von Unfällen wurde das Risiko verletzt zu werden oder das Leben zu verlieren, wenn man in einem bestimmten Umkreis von Gefahrenorten lebt, abgeschätzt. Auf Basis von Expertenwissen über Kernkraftwerke wurde ein Indexwert für das Risiko bestimmt. Das Risiko im Flugverkehr wurde – basierend auf Unfallstatistiken – als ein gebietsbezogenes Phänomen modelliert. Daraus wurden Risikorerwartungswerte berechnet. Das Terrorismusrisiko wurde entsprechend der Attraktivität bestimmter Risikoelemente (z. B. Botschaften im Fall konventioneller terroristischer Gefahr) für potenzielle Angreifer abgeschätzt. Für nicht-konventionelle Ziele wie Fußballspiele wurde ein detaillierter Ansatz entwickelt, um die Verletzlichkeit in Bezug auf verschiedene Arten von Angriffen mit vordefinierten Szenarien zu erfassen. Eine Karte und weitere Details zur Kartierung mensch-gemachter Gefahren werden in der Serie der Oktober-Ausgabe von *Geographie und Schule* veröffentlicht.

CEDIM Risk Explorer

Um alle Projektergebnisse einheitlich aufzubereiten und in einem System zu veröffentlichen, wurde ein Konzept für einen internetbasierten Kartenservice erarbeitet (Müller et al., 2006, Köhler et al., 2006). Die erarbeiteten Karten werden im *CEDIM Risk Explorer* nach Gefahren-, Vulnerabilitäts- und Risikokarten sowie nach den Katastrophentypen eingeteilt. Einzelne Karten können für die Visualisierung ausgewählt und miteinander kombiniert werden. Die Abbildung 5 zeigt ein Beispiel. Durch das Software Tool *CEDIM Risk Explorer* wurde ein Werkzeug geschaffen, mit dem wissenschaftliche Daten und Ergebnisse der (Fach-)öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Dadurch wird ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung und Schaffung eines Risikobewusstseins und somit zur Katastrophenvorsorge geleistet.

Der *CEDIM Risk Explorer* ist über die CEDIM Homepage (www.cedim.de) ab Frühjahr 2007 für die Öffentlichkeit zugänglich. Neben den in der Serie von *Geographie und Schule* gezeigten Karten werden dort weitere Beispiele gezeigt. Die Karten können als Unterrichtsmaterial heruntergeladen und ausgedruckt werden.

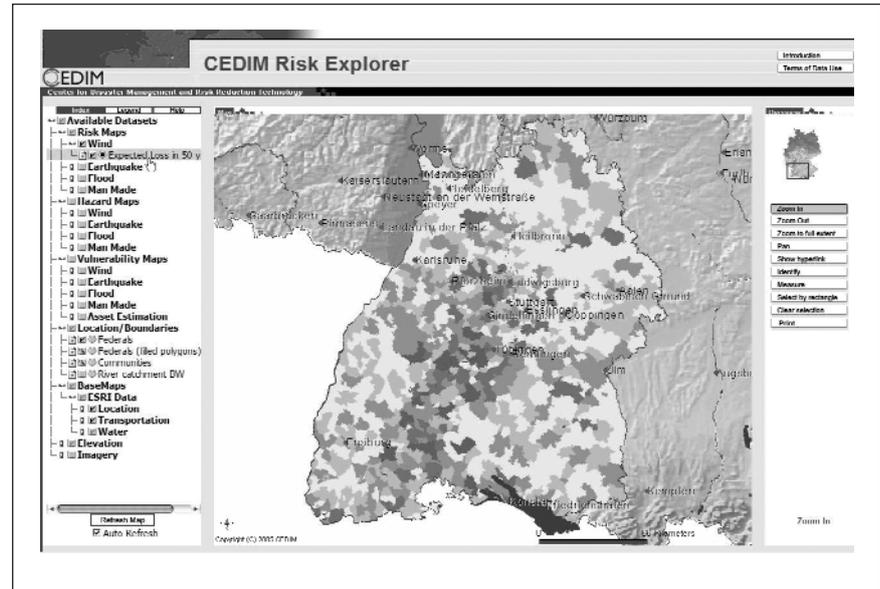


Abb. 5 Gestaltung des „CEDIM Risk Explorer“ Inhaltsverzeichnis, Kartenfenster, Werkzeugleiste

Literatur

Baden-Württemberg: Hochwassergefahrenkarte Baden-Württemberg. Umweltministerium Baden-Württemberg, Stuttgart (<http://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de>) 2005.

Bayern: Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München (<http://www.geodaten.bayern.de/bayernviewer-aqua/>), 2005.

Borst, D, Jung, D., Murshed, S.M., Werner U.: Development of a methodology to assess man-made risks in Germany. *NHESS 6*: 779–802 (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-779.pdf>), 2006.

Büchle, B., Kreibich, H., Kron, A., Thieken, A.H., Ihringer, J., Oberle, P., Merz, B., Nestmann, F.: Flood-risk mapping: contributions towards an enhanced assessment of extreme events and associated risks. *NHESS 6*: 485–503 (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-485.pdf>), 2006.

DKKV (Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge): Hochwasservorsorge in Deutschland - Lernen aus der Katastrophe 2002. *Schriftenreihe des DKKV*, 29: 34–73 (<http://www.dkkv.org/DE/publications/schriftenreihe.asp?h=5>), 2003.

Grünthal, G., Mayer-Rosa, D., Lenhardt, W. A.: Abschätzung der Erdbebengefährdung für die D-A-CH-Staaten – Deutschland, Österreich, Schweiz, *Bau-technik 75*, 10, 753–767, 1998.

Heneka, P., Hofherr, T., Ruck, B., Kottmeier, Ch.: Development of a storm damage risk assessment method and application to the German state of Baden-Württemberg. *NHESS 6*: 721–733 (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-721.pdf>), 2006.

IKSR (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins): Rhein-Atlas, IKSR, Koblenz, (<http://www.rheinatlas.de>), 2001.

Kleist L., Thieken A., Köhler P., Müller, M., Seifert I., Borst D., Werner U.: Estimation of the regional stock of residential buildings as a basis for comparative risk assessment for Germany. *NHESS 6*: 541–552 (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-541.pdf>), 2006.

Köhler, P., Müller, M., Sanders, M., Wächter, J.: Data management and GIS in CEDIM: From integrated spatial data to the mapping of risk. *NHESS 6*: 621–628 (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-621.pdf>), 2006.

Merz, B., A.H. Thieken: Flood risk analysis: Concepts and challenges. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 56 (3–4): 27–34, 2004.

Sachsen: Gefahrenhinweiskarte Sachsen. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lflug/lflug-internet/interaktive_karten_10950.html), 2004.

Thieken, A. H., M. Müller, L. Kleist, I. Seifert, D. Borst, U. Werner: Regionalisation of asset values for risk analyses. *NHESS 6*: 167–178 (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-167.pdf>), 2006.

Tjagunov, S., G. Grünthal, R. Wahlström, L. Stempniewski, J. Zschau: Seismic risk mapping for Germany. *NHESS 6*: 573–586 (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-573.pdf>), 2006.

Dr. Heidi Kreibich und Dr. Annegret Thieken
GeoForschungsZentrum Potsdam, Sektion 5.4,
Telegrafenberg, 14473 Potsdam