

Inhalt

Impressum	4
Vorwort	5
I. Forschungsarbeiten	7
Naturrisiken im Klimawandel	7
<i>Hochwassergefahr durch Klimawandel</i>	8
<i>HARIS-CC</i>	11
<i>Abschätzung oberer Grenzen von Hochwasserabflüssen in Sachsen</i>	14
<i>Web-basierte Wettergefahren Frühwarnung</i>	16
Global Earthquake Model	18
<i>Zentralasien Initiative</i>	18
<i>Sozioökonomisches Modul</i>	21
<i>Fernerkundung und Schadensmodellierung</i>	24
Desaster Management	26
<i>Entscheidungsunterstützung beim vorbeugenden Hochwasserschutz</i>	26
<i>Krisenmanagement bei großflächiger Unterbrechung der Stromversorgung</i>	28
<i>Security2people</i>	31
<i>Geoinformationsmanagement</i>	34
<i>Menschen als Sensoren</i>	36
<i>Indikatorensystem für das Risikomanagement bei Katastrophen in Megastädten</i>	38
<i>SOSEWIN</i>	43
Vulnerabilität vernetzter und kritischer Infrastruktur	46
<i>Verkehrsinfrastruktur und Vulnerabilität</i>	46
<i>SIMKRIT</i>	48
<i>Analyse der indirekten Vulnerabilität bei Naturkatastrophen</i>	50
II. Strategische Partnerschaften	54
<i>cedim AG</i>	54
<i>Zusammenarbeit mit der Versicherungsindustrie</i>	55

SYNER-G.....	55
<i>Application of Remote Sensing to Risk Workshop</i>	56
<i>Sonderforschungsbereich Transregio</i>	57
<i>Kompetenz - Aufbau Programm</i>	58
<i>Naturkatastrophen – Management Programm</i>	59
<i>Kooperation mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)</i>	60
III. Publikationen 2009	61

Impressum

Herausgeber

CEDIM

Center for Disaster Management and
Risk Reduction Technology
c/o Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Hertzstraße 16
D-76128 Karlsruhe

Tel.: +49 721 608-4436
Fax: +49 721 71173

Verantwortlich: Prof. Dr. Friedemann Wenzel

Stand: November 2009

Gestaltung: ki-werkstatt®
Dipl.-Ing. (FH) Holger Tuttas
Weltzienstr. 35
D-76135 Karlsruhe
<http://www.ki-werkstatt.com/>

Betreuung: Eike-Marie Nolte

Vorwort

Das Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM, www.cedim.de) ist eine interdisziplinäre Forschungseinrichtung des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

CEDIM arbeitet an zwei Schwerpunkten: „Naturrisiken im Klimawandel“ und „Monitoring des globalen Risikowandels“. In beiden Bereichen adressieren wir Naturrisiken im Hinblick auf die Naturgefahr, die Verwundbarkeit der Gesellschaft und die Möglichkeiten Risiken zu mindern. Im Schwerpunkt „Naturrisiken im Klimawandel“ werden die wissenschaftlichen Grundlagen gelegt, in drei repräsentativen Flusseinzugsgebieten der Bundesrepublik die Veränderungen der Extremniederschläge und -hochwässer in den Jahren 2020 bis 2050 durch aufwendige Modellierungen in Form von Szenarien zu quantifizieren und die Implikationen für den Hochwasserschutz zu analysieren.

Im Bereich des globalen Risikowandels konzentriert sich CEDIM auf Beiträge zum internationalen Projekt „Global Earthquake Model“ (GEM, www.globalquakemodel.com), das unter der Schirmherrschaft der OECD als internationale „Private-Public-Partnership“ organisiert ist. Neben Erdbebenrisikomodellen für Deutschland beschäftigen wir uns mit der Quantifizierung des urbanen Inventars, der Erfassung des Gebäudebestandes und der Infrastruktur mit Methoden der Fernerkundung in Zentralasien und Indien.

In die genannten Schwerpunkte sind Themen wie intensivierete Hagelrisiken für Südwestdeutschland, Anfälligkeit der Verkehrsinfrastruktur für Hochwasser und Erdbeben sowie Folgen und Schutzoptionen im Fall einer Unterbrechung der Stromversorgung integriert.

Im Berichtsjahr ist CEDIM zwei strategisch wichtigen Zielen bedeutend näher gekommen. Zum einen konnten wir systematische Beziehungen zur Versicherungs- und Rückversicherungsindustrie aufbauen.

Hervorzuheben sind gemeinsame Treffen mit der Münchener Rückversicherung am 27. Juli 2009, mit der SV Sparkassenversicherung am 23. September 2009, insbesondere aber unsere offizielle Beteiligung am Willis Research Network (WRN). Das WRN ist ein internationales Forschungsnetzwerk, das nicht nur den Zugang zur gesamten globalen Versicherungs- und Rückversicherungsbranche ermöglicht, sondern auch Projekte in CEDIM finanziert. Ein weiterer, strategisch bedeutender Punkt ist die Weiterentwicklung CEDIMs in Richtung sozioökonomischer Vulnerabilität. Damit ist es gelungen, geachteter Teilnehmer an europäischen Forschungsprojekten (FP7) zu werden und auch im Rahmen des Global Earthquake Models, im sozio-ökonomischen Kontext, als internationaler „Player“ gesehen zu werden.

Um sicherzustellen, dass wissenschaftliche Erkenntnisse der Katastrophenvorsorge ihren Weg in die Ausbildung von Studenten finden, beteiligt sich CEDIM an lokalen und internationalen Studiengängen und bringt seine Wissensbasis ein. In Karlsruhe beteiligen wir uns am Masterstudiengang „Resources Engineering“. In Kooperation mit dem Institute of Technology Bandung (Indonesien) und der Kyoto Universität (Japan) arbeiten wir einen internationalen Studiengang zu dem Thema „Disaster Management“ aus. Mit Unterstützung des Worldbank Instituts (WBI, Washington, D.C.) entwickeln wir e-learning-Kurse für indische Disaster Management Institutionen.

Friedemann Wenzel

Bruno Merz

Christoph Kottmeier

I. Forschungsarbeiten

Naturrisiken im Klimawandel

Ausgangslage / Einführung

Nach dem vierten Sachstandsbericht des IPCC (2007) werden extreme Wetterereignisse infolge des anthropogen bedingten Klimawandels „sehr wahrscheinlich“ zunehmen. Dies führt dazu, dass Schutzmechanismen immer häufiger versagen werden und damit das Schadenpotential ansteigen wird. Mit dem Klimawandel verbunden ist außerdem eine Verschiebung der Gefährdung, indem bestimmte Extremereignisse wie beispielsweise schwere Hagelstürme erheblich zunehmen oder neue Gefahren wie Hitzestress oder Niedrigwasser hinzutreten. Dieser Veränderung auf der Gefährdungsseite steht eine Veränderung der Schadensanfälligkeit durch den Wertewandel der Gesellschaft und die zunehmende Vernetzung von Infrastruktureinrichtungen gegenüber. Damit steigt das Risiko als Produkt von Gefährdung und Vulnerabilität in Zukunft erheblich an.

Diesem Themenkomplex des veränderten Risikos widmet sich der neue Forschungsschwerpunkt „Naturrisiken im Klimawandel“ innerhalb von CEDIM. Dabei sind neben der Hochwassergefahr Themen wie Hagelrisiken für Süddeutschland, Anfälligkeit der Verkehrsinfrastruktur für Hochwasser, Indikatoren zur

Quantifizierung indirekter Schäden sowie Folgen und Schutzoptionen im Falle eines Ausfalls von Stromversorgung und Telekommunikation integriert.

In den Teilprojekten werden gemeinsame Methoden wie die Abschätzung von Unsicherheiten angewendet und neue Informationsgrundlagen erschlossen. Für die Quantifizierung der Gefährdung und des Risikos werden Landnutzungsänderungen und Szenarien der veränderten Werteverteilung und der Vulnerabilität berücksichtigt. Ausfallsituationen etwa von Verkehrsnetzen oder Telekommunikationseinrichtungen werden mit Klimawandelszenarien verknüpft. Durch die Vernetzung der Arbeiten aus verschiedenen Fachdisziplinen wird die Gefährdung und das Risiko der Zukunft detailliert nachgebildet und die Folgen abgeschätzt. Damit wird ein erheblicher Mehrwert der einzelnen Arbeiten erreicht, der CEDIM in diesem Bereich ein Alleinstellungsmerkmal sichert.

	Hazard	x	Vulnerability Direct - Indirect	=	RISK
Hagel	Hagelrisiko und Klimawandel				
	Menschen als Sensoren				
	Naturkatastrophen und Verkehrsinfrastruktur		Abschätzung indirektes Risiko-Indikatormodell		
Hochwasser	Hochwasser und Klimawandel		Hochwasserschaden-modellierung		
	Gekoppelte Hochwasser-Simulation				
Hitzewellen	Hitzeperioden, Niedrigwasser, Landnutzungsänderungen		Öffentl. Verkehr und Telekommunikation		Raumplanung und Risikomanagement

Abb.1: Übersicht der dem Schwerpunkt „Naturrisiken im Klimawandel“ zugeordneten Projekte

Projekte

Folgende bereits laufende und geplante Projekte sind diesem Schwerpunkt zugeordnet (siehe Abbildung 1):

- Klimawandel und Hochwasserrisiko
- Naturkatastrophen und Verkehrsinfrastruktur
- Indikatorenansatz für indirekte Schäden
- Menschen als Sensoren
- HARIS-CC – Hail Risk and Climate Change
- Gekoppelte HW-Simulation in urbanen Gebieten
- Hochwasserschadenmodellierung unter Klimaänderungsszenarien
- Verkehrswege, öffentlicher Verkehr und

Telekommunikation

- Hitzeperioden, Trockenheit und Landnutzungsänderungen (NN)

Ausblick

Im September 2009 fand in Karlsruhe ein erster Workshop statt, auf dem über wesentliche Inhalte und Ziele des Schwerpunkts diskutiert wurde. Im nächsten Schritt soll die Anwendung des Indikatorenansatzes zur Quantifizierung der indirekten Schäden in verschiedenen Projekten vorbereitet werden. Für Anfang 2010 ist ein weiterer Workshop geplant, auf dem der Bedarf und die Anforderungen von potentiellen Nutzern diskutiert werden sollen.

Hochwassergefahr durch Klimawandel

Ausgangslage / Einführung

Das CEDIM-Projekt „Hochwassergefahr durch Klimawandel“ beschäftigt sich mit der Frage, ob bedingt durch Klimaveränderungen mit einer Zunahme des Hochwasserrisikos in näherer Zukunft (2021 bis 2050) zu rechnen ist.

Der Schwerpunkt liegt auf kleinen und mittelgroßen Einzugsgebieten in Deutschland. Im Berichtszeitraum konnten offene Personalstellen besetzt werden, ferner wurden Projektdetails definiert sowie erste Testrechnungen und Modellkalibrierungen durchgeführt. Auch die Modellkette „Globale Modelle - Regionale Modelle (RCMs) - Hydrologische Modelle“ konnte mit Erfolg getestet werden. Die Auswertung der Validierungsrechnungen ergab einen Bedarf für eine Bias-Korrektur bei beiden RCMs (CLM am IMK-TRO und WRF am IMK-IFU). Hierzu wurde eine Methode zur Biaskorrektur am IMK-TRO entwickelt und erprobt.

Im vierten Sachstandsbericht des IPCC (2007) wird eine Zunahme der Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen als sehr wahrscheinlich vorausgesagt. Dies bedeutet auch eine Zunahme der Hochwassergefahr. Bereits auf der grob aufgelösten Skala des IPCC-Berichts wird aber auch deutlich, dass beim Niederschlag mehr als bei anderen Klimagrößen von einer großen räumlichen und zeitlichen Variabilität auszugehen ist. Bislang wurden die in Zukunft zu erwartenden Änderungen der Häufigkeit und der Intensität von Extremniederschlägen

im Hinblick auf ihre räumliche Variabilität und die Auswirkungen auf Abfluss und Hochwasser in Deutschland nicht systematisch untersucht. Dieses Projekt greift das Thema auf. Das Hochwasserrisiko für kleine und mittelgroße Einzugsgebiete wird mit Hilfe eines Ensembles von Klimamodellen und hydrologischen Modellen abgeschätzt. Eine schematische Darstellung des Ensembles zeigt Abb. 1.

Ziele / Arbeitsschritte

Das Projekt wird in den folgenden Arbeitsschritten bearbeitet:

1. Definition der Einzugsgebiete, Aufsetzen der Modelle, Beschaffung evtl. ausstehender Daten, Definition der Schnittstellen zwischen Klimamodellen und hydrologischen Modellen
2. Evaluation: Klimamodellierung Gegenwart mit COSMO-CLM und WRF
3. Evaluation: hydrologische Modellierung Gegenwart
4. Evaluation: statistische Auswertung von 2 und 3
5. Projektionen: Klimamodellierung Zukunftszeitraum mit COSMO-CLM und WRF

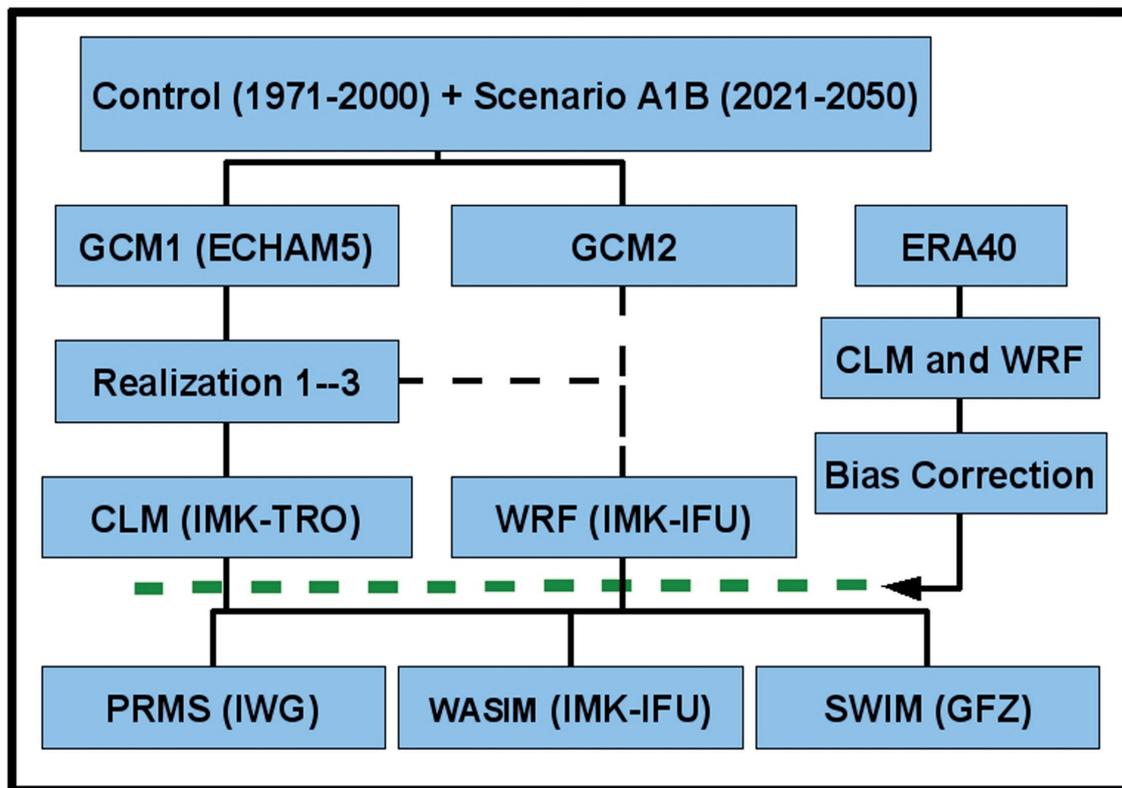


Abb. 1: Schematische Darstellung des Ensembles, welches in diesem Projekt verwendet wird. Standard-GCM wird ECHAM5 sein, von dem je drei Realisierungen als Antrieb für die RCMs verwendet werden. Zusätzliche Simulationen mit ERA40 Realanalysen werden mit beiden RCMs zur Validierung durchgeführt.

6. Projektionen: hydrologische Modellierung
Zukunftszeitraum
7. Projektionen: statistische Auswertung von
6 und 7
8. Veränderungen zwischen Gegenwart und
Zukunft

Projektstatus

Im Folgenden wird der Status des Projektes entsprechend der obigen Arbeitsschritte vorgestellt:

1. Als für Deutschland typische, kleinere und mittlere Einzugsgebiete wurden Ammer, Mulde und Ruhr ausgewählt. Diese Wahl resultiert aus den Erfahrungen der beteiligten Institute. Die Modellgebiete der RCMs wurden so gewählt, dass sie alle Einzugsgebiete mit hinreichendem Abstand zum Rand einschließen. Die Modellgebiete der beiden RCMs wurden so ähnlich wie möglich gewählt, völlige Übereinstimmung lässt sich aber wegen unterschiedlicher geographischer Projektionen nicht erzielen. Für die Simulationen wird das sogenannte

„double nesting“ verwendet. Dies bedeutet, dass die globalen Klimasimulationen in zwei Stufen auf die regionale Skala übertragen werden: erst auf 50 km für ganz Europa und dann auf 7 km für Deutschland und seine Umgebung wie die Alpen in Süden und die Ostsee in Norden. Für die, von den hydrologischen Modellen verwendeten Daten (zum Beispiel Temperatur, Wind, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, etc.) wurde ein gemeinsames Datenformat definiert. Die Kopplung zwischen den RCMs und den hydrologischen Modellen konnte in einer kurzen Simulation erfolgreich getestet werden. Projektrelevante Beobachtungen der verschiedenen beteiligten Institutionen wurden in einer Datenbank zusammengestellt. Unter anderem werden folgende Datensätze benutzt: bei PIK homogenisierte Wetterstationsdaten für Deutschland sowie die gerasterten REGNIE-, E-OBS-, CRU- und GPCP-Datensätze für Niederschlag und Temperatur.

2. Eine Reihe von Simulationen mit den RCMs wurde zur Bestimmung der optimalen Modellkonfiguration für jedes Modell durchgeführt, wobei die gerasterten Be-

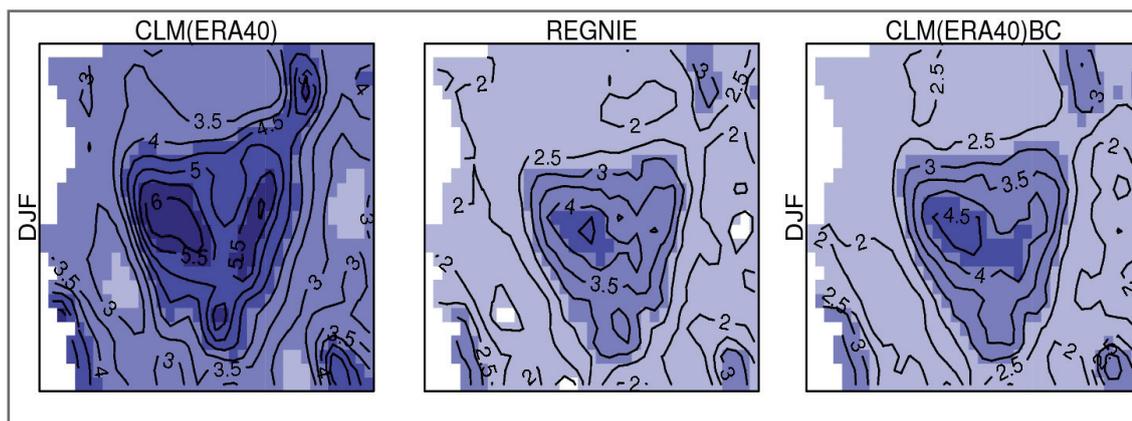


Abb.2: (links) Klimatologischer Mittelwert des Niederschlags [mm/Tag] für die Wintermonate aus einer früheren CLM-Simulation mit größerem Bias. (Mitte) Die gerastereten REGNIE-Daten zur Validierung und (rechts) die korrigierten Daten. Die Methode korrigiert die Häufigkeitsverteilung so, dass die Intensitätsverteilung und die räumliche Variabilität besser mit den Beobachtungen übereinstimmen.

obachtungsdaten zur Validierung der Simulationen benutzt wurden. Auch ERA40-Realanalysen wurden zur Biasbestimmung benutzt. Testsimulationen mit dem hydrologischen Modell PRMS (IWG) zeigten, dass eine Biaskorrektur für Temperatur und Niederschlag erforderlich ist. Eine Methode zur Biaskorrektur, basierend auf Hay et al. [2002] wurde am IMK-TRO implementiert. Anhand einer 30-jährigen Zeitreihe aus einer früheren Simulation mit CLM, welche einen starken Bias aufweist, konnte die neue Methode erfolgreich getestet werden, s. Abb. 2.

- Das hydrologische Modell SWIM wurde am GFZ für das Mulde-Einzugsgebiet konfiguriert. Dabei wurden Teileinzugsgebiete so abgegrenzt, dass ihr Areal nicht größer als 100 km² ist. Erste Modellsimulationen ergaben für vier ausgewählte Pegelstellen, die nicht durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen beeinflusst waren, sinnvolle Abflussgrößen. Eine umfangreiche Modellkalibrierung wird in der nächsten Stufe durchgeführt. Die Schnittstelle zu den RCM-Daten ist erstellt. Das PRMS-Modell wurde bei IWG für das Ruhr-Einzugsgebiet konfiguriert. Es wurde bereits mehrfach für Testsimulationen mit RCM-Daten benutzt.

Ausblick

Der nächste Schritt nach der Konfiguration und der Validierung der RCMs ist das „Downscaling“ der globalen Modellsimulationen. Dies wird in zwei Schritten erfolgen: Die Kontrollsimulationen werden zunächst mit gegenwärtigen Treibhausgasniveaus durchgeführt und dann mit

zukünftigen Szenarien. Weiter wird das zweite zu verwendende globale Modell ausgewählt. Die entsprechende Schnittstelle zu den RCMs wird entwickelt. Die Simulationen mit den hydrologischen Modellen werden beginnen, sobald die Klimadaten verfügbar sind; daneben werden die Modelle auch für die anderen Einzugsgebiete konfiguriert werden. Zeitgleich zu den Modellsimulationen wird die Arbeit an den statistischen Methoden zur Datenanalyse weitergeführt werden. Die statistischen Werkzeuge des IWG sollen eingesetzt, aber auch neue Werkzeuge für die Ensemblestatistik entwickelt werden.

Bearbeitung

Peter Berg (ab Jan. 2009, IMO -TRO)
 Doris Dühmann (ab. Apr. 2009, Sektion 5.4 – Hydrologie, GFZ)
 Harald Kunstmann (IMK-IFU)
 Jürgen Ihringer (IWG)
 Joachim Liebert (IWG)
 Bruno Merz (Sektion 5.4 – Hydrologie, GFZ)
 Gerhard Schädler (IMK - TRO)
 Sven Wagner (ab Nov. 2008, IMK-IFU)

HARIS-CC

Hail Risk and Climate Change

Ausgangslage / Einführung

In den vergangenen Jahrzehnten haben Schäden durch schwere Hagelereignisse in Mitteleuropa erheblich zugenommen. In Baden-Württemberg werden über 40% der Schadenssumme aufgrund von Elementarschadensereignissen durch Hagel verursacht (1986-2008). Für Zwecke des Risikomanagements und der Planung geeigneter Präventionsmaßnahmen sind möglichst genaue Informationen über die lokale Auftretenswahrscheinlichkeit von Hagelstürmen sowie deren Trends durch den Klimawandel unerlässlich.

Aufgrund ihrer lokal-skaligen Ausdehnung von nur wenigen hundert Metern werden Hagelstürme nur unzureichend von einzelnen Messsystemen erfasst. Auch sind numerische Modelle nicht in der Lage das Auftreten schwerer Gewitterstürme zuverlässig zu simulieren. Daher werden im Projekt HARIS-CC, das seit Juni 2009 in CEDIM bearbeitet wird, Daten verschiedener Beobachtungssysteme und Modelle miteinander kombiniert und mit Hilfe moderner statistischer Verfahren ausgewertet (Abb. 1). Die übergeordneten Ziele des Projekts sind die Abschätzung der Hagelgefährdung und des Hagelrisikos in hoher räumlicher Auflösung sowie die Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels.

Ziele / Arbeitsschritte

Wissenschaftlichen Fragestellungen, die im Projekt HARIS-CC bearbeitet werden, sind:

1. Wie sind die lokale Hagelgefährdung und das Hagelrisiko in Deutschland verteilt?
2. Welche Methoden sind am besten geeignet, um die Gefährdung und das Risiko zuverlässig zu quantifizieren?
3. Können Gebiete identifiziert werden, die eine besonders hohe Gefährdung aufweisen? Was sind die Ursachen hierfür?
4. Welchen Einfluss hat der Klimawandel auf die Intensität und/oder Häufigkeit von Hagelstürmen?
5. Wie wird sich das Gefährdungspotential in den nächsten Jahrzehnten verändern?

Auf der Grundlage von Radardaten des Deutschen Wetterdienstes und Blitzdaten werden Zugbahnen einzelner Hagelstürme der Ver-

gangenheit mit Hilfe eines Zellverfolgungs-Algorithmus rekonstruiert. Um Ereignisse ohne schadensrelevanten Hagel am Boden auszuschließen, werden zusätzliche Beobachtungsdaten verwendet. Diese umfassen aerologische und stationsgebundene Daten, Schadensdaten von Versicherungen und webbasierte Informationen (siehe Projekt „Menschen als Sensoren“). Mittels stochastischer Modellierung werden synthetische Zugbahnen unter Berücksichtigung der vorherrschenden meteorologischen Randbedingungen generiert.

Ziel dieses Ansatzes ist es, die Stichprobenzahl in den einzelnen Rasterzellen zu erhöhen und damit die statistische Unsicherheit zu reduzieren. Mittels einer geeigneten Parametrisierung wird die Radarreflektivität in hagelkinetischer Energie ausgedrückt, die ein Maß für die Schadenswirkung von Hagel darstellt. Durch Anwendung extremwertstatistischer Methoden werden daraus Hagelgefährdungskarten für Deutschland abgeleitet. Durch Verknüpfung der Hagelgefährdung mit dem Indikatorenmodell für indirekte Schäden (siehe Projekt B. Khazai et al.) soll schließlich das Risiko quantifiziert werden.

Langfristige Änderungen der Konvektionsbedingungen werden mit Hilfe eines Ensembles regionaler Klimamodelle (RCM) quantifiziert. Die Beschreibung vergangener Hagelereignisse erfolgt in einem multi-dimensionalen Parameterraum geeigneter atmosphärischer Indikatoren (z.B. Konvektionsenergie, Feuchteflusskonvergenz, Großwetterlagen), die aus Realanalysen und Radiosonden abgeleitet werden. Die an reale Ereignisse angepassten Methoden werden anschließend auf hoch aufgelöste Klimaprojektionen übertragen. Aus der Differenz der für hochreichende Konvektion maßgeblichen Indikatoren zwischen Vergangenheit (z.B. 1971-2000) und Zukunft (z.B. 2021-2050) folgt die erwartete Änderung des Konvektionspotentials.

Um die Unsicherheiten, die den Klimaprojektionen inhärent sind, sowohl zu minimieren als auch zu quantifizieren, werden die Analysen auf ein Ensemble verschiedener Klimaprojektionen angewendet (verschiedene Globalmodel-

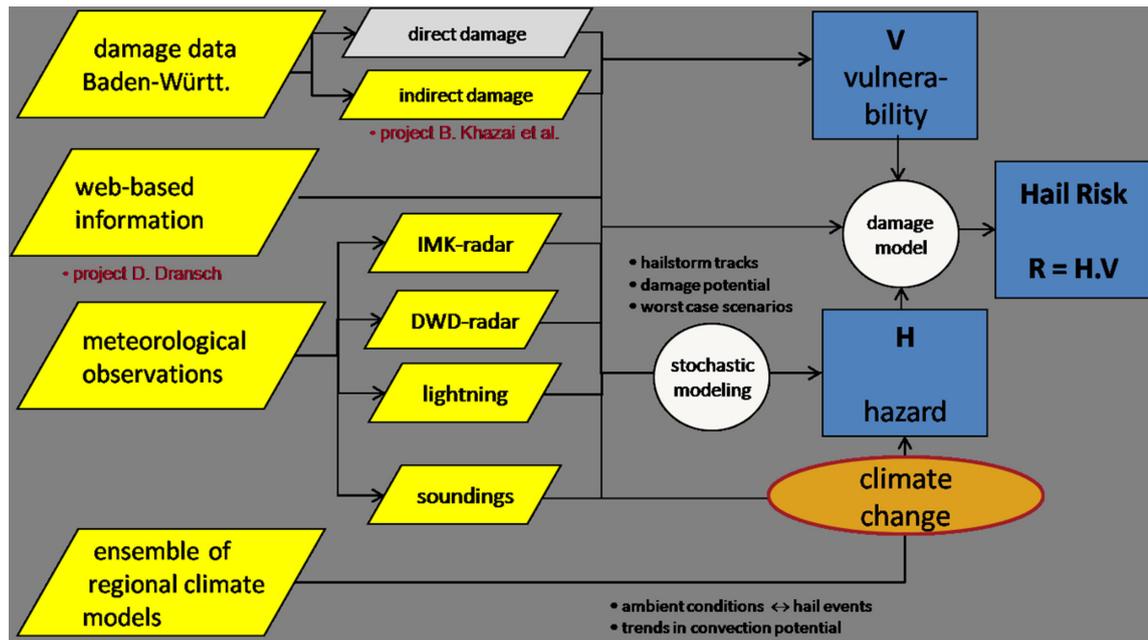


Abb. 1: Geplante Projektstruktur von HARIS-CC.

le, verschiedene Emissionsszenarien). Das abschließende Ziel ist es, auf der Grundlage der vergangenen Hagelgefährdung die zukünftig zu erwartende Hagelgefährdung zu projizieren.

Projektstatus

Erste Ergebnisse wurden für eine Testregion in Baden-Württemberg erarbeitet, für die umfassende und hoch-aufgelöste, qualitätsgesicherte Daten vorliegen. Schwere Hagelstürmen zwischen 1997 und 2008 wurden aus der Kombination der Daten der SV Sparkassenversicherung mit Radardaten des IMK-Radars (Standort: KIT Campus Nord) rekonstruiert. Um vollständige Zugbahnen zu erhalten, wurde der Zellverfolgungs-Algorithmus TRACE3D auf die 3D Radarreflektivitäten angewendet.

Die so bestimmten Hagelzugbahnen weisen im langjährigen Mittel eine erhebliche räumliche Variabilität auf, die durch die Orografie bestimmt ist (Abb. 2, links). Die größte Dichte der Hagelzugbahnen ergibt sich für eine Region südlich von Stuttgart, während im Rheintal, über dem Schwarzwald und der Schwäbischen Alb Hagel seltener auftritt. Die auf ein Gitter der Größe 10 x 10 km² projizierten Zugbahnen wurden anschließend mit extremwertstatistischen Methoden analysiert. Die Ergebnisse in Form von Radarreflektivitäten für bestimmte Wiederkehrperioden zeigen eine hohe Übereinstimmung zur Dichte der Zugbahnen (Abb. 2, rechts). Schwere Hagelereignisse sind an bestimmte atmosphärische Eigenschaften ge-

bunden, die – im Gegensatz zu den tatsächlichen Ereignissen – durch Radiosondenaufstiege gut erfasst sind. Es wurde untersucht, welche der Konvektionsindizes, abgeleitet aus den 12 UTC Aufstiegen in Stuttgart, am besten das Auftreten hochreichender Konvektion prognostizieren. Die Trendanalyse zeigt, dass die meisten Konvektionsindizes, die bodennahe Temperatur und Feuchte berücksichtigen, einen statistisch signifikanten, positiven Trend in der Periode 1974-2003 aufweisen (Abb. 3 für die konvektive, verfügbare Energie, CAPE). Dabei ist die jährliche Variabilität der Indizes (Anzahl Tage über bestimmten Schwellenwerten und Perzentilwert) stark korreliert mit der jährlichen Anzahl der Hagelereignisse, die in einem ähnlichen Zeitraum ebenfalls signifikant zugenommen hat (Abb. 3, rechts).

Im Juli 2009 wurden die ersten Ergebnisse des Projekts HARIS-CC in einer Presseerklärung zusammengefasst und von der Stabsabteilung Presse, Kommunikation und Marketing des KIT veröffentlicht. In zahlreichen Zeitungen, Radio- und Fernsehberichten wurde über das Projekt berichtet.

Ausblick

In den nächsten drei Jahren werden die beschriebenen Arbeitsschritte umgesetzt. Seit Oktober 2009 wird das Projekt HARIS-CC von Willis Research Network (WRN) unterstützt.

Publikationen

Kunz, M., und Puskeiler M., (2009): High-resolution assessment of the hail hazard over complex terrain from radar and insurance data. Eingereicht bei Met. Z.

Kunz M., Sander J. und Kottmeier Ch., (2009): Recent trends of thunderstorm and hailstorm frequency and their relation to atmospheric characteristics in southwest Germany. Int. J. Climatol., 16 pp., DOI: 10.1002/joc.1865

Kunz, M., (2007): The skill of convective parameters and indices to predict isolated and severe thunderstorms, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 7, 327–342, DOI:www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/7/327/2007/

Bearbeitung

Christoph Kottmeier (IMK, KIT)
 Michael Kunz (IMK, KIT)
 Susanna Mohr (IMK, KIT)
 Marc Puskeiler (IMK, KIT)

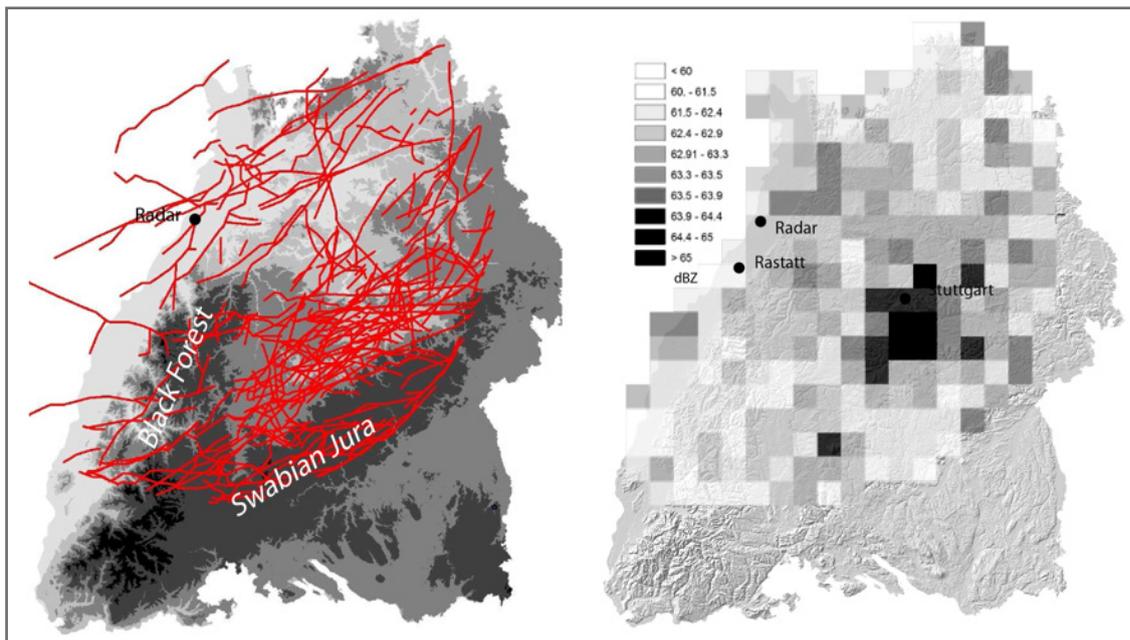


Abb.2: Zugbahnen der schwersten Hagelereignisse zwischen 1997 und 2008 (links) und Radarreflektivität für eine Wiederkehrperiode von 1 Jahr (rechts).

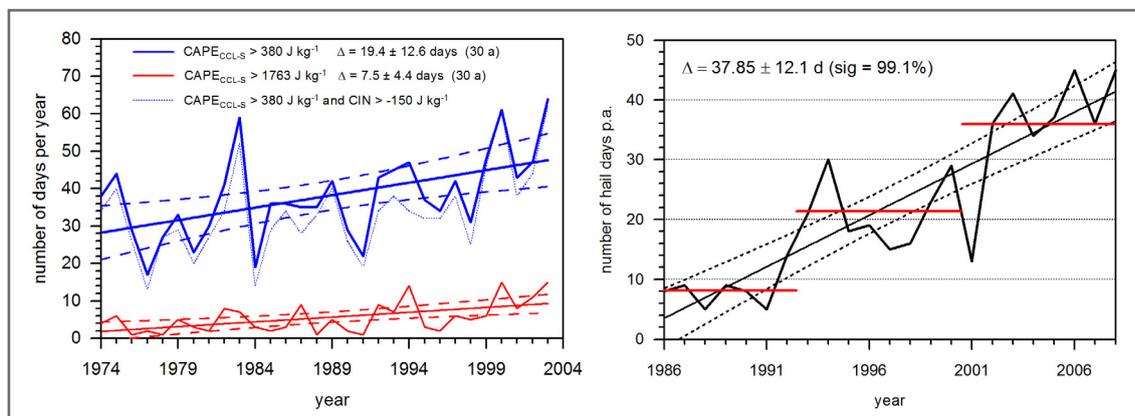


Abb.3: Anzahl der Tage pro Jahr, an denen die Konvektionsenergie (CAPE) um einen bestimmten Schwellenwert überschritten wurde (links) und Anzahl der Hageltage pro Jahr auf der Grundlage von Gebäudeschäden in Baden-Württemberg (rechts), jeweils mit 95% Konfidenzintervallen.

Abschätzung oberer Grenzen von Hochwasserabflüssen in Sachsen

Ausgangslage / Einführung

Dieses Projekt ist ein Teilprojekt der „Synopse der Naturgefahren in Sachsen“, in der das Risiko von drei verschiedenen Naturgefahren (Erdbeben, Hochwasser, Sturm) verglichen wird. Um einen konsistenten Vergleich der drei Naturgefahren in einem möglichst großen „Überlappungsbereich“, d.h. insbesondere für hohe Wiederkehrintervalle zu ermöglichen, ist es notwendig, Hochwasserabflüsse für Wiederkehrintervalle von 100 – 1000 Jahren abzuschätzen. Da die statistische Abschätzung von Abflüssen mit Wiederkehrintervallen > 100 Jahren großen Unsicherheiten unterliegt, müssen die bestehenden Methoden weiterentwickelt werden.

Ziele / Arbeitsschritte

Ziel dieses Projektes ist die Ableitung von Extremabflüssen mit großen Wiederkehrintervallen sowie die Abschätzung oberer Grenzen von Hochwasserabflüssen mit probabilistischen und empirischen Hüllkurven und deren Integration in Verteilungsfunktionen. Durch die Verwendung von zusätzlichen Informationen in Form von Extremabflüssen und deren Wiederkehrintervallen soll eine Verbesserung der Abschätzung von Hochwasserabflüssen mit einem hohen Wiederkehrintervall realisiert werden.

Projektstatus

In diesem Projekt werden Hüllkurven, d.h. Grenzlinien oberhalb aller bislang beobachteten Hochwasserereignisse in einer Region, untersucht. Die Basis dieser Untersuchungen sind kontinuierliche Abflussdaten an gleichmäßig verteilten Pegeln in Sachsen. Aus den ersten Studien folgte die Erkenntnis, dass die bestehenden Ansätze der empirischen und probabilistischen Hüllkurve einer detaillierten Unsicherheitsbetrachtung bedürfen, um die Anforderungen einer verbesserten Abschätzung der Abflüsse mit hohen Wiederkehrintervallen zu erfüllen.

Die Anwendung der probabilistischen, regionalen Hüllkurven (Abb. 1) ist abgeschlossen. Mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse konnte die

Eignung zweier Methoden zur Ableitung von homogenen Regionen untersucht werden. Die Sensitivitätsanalyse erlaubt eine Abschätzung der Variabilität der probabilistischen regionalen Hüllkurven. Die Ergebnisse dieser Studie konnten auf internationalen Konferenzen präsentiert (Guse u. a., 2008a, 2009b) und veröffentlicht werden (Guse u. a., 2009c).

Der Einfluss der Korrelation der Abflusszeitreihen untereinander auf das Wiederkehrintervall einer probabilistischen Hüllkurve wurde in einer weiteren Studie untersucht und veröffentlicht (Guse u. a., 2009a). Diese beiden Studien ermöglichen eine verbesserte Abschätzung des Extremabflusses und des zugehörigen Wiederkehrintervalls einer probabilistischen Hüllkurve. Die Ergebnisse der probabilistischen Hüllkurven können somit als Zusatzinformation für die Hochwasserstatistik verwendet werden. Während die traditionelle Hochwasserstatistik nur Abschätzungen bis zu Wiederkehrintervallen von 100 Jahren ermöglicht, liefern probabilistische Hüllkurven zusätzliche Stützstellen für Wiederkehrintervalle zwischen 300 und 2000 Jahren. Damit kann die Unsicherheit in der Hochwasserstatistik reduziert werden. Eine empirische Hüllkurve wurde für Sachsen abgeleitet. Die empirische Hüllkurve wird im Kontext von Extremabflüssen und Ausreißern in den Abflusszeitreihen der sächsischen Pegel betrachtet.

In einem letzten Schritt werden die Ergebnisse der Hüllkurven als Eingangsgröße in eine Verteilungsfunktion integriert. Zur Anwendung der Verteilungsfunktionen mit einer oberen Grenze besteht ein Diskussionsaustausch mit dem Projekt „Risikoabschätzung Wintersturm und Echtzeit-Schadensprognose“. Hierzu wurden verschiedene Varianten der Verteilungsfunktionen mit und ohne obere Grenze untersucht. Eine ausgewählte Methode wird derzeit auf ihre Anwendbarkeit getestet (Abb. 2). Dabei wird die Signifikanz der oberen Grenzen aus den Hüllkurven auf die Abschätzung von Hochwasserabflüssen mit Wiederkehrintervallen zwischen 100 und 1000 Jahren untersucht. Durch die Integration einer oberen Grenze wird ein unbegrenzter Anstieg der Abflüsse bis hin

zu unrealistischen Werten für hohe Wiederkehrintervalle verhindert (Abb. 2).

Ausblick

Die Anwendung probabilistischer Hüllkurven ist abgeschlossen worden. Die Untersuchungen der empirischen Hüllkurven sollen noch in diesem Jahr fertig gestellt werden. Der letzte Baustein des Forschungsprojekts ist die Integration der oberen Grenzabflüsse in eine geeignete Verteilungsfunktion. Diese Arbeiten sollten bis Anfang nächsten Jahres beendet sein. Weitere Veröffentlichungen in internationalen Zeitschriften sind vorgesehen.

Publikationen

Guse, B., Castellarin, A., Thielen, A. H. und Merz, B. (2009a): Effects of intersite dependence of nested catchment structures on probabilistic regional envelope curves, *Hydrology and Earth System Science*, 13(9), 1699-1712.

Guse, B., Thielen, A., Castellarin, A. und Merz, B. (2008a): Probabilistic regional envelope curves in Saxony / Germany using two methods to form homogeneous regions, *European Geosciences Union, General Assembly 2008*, Vortrag (Wien, Österreich).

Guse, B., Thielen, A. H., Castellarin, A. und Merz, B. (2009b): Reliability of Probabilistic Regional Envelope Curves, *European Geosciences Union, General Assembly 2009*, Poster (Wien, Österreich).

Guse, B., Thielen, A. H., Castellarin, A. und Merz, B. (2009c): Deriving probabilistic regional envelope curves with different pooling groups, *Journal of Hydrology*, doi:10.1016/j.jhydrol.2009.10.010, (accepted).

Guse, B., Thielen, A. und Merz, B. (2007): Estimation of upper bounds using envelope curves, *Extended abstract No. 50, 8. Forum DKKV/CEDIM: Disaster Reduction in Climate Change*, 15./16.10.2007, Karlsruhe University.

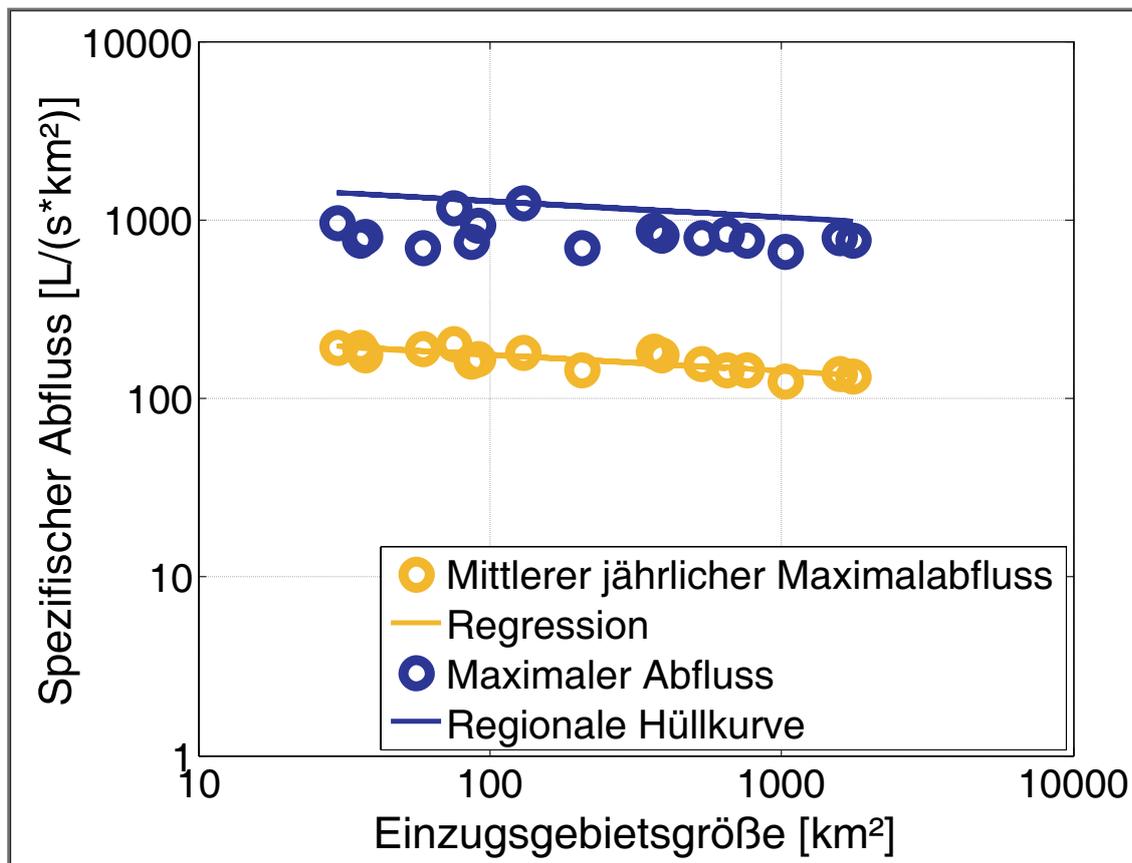


Abb. 1: Beispiel einer regionalen Hüllkurve (verändert nach Guse u. a., 2009a). Der regionalen Hüllkurve wird ein Wiederkehrintervall zugeordnet, das sich aus der Gesamtmenge an jährlichen, maximalen Abflüssen aller Pegel und deren Korrelationsbeziehungen ergibt. Dieses Wiederkehrintervall ist gültig für die Gebietsgröße, die von der regionalen Hüllkurve bedeckt wird (hier: 40-2500 km²).

Guse, B., Thieken, A. und Merz, B. (2008b): Anwendung von Verteilungsfunktionen mit oberer Grenze in der Hochwasserstatistik, In: Haberlandt, U.; Riemeier, B.; Billib, M.; Verworn, H.-R.; Kleeberg, H.-B. (Hrsg.),

Hochwasser, Wassermangel, Gewässerverschmutzung – Problemlösung mit modernen hydrologischen Methoden: Beiträge zum Tag der Hydrologie am 27./28.03.2008 in Hanno-

ver, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 17-27.

Bearbeitung

Björn Guse (Sektion 5.4 – Hydrologie, GFZ)
Bruno Merz (Sektion 5.4 – Hydrologie, GFZ)
Annegret H. Thieken (alpS - Zentrum für Naturgefahren- und Risikomanagement GmbH sowie Universität Innsbruck)

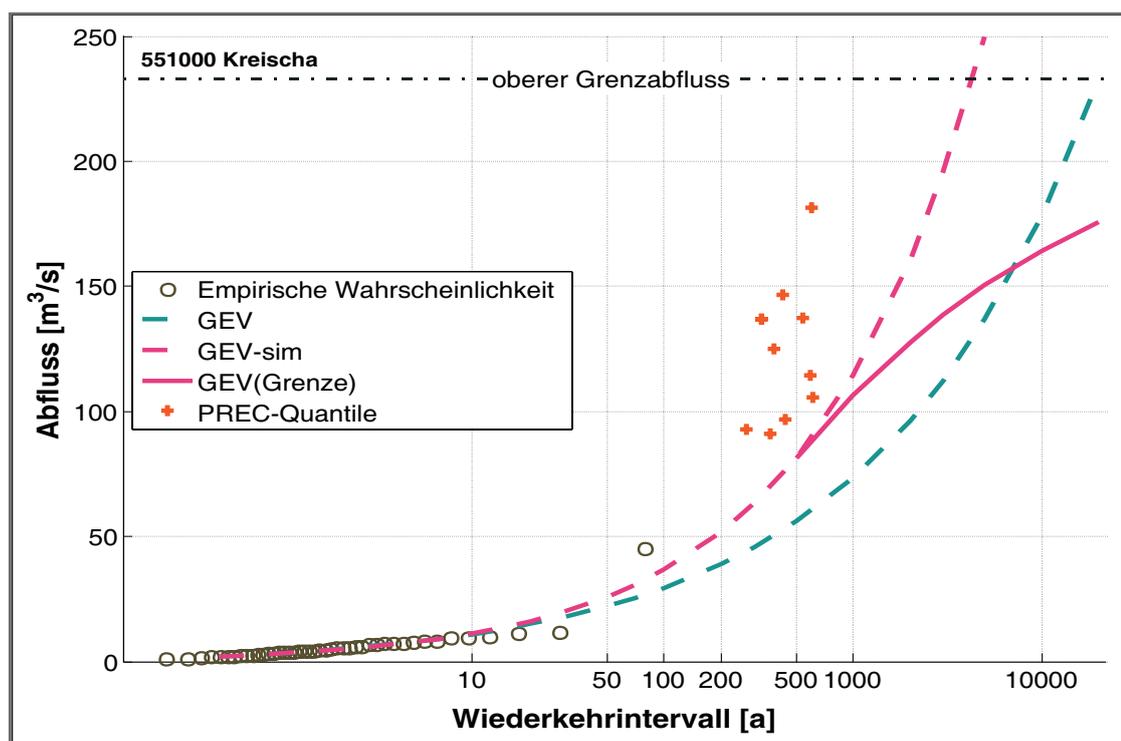


Abb.2: Beispiel für die Integration mehrerer probabilistischen Hüllkurven und einer empirischen Hüllkurve in eine gemischte Verteilungsfunktion. In einem ersten Schritt werden die Hochwasserabflüsse und deren zugehörige Wiederkehrintervalle aus probabilistischen Hüllkurven (PREC-Quantil) mit einer allgemeinen Extremwertverteilung (GEV) kombiniert (GEV-sim). In einem zweiten Schritt wird die Annäherung an eine obere Grenze aus einer empirischen Hüllkurve für Wiederkehrintervalle größer als 500 Jahre berücksichtigt (GEV(Grenze)).

Web-basierte Wettergefahren Frühwarnung

Der Internet-Informationssdienstes „Wettergefahren-Frühwarnung“ informiert über weltweit bevorstehende oder bereits eingetretene extreme Wetterereignisse. Die Webseiten sind ständig verfügbar und werden mehrmals täglich aktualisiert. Der Routinebetrieb begann am 1. Februar 2004 und wurde kontinuierlich weitergeführt. Zurzeit greifen rund 1500 Leute täglich auf die Seite zu.

Als extreme Wetterereignisse gelten

- Sturm- oder Orkantiefs, wenn sie für das Binnenland oder die Küste eine große Gefahr darstellen
- Sommerliche Gewitterlagen, bei denen verbreitet mit schweren Gewittern gerechnet werden muss
- Starkniederschlags- und Hochwasserlagen

- Extreme Hitze- und Kälteperioden
- Tropische Wirbelstürme und andere Ereignisse

Zwar liegt das Hauptaugenmerk auf den Vorgängen in Mitteleuropa, doch bleiben z.B. Überschwemmungen durch starke Monsunregen in Südostasien oder tropische Wirbelstürme nicht unberücksichtigt.

Als Entscheidungsgrundlage dienen Modellrechnungen verschiedener globaler (vor allem des amerikanischen GFS-Modells), zum Teil auch regionaler Modelle wie sie bei den nationalen Wetterdiensten und anderen Institutionen operationell eingesetzt werden und im Internet verfügbar sind.

Deutet sich in den Modellvorhersagen ein extremes Wetterereignis an und beurteilt der Bearbeiter die Entwicklung ähnlich, formuliert er ein bis vier Tage vor dem wahrscheinlichen Eintritt des Ereignisses eine Vorwarnung oder Warnung. In ihr wird darauf hingewiesen, welche Gebiete betroffen sein könnten und was auf diese zukommt. Diese Warnungen werden täglich, in besonderen Fällen auch mehrmals täglich aktualisiert.

Etwa ein bis drei Tage nach dem Ereignis steht eine ausführliche Analyse zur Verfügung. Der Leser erhält eine Bewertung des Ereignisses, bekommt umfangreiche Informationen über

dessen Ablauf und kann sich über gemessene Windgeschwindigkeiten, Temperaturen oder Niederschlagsmengen informieren. Die Recherche erstreckt sich über alle Webseiten mit relevanten Inhalten, Daten und Informationen.

Alle früheren Warnungen, Hinweise und ausführliche Analysen können in einem ständig wachsenden Archiv eingesehen werden, das mittlerweile mehrere hundert extreme Wetterereignisse umfasst. Die Webseiten bieten darüber hinaus alle zur Bewertung eines extremen Wetterereignisses nötigen Informationen. Dazu gehören z.B. die Wind- und Sturmskalen, Rekordwerte der Temperatur und des Niederschlags sowie ausführliche klimatologische Informationen und Karten.

Der Warndienst soll kontinuierlich weitergeführt, verbessert und neue Methoden zur Vorhersage und Visualisierung entwickelt werden. Das Projekt „Wettergefahren-Frühwarnung“ wird unabhängig von den offiziellen Warnseiten der nationalen Wetterdienste und ohne Gewähr betrieben. Weitere Informationen unter:

www.wettergefahren-fruehwarnung.de

Bearbeitung

Bernhard Mühr (IMK, KIT)

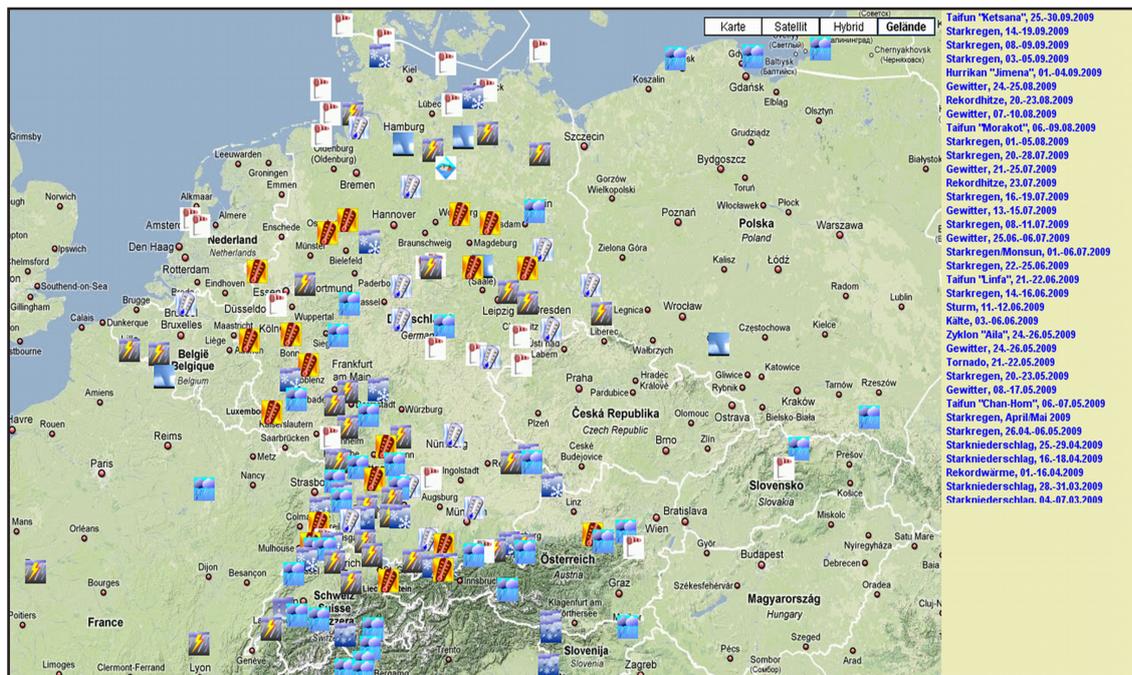


Abb. 1: Screenshot aus: www.wettergefahren-fruehwarnung.de – Interaktive Ereignisauswahl

Global Earthquake Model

Zentralasien Initiative

Ausgangslage / Einführung

Die Zentralasien Initiative wurde mit Unterstützung des deutschen Auswärtigen Amtes (über InWEnt Capacity Building International) unter dem Titel „Grenzübergreifende Prävention von Naturkatastrophen in Zentralasien“ initiiert. Im Rahmen dieses Projektes soll die internationale und regionale Zusammenarbeit im Bereich der Katastrophenvorsorge und des Risikomanagements bei Naturkatastrophen verstärken. In Anbetracht der Tatsache, dass Zentralasien einer der seismisch aktivsten Gebiete der Welt ist, kann dieses Projekt dazu beitragen, die Folgen von verheerenden Erdbeben, die in der Zukunft in dieser Region möglicherweise auftreten könnten, zu minimieren (Abb.1).

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Fläche der fünf ehemaligen sowjetischen Republiken Kasachstan, Kirgisistan, Tadschikistan, Turkmenistan, Usbekistan und Afghanistan.. Die Gesamtfläche des Gebietes beträgt ca. 4 Millionen m² mit einer Gesamtbevölkerung von rund 60 Millionen. Zu Zeiten der ehemaligen Sowjetunion verwendeten alle Republiken die gleichen Standards und Richtlinien sowohl für die Einschätzung und Kartierung seismischer Gefährdung als auch für anti-seismisches Design und Konstruktion. Die letzten, verheerenden Erdbeben, wie zum Beispiel in Spitak 1988 oder in Neftegorsk 1995, machten Fehler in der Zonierung der seismischen Gefahren deutlich und offenbarten gefährdete Gebäudetypen, die typisch für Zentralasien sind. Nach dem Zerfall der UdSSR führten die unabhängigen Staaten ihre eigenen Gebäudecodes ein, die erheblich voneinander abweichen. Daneben entwickelten sie landesweite Karten der seismischen Gefährdung (die erhebliche Unstimmigkeiten entlang der Landesgrenzen aufweisen) und nahmen an mehreren, internationalen Projekten zur seismischen Risikoeinschätzung teil (e.g. RADIUS, NATO Wissenschaft für Frieden, CASRI). Die aktuelle Untersuchung zeigt allerdings, dass in dem Gebiet immer noch ein hohes Maß an seismischem Risiko besteht. Aus diesem Grund sind alle fünf zentralasiatischen Staaten sehr an einer Beteiligung am Projekt „Grenzübergreifende Prävention von Naturkatastrophen in Zentralasien“ sehr inte-

ressiert. Dies zeigt sich auch in der Unterstützung für das Projekt seitens der Regierungen.

Ziele / Arbeitsschritte

Das laufende Projekt besteht aus zwei Hauptbereichen:

1. Im wissenschaftlich-technischen Bereich wird ein regionsspezifisches Netz für die Erdbebenüberwachung in Echtzeit entwickelt. Darüber hinaus gehören zu diesem Teil die seismische Mikrozonierung von urbanen Gebieten sowie die Einschätzung der Schadensanfälligkeit und des Risikos auf lokaler und regionaler Ebene.
2. Im zweiten Projektbereich, der sich mit dem Aufbau von Kompetenzen beschäftigt, werden Ausbildungsmaterialien entwickelt und Ausbildungslehrgänge über seismische Risiken für Entscheidungsträger, regionale Planungsbehörden und Vertreter der Zivilgesellschaft abgehalten.

Die Struktur und der Zeitrahmen des Projekts sind in Abb.2 aufgeführt. Der Aufgabenbereich des wissenschaftlich-technischen Bereichs sind gelb unterlegt, die des Projektbereichs zum Kompetenzaufbau blau. Der wissenschaftlich-technische Bereich des Projekts unterliegt der Verantwortung des GFZ (Modul I – Erdbebenüberwachungsnetz in Echtzeit für Zentralasien – CAREMON und Modul II – Mikrozonierung) und des CEDIM (Modul III – Schadensanfälligkeit und Risiko). Die drei Module werden in enger Zusammenarbeit aller teilnehmenden Länder mit lokalen Forschungsinstituten durchgeführt. Die Maßnahmen zur Risikoeinschätzung in der Region werden in Zusammenarbeit mit „Global Earthquake Model“ (GEM) durchgeführt.

Projektstatus

Im Juni und Juli 2009 wurden vier Schulungen zu dem Thema Schadensanfälligkeit in den folgenden Ländern abgehalten: Usbekistan, Kirgisistan, Tadschikistan und Kasachstan. Der Lehrgang in Turkmenistan wurde auf November 2009 verschoben. Ziel der Schulungen und der weiteren gemeinsamen Arbeit in diesem Bereich, ist die Entwicklung einer einheitlichen

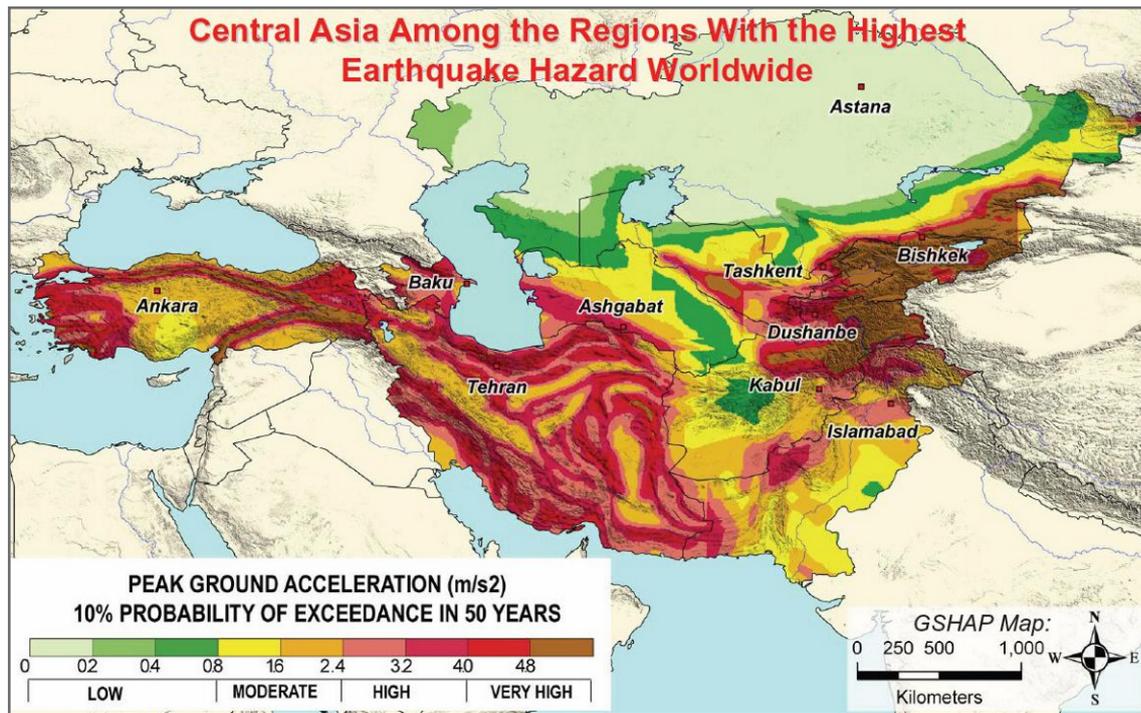


Abb.1: Seismische Gefährdung im Untersuchungsgebiet nach GSHAP

Klassifizierung der Schadensanfälligkeit für bestehende Gebäudetypen. Diese Einteilung soll zur Aufstellung von Modellen zur Abschätzung der Schadensanfälligkeit in urbanen und ländlichen Gebieten zur Schadens- und Risikoanalyse verwendet werden.

Während der Schulungen wurden nationale Arbeitsgruppen gebildet, die an dem GEM Projekt teilnehmen werden. Nach den Schulungen erheben die Arbeitsgruppen auch weiterhin Daten über die seismische Schadensanfälligkeit der Gebäude in ihren Ländern. Die Leiter der nationalen Arbeitsgruppen kommen im Dezember 2009 zu einem gemeinsamen Treffen in Deutschland (Karlsruhe/Potsdam) zusammen, um die erhobenen Daten auszutauschen und zukünftige Maßnahmen in dem Gebiet im Rahmen des GEM Projektes zu besprechen und zu planen.

Der Projektbereich Kompetenzaufbau des Projektes „Grenzübergreifende Prävention von Naturkatastrophen in Zentralasien“ wird von GFZ, InWent und CAIAG koordiniert (Zentralasiatisches Institut für Angewandte Geowissenschaften). Das CEDIM leitet innerhalb des Projektbereichs folgende Maßnahmen:

- Entwicklung eines holistischen Konzeptes für Seminare und Schulungen zum Kompetenzaufbau. Dies beinhaltet auch die

Koordination aller involvierten, lokalen Experten.

- Inhaltsbezogene Vorbereitung und Durchführung verschiedener regionaler Seminare und Workshops in der Region
- Vorbereitung des Materials für die nationale Schulung zum seismischen Risiko
- Durchführung von fünf nationalen Schulungen „Seismisches Risiko“ für Wissenschaftler, Experten, Schulungspersonal (Universitäten), lokale und regionale Verwaltungen in den fünf Ländern (z.B. Planungsbehörden und andere wichtige Verwaltungseinrichtungen)

Ausblick

Die nationalen Schulungen zu dem Thema seismisches Risiko sollen im Oktober und November dieses Jahres in den fünf zentralasiatischen Ländern abgehalten werden. Die Zielgruppe der Schulungen (zehn bis zwölf Teilnehmer) schließt vorrangig Notfallspezialisten, Architekten, Planer und Vertreter von Körperschaften der Verwaltung ein, die sich nicht direkt mit der Erdbebenforschung beschäftigen. Diese Personengruppen wären dann in der Lage mit Hilfe ihres erworbenen Wissens das bestehende seismische Risiko in ihrer beruflichen Tätigkeit zu berücksichtigen. Dies gilt auch für Universitätsdozenten und lokale Ausbilder, die das erworbene Wissen

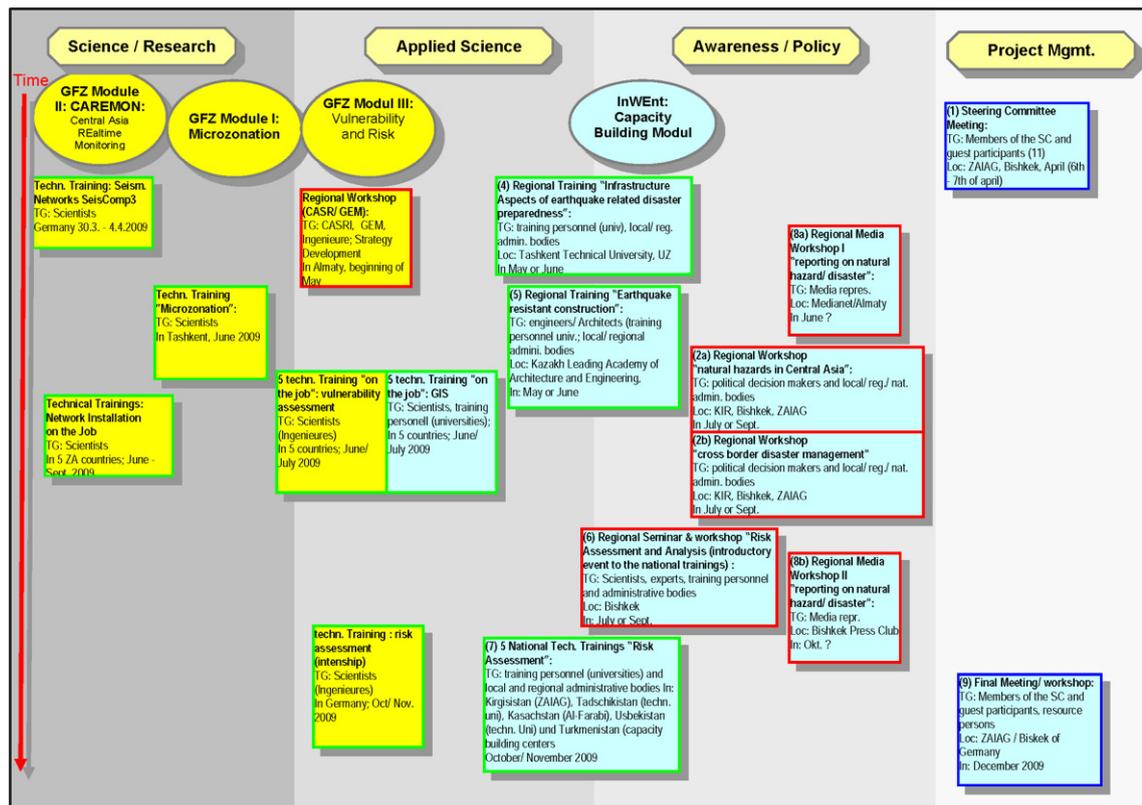


Abb.2: Überblick Projektstruktur

weitergeben könnten. Das entwickelte Programm für die nationalen Schulungen dauert fünf Tage (Tag 1: Seismische Gefahr; Tag 2: Seismische Schadensanfälligkeit; Tag 3: Seismisches Risiko; Tag 4: Katastrophenvorbereitung und Risikomanagement; Tag 5: Austausch der Erfahrungen). Die Schulungen werden von internationalen Ausbildern (CEDIM) geleitet, die von lokalen Experten unterstützt werden, die für seismologische und ingenieurwissenschaftliche Institutionen der teilnehmenden Ländern tätig sind.

Das Arbeitsprogramm des aktuellen Projekts erstreckt sich zeitlich bis Ende dieses Jahres. Danach sollen Experten des CEDIM gemeinsam mit den gebildeten nationalen Arbeitsgruppen die Maßnahmen in Zentralasien im Rahmen des GEM Projekts weiterführen. Innerhalb des GEM sollen die folgenden Ziele in der Region erreicht werden:

Gefährdung:

- Grenzübergreifende Zonierung der seismischen Gefahr für die gesamte Region
- Mikrozonierung der seismischen Gefahr für ausgewählte Städte (Almaty, Ashgabat, Bishkek, Dushanbe, Tashkent)

- Festlegung der Parameter für wahrscheinliche Erdbebenszenarios

Schadensanfälligkeits- und Risiko:

- Einheitliche Klassifizierung der Schadensanfälligkeit
- Seismische Schadensanfälligkeitsmodelle für verschiedene Ebenen (Mikrozonierung, Region)
- Grenzübergreifende Zonierung des seismischen Risikos für die gesamte Region
- Mikrozonierung des Risikos für dieselben ausgewählten Städte
- Einschätzung des Schadens und des Verlustes für die wahrscheinlichen Erdbebenszenarios

Bearbeitung

Lothar Stempniewski (IfMB, KIT)
 Anglo Strollo (Erdbeben und Frühwarnung, GFZ)
 Sergey Tyagunov (IfMB, KIT)
 Friedemann Wenzel (GPI, KIT)
 Jochen Zschau (Erdbeben und Frühwarnung, GFZ)

Sozioökonomisches Modul

Ausgangslage / Einführung

Im Rahmen des Global Earthquake Models (GEM) wurde am 16. September 2009 auf einem Workshop am Hauptsitz der OECD in Paris eine Arbeitsgruppe gegründet, um ein Konzept eines sozioökonomischen Moduls zur Erfassung der sozioökonomischen Auswirkungen von Erdbeben zu entwickeln. Dieser Arbeitsgruppe gehören Mitarbeiter der Weltbank, der Applied Insurance Research (AIR), der Münchener Rückversicherung, der Universität Oxford und des CEDIM an. CEDIM wird durch Herrn James Daniell, Dr. Bijan Khazai und Prof. Friedemann Wenzel vertreten.

Im Vorfeld fand im Rahmen des GEM-Outreach Meeting ein vorbereitender Workshop zum sozioökonomischen Modul am 8. - 9. Juni 2009 in München statt. Dr. Bijan Khazai (CEDIM) präsentierte mögliche sozioökonomische Indikatorwerkzeuge und Strategien für die Entwicklung eines sozioökonomischen Moduls.

Ziele / Arbeitsschritte

Das sozioökonomische Modul (Socio-economic impact modul - SEI) umfasst drei Komponenten:

1. Direkte Umrechnung der Schäden in Todesfälle, verletzte und obdachlos gewordene Personen sowie Berechnung ökonomischer Auswirkungen durch das GEM Modul „Physikalische Schäden (P-Modul)“
2. Erfassung der direkten und indirekten sozioökonomischen Auswirkungen und komplexer Indikatoren, die die soziale und ökonomische Vulnerabilität beschreiben (SEI- Modul)
3. Wirtschaftsdaten, die die Abschätzung der makro-ökonomischen Auswirkung von Erdbeben ermöglichen

In Anbetracht der Abhängigkeit vom räumlichen Maßstab, der Beteiligung verschiedener Interessensgruppen und der Bedürfnisse der Anwender, kann eine geeignete Hierarchieform für direkte und indirekte Schäden aus einem mehrstufiges System abgeleitet werden, das qualitativ bessere Daten auf Kosten der Datenzugänglichkeit und Modellierungskomplexität liefert. Eine mehrstufige Struktur ist für die Komponenten „Physikalische Schäden (P)“, „Gefährdete Objekte (exposure modul E)“ und die „sozioökonomische (SE)“ Komponente des GEM vorgesehen.

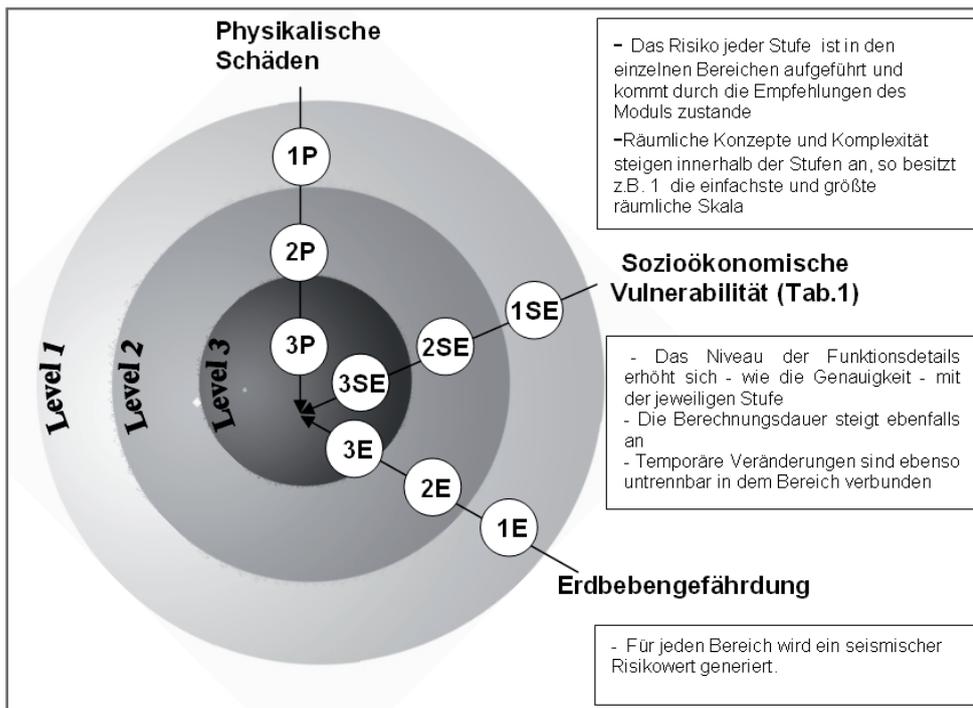


Abb.1: Struktur des sozioökonomischen Moduls in GEM

Ebene	1SEI - Landesweit	2 SEI - Rasterebene	3 SEI Stadt- oder bezirksspezifisch
Indikatoren	Partizipatorische Modellierung	Partizipatorische Modellierung	Partizipatorische Modellierung
Datenbanken	Gekennzeichnete und länderspezifische Datenbanken	Gekennzeichnete und länderspezifische Datenbanken	Auf Basis von Fallstudien und darunter
Analyseeinheit	Land	Zellenbasiert	Stadt oder Bezirk – kleinere Einheit
SE Komponenten	CEDIM-GEM Werkzeug	Noch nicht festgelegt	Noch nicht festgelegt
Benötigte Daten	Stufenabhängig	Stufenabhängig	Erweiterte Stufe, aber abhängig
Testdatensatz	Länder mit unterschiedlichem Hintergrund, kontinentale Unterschiede	Raster in jedem Land, Gruppierung erfolgt über Ländergrenzen hinweg, um die Algorithmen zu testen	Ein auf Städte basierendes System, Testdatensätze für Ahmedabad in Indien, Manila auf den Philippinen und andere Orte weltweit
Art der Gefährungsdaten	Wohngebiete	Wohngebiet, Industrie, Gewerbe, stark gefährdete Objekte (Schulen, Krankenhäuser etc.), Verkehrs- und Versorgungssysteme, kritische Netze	Als Raster, aber mit einer höheren Auflösung innerhalb jeder Gruppe, falls erforderlich. Die Verbundenheit der Systeme untereinander sollte auch berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Ansatz für ein Drei-Stufensystem des sozioökonomischen Moduls

Hierzu werden unterschiedlich komplexe Modelle zur Erfassung direkter und indirekter Schäden auf verschiedenen räumlichen Ebenen entwickelt. Diese Modelle basieren auf Indikatoren, die auf globaler, städtischer und Rasterebene erfasst werden können.

Die Komplexität und die Datenanforderungen auf jeder Stufe, die zur Quantifizierung der Eingabekomponenten des SEI notwendig sind, orientieren sich an der jeweiligen Datenverfügbarkeit. Den Nutzerinteressen entsprechend können auf jeder Stufe soziale und ökonomische Modelle angewandt und die erforderlichen Parameter generiert werden; beispielsweise können Szenarios für eine Stadt oder einen Bezirk im Bezug auf Detailniveau und Bandbreite stark von den landesweiten Szenarios abweichen und sprechen zudem auch andere Interessengruppen an.

Projektstatus

Aufgrund des durch den mehrstufigen Ansatz bedingten Arbeitsaufwand, des SEI – Moduls werden sich die Arbeiten im ersten Jahr auf die

einfachste Stufe der Analyse, der landesweiten (1-SEI) Stufe beschränken. Im ersten Projektjahr wird zu verwendende Hierarchie der Eingangsparameter definiert. Folgende Parameter werden dabei berücksichtigt:

- SE-Indikatoren basierend auf der direkten Umrechnung von Schäden
- SE-Indikatoren, die soziale und ökonomische Auswirkungen beschreiben
- SE-Indikatoren, die mit einer makroökonomischen Modellierung auf diesem Level zusammengebracht werden können

Die Entwicklung eines sozioökonomischen Indexes für ausgewählte Länder (Stufe 1-SEI, siehe Abbildung 2) auf Grundlage einer nutzerorientierten Auswahl von Einstufungskriterien und –gewichtungen ist vorgesehen. Um einen länderübergreifenden Vergleich der sozioökonomischen Auswirkungen eines Erdbebens zu ermöglichen, soll basierend auf globalen Datenbanken ein Indikatorsystem entwickelt werden, dass der landesspezifischen Vulnerabilität Rechnung trägt. Die Qualität der Indikatoren soll anhand ausgewählter Proxies wie zum Bei-

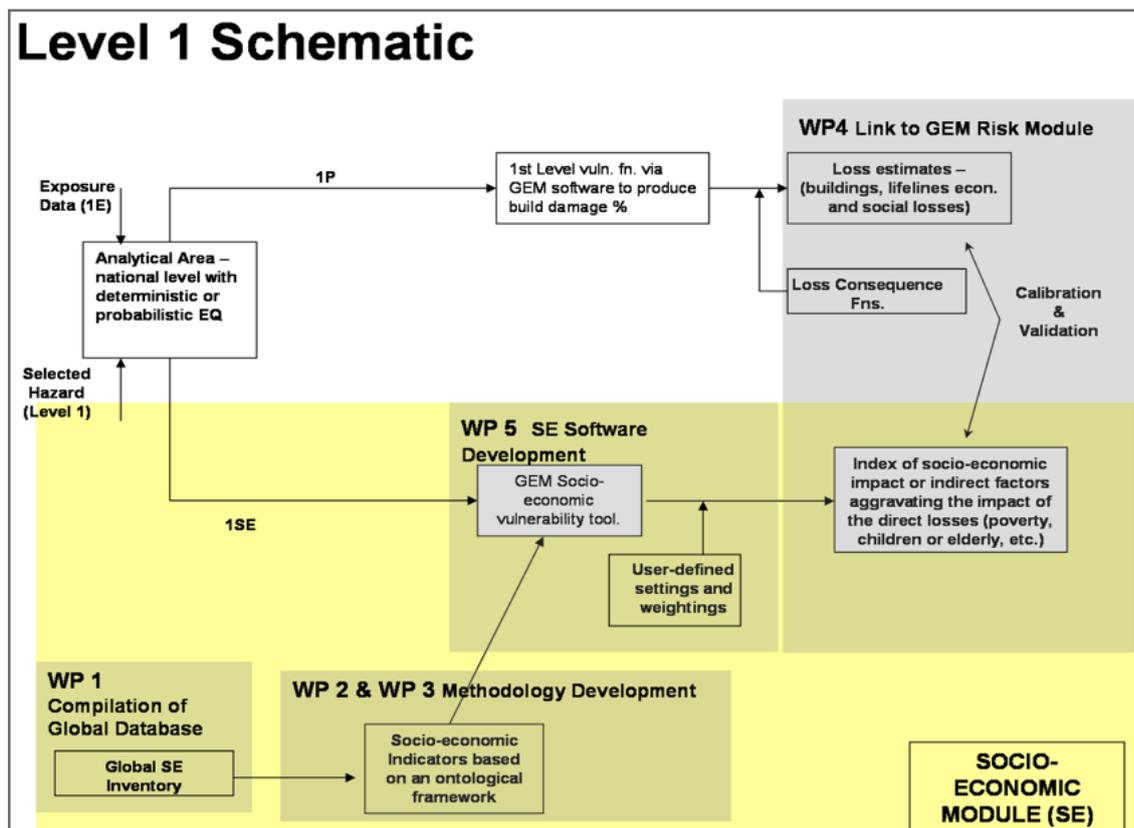


Abb.2: Entwicklung eines sozioökonomischen Indexes für ausgewählte Länder

spiel Sterblichkeitsrate, Bruttoinlandsprodukt etc. analysiert werden.

Im CEDIM wurde eine globale Datenbank, basierend auf 201 Indikatoren aus bereits bestehenden Datenbanken verschiedener Institutionen unter anderem CIA, Weltbank, Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen entwickelt. Diese Datenbank umfasst 73 ökonomische und 128 soziale Indikatoren. Im Laufe des ersten Jahres soll ein ontologisches Kernmodell für die Indikatoren entwickelt werden, das erschwerende Effekte, räumliche Verteilung, Zeitabhängigkeit und Wechselwirkungen miteinbezieht. Das ontologische Kernmodell wird als Softwareplattform verwendet werden, um anhand der globalen Datenbank ein Indikatorenset zur Erfassung der sozioökonomischen Auswirkungen zu entwickeln. Hierzu werden unterschiedliche Kriterien verwendet, die im ontologischen Kernmodell entwickelt definiert wurden z.B. kurzfristige, mittelfristige und langfristige Auswirkungen. Um sicherzugehen, dass die semantischen Details von der verwendeten ontologischen Sprache hinreichend dargestellt werden, werden mehrere Ontologiebereiche (Wirtschaft, Soziales, Gesundheit und Umweltwissenschaften) integriert, um Indikatoren, die sich auf die sozioökonomischen Auswirkungen beziehen, besser repräsentieren zu können.

konomischen Auswirkungen beziehen, besser repräsentieren zu können.

Im Rahmen des SEI-Moduls sollen auch solche Informationen über indirekten Auswirkungen generiert werden, die eine sinnvolle Planung und politische Analyse ermöglichen. Einen weiteren Schritt bildet daher die Erfassung der Nutzeransprüche an die Informationen, die im 1SEI generiert werden. So sollen die optimalen Modelle für den späteren, operativen Gebrauch identifiziert werden. Unter Verwendung der Eingangsparameter des 1SEI wird eine Indexmethoden für verschiedene Anwendungszwecke in ein Entscheidungshilfesystem für politische Planungsentscheidungen integriert werden.

Folgenden Planungsentscheidungen werden dabei berücksichtigt:

1. Kurz- und mittelfristige sozioökonomische Auswirkungen und Einstufung der Erholungspotentiale verschiedener Länder
2. Langfristige sozioökonomische Auswirkungen und Einstufung der Erholungspotentiale verschiedener Länder
3. Einstufung von festgelegten Ausgangswerten und Interventionsszenarien

Die Software soll eine Reihe von politisch relevanten Ausgabekomponenten in einem „multi-criteria decision support tool“ und einfach zubediene analytische Instrumente umfassen. Die Software soll dem Anwender ermöglichen, das Detailniveau festzulegen und Entscheidungen basierend auf ausgewählten Indices zu treffen. Im Falle limitierter Verfügbarkeit von Indizes soll der Anwender in der Lage sein, die Güte der Indizes zu beurteilen. Im Einklang mit den GEM Richtlinien wird diese Software frei verfügbar sein. Eine weitere Anforderung an die Software ist ein dynamische Schnittstelle mit bestehenden Datenbanken.

Das mehrstufige System des SEI Moduls ist dem mehrstufigen Ansatz zur Abschätzung von physischen Schäden und zur Erfassung der gefährdeten Objekte angepasst. Nach der Pilotphase des Projektes im ersten Jahr, ist eine Ausweitung der Arbeiten auf Rasterebene (SEI 2) und Stadtebene (SEI 3) im zweiten Jahr vorgesehen.

Bearbeitung

James Daniell (GPI, KIT)

Bijan Khazai (GPI, KIT)

Fernerkundung und Schadensmodellierung

Ausgangslage / Einführung

Bei der Abschätzung von Erdbebenschäden müssen die Schlüsselkomponenten – Gefährdung * Vulnerabilität * Risiko * Gefährdete Objekte berücksichtigt werden.

Fernerkundliche Methoden können zur Erfassung der gefährdeten Objekte verwendet werden. Diese sind eng mit den anderen drei Komponenten verbunden, da die Detailgenauigkeit der Schäden direkt von den gefährdeten Objekten abhängt.

Ziele / Arbeitsschritte

Die Abschätzung der gefährdeten Objekte stützt sich auf eine Vielzahl von Bestandsinformationen in Bezug auf Gebäude, Infrastruktur und sozioökonomische Parameter. In den letzten Jahren wurden eine Vielzahl von Methoden zum Beispiel optische Verfahren wie LiDAR, hyper- und multispektrale Bilder (HyMAP und QuickBird) oder RADAR-Methoden wie beispielsweise INSAR eingesetzt. Jedoch zielen diese Anwendungen sehr stark auf die Bestimmung urbaner, physikalischer Messwerte wie zum Beispiel Vermögenswert, Gebäudetyp, Grundfläche und Höhe. In einem gemeinsamen Forschungsvorhaben des GFZ, DLR und der Universität Basilicata wird ein Methode zur Klassifizierung von Stahlbetonbauten anhand von Satellitenbildern getestet. Als Testgebiet wurde die Stadt Potenza in Süditalien ausgewählt, für die Referenzdaten zur Verfügung stehen.

Auf der städtischen oder regionalen Ebene werden urbane Parameter benötigt, um geeig-

nete Inventardaten einschließlich der Lage von Versorgungsnetzen zu generieren.

Die Versorgungsnetze wie Trinkwasser, Abwasser und das Transportwesen sind ein wichtiger Bestandteil des Inventars, das mit fernerkundlichen Methoden erfasst werden kann. Um die Funktionalität im Falle einer Naturkatastrophe zu gewährleisten, müssen Methoden zu schnellen Schadenseinschätzung entwickelt werden. Für die Schadensabschätzung müssen außerdem kritische Systeme (essentielle Einrichtungen und solche mit hoher Schadenswahrscheinlichkeit) wie z.B. medizinische Versorgungseinrichtungen, Schulen und Notfalldienste identifiziert werden, um eine schnelle und flexible Reaktion im Katastrophenfall zu ermöglichen. Im städtischen Bereich sollten zusätzlich auch die Industrie-, Gewerbe- und Wohngebiete definiert werden. Auf der landesweiten oder der regionalen Ebene können einfachere Algorithmen und Abgrenzungsfiler für Landnutzungskategorien verwendet werden.

Die Art und Weise wie ein Bestandsaufnahme der gefährdeten Objekt durchgeführt werden kann, ist im Allgemeinen abhängig von der zur Verfügung stehenden Technik, die zur Schadenseinschätzung verwendet wird und damit vor allem von der darin verwendeten Funktion zur Berechnung der Gebäudevulnerabilität. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der verschiedenen Gebäudeparameter und der verwendeten Methoden zur Schadensbestimmung (siehe CEDIM ELE Series Forschungsbericht 2009-01. Weitere Informationen unter www.cedim.de).

Zur Schadensabschätzung und zum Katastrophenmanagement nach einem Erdbeben

können zusätzlich fernerkundlich erfasste Informationen verwendet werden, die kurze Zeit nach der Katastrophe aufgenommen wurden. Informationen über die Bodentopographie und den Bodentyp können für die Klassifizierung geotechnischer Standorte verwendet werden, um die Schadensabschätzung zu unterstützen. Genaue Informationen über die Bevölkerung und die Besiedlung betroffener Gebiete sind für die oben genannten Methoden essentiell, um eine genaue Abschätzung der sozialen Schäden zu gewährleisten. Aus der Bevölkerungsverteilung und der Schadenabschätzung wird die Gesamtzahl der Verstorbenen, Verletzten, obdachlos gewordenen und evakuierten Personen erhoben.

Trotz der unstrittigen Tatsache, dass die Schadensabschätzung nach Erdbeben eine sozioökonomische Komponente beinhaltet, wurden fernerkundliche Methoden bisher hauptsächlich auf die Erfassung physischer Gebäude- und Infrastrukturparameter angewendet. Es besteht ein hoher Bedarf an einer Methodik, die es durch Fernerkundung und sekundäre Daten ermöglicht, grundlegende, sozioökonomische Parameter zu bestimmen. In Zusammenarbeit mit Image Cat Inc. entwickelt CEDIM eine Methodik, um der Forderung nach elementaren sozioökonomischen Bestandsdaten für eine Vielzahl an Anwendungen im Bereich des Katastrophenmanagement bei Erdbeben nachzukommen.

Projektstatus

Um die Datenanforderungen verschiedener Anwendungen erfüllen zu können, wird ein mehrstufiges System zur Datenerfassung entwickelt. Innerhalb dieses Systems werden sowohl Städte auf regionaler Ebene als auch einzelne Gebäude untersucht werden können. Der wichtigste Aspekt bei der Schadensabschätzung

nach Naturkatastrophen ist die Rettung von Menschen. Durch verheerende Erdbeben in der Vergangenheit wurde deutlich, dass die Verteilung vulnerabler Strukturen sowie die Anzahl der dort lebenden Menschen erheblichen Einfluss auf das Ausmaß einer Katastrophe haben. Neue Erdbebenrisikomodelle ermöglichen die Abschätzungen der sozialen Schäden unter anderem der Opferzahlen und der Anzahl der Verletzten. Außerdem sind Informationen über die Bevölkerungsverteilung essentiell für die Bergung von verschütteten Menschen in den Stunden nach einer Katastrophe.

Das mehrstufige System zur Bevölkerungsabschätzung wird für ein Testgebiet in Indien, die Stadt Ahmedabad in Gujarat, entwickelt. 2001 wurde diese Region von einem Erdbeben der Stärke 7,9 auf der Richterskala getroffen. Die weitreichenden Bodenerschütterungen waren auch im ungefähr 225 Kilometer östlich des Kutch-Gebietes gelegenen Ahmedabad zu spüren. Dem indischen Census 2001 nach leben 3.520.085 Menschen in Ahmedabad. Im Berichtsjahr 2009 konnte die Entwicklung eines regionalen Modells auf Stadtebene, das auf Daten von Quickbird und Landsat basiert, fertig stellen. Da die Satellitenbilder aus Jahr 2008 stammen, müssen die bestehenden Daten der Volkszählung und andere statistische Informationen auf den Stand von 2008 gebracht werden, um zu gewährleisten, dass die Methodik einheitlich bleibt. Die nächsten Schritte umfassen die Entwicklung einer Methodik zur Bevölkerungsabschätzung für Mustergebiete auf Gebäudeebene in Ahmedabad.

Bearbeitung

Beverly Adams ImageCat Inc., European Operations (UK)
James Daniell (GPI, KIT)
Eike – Marie Nolte (GPI, KIT)

Vulnerabilitäts Methode	Gebäudedetails	Material	Mechanical
DPM und Vuln. Kurve/Index	Nummer, Alter, Nummer Etagen.	Typ	keine
Auswahlprüfverfahren	Nummer, Alter, Nummer Etagen.	Typ, Wände, Böden, Dach, Bauplan, Detailierung	Hängt davon ab, ob P25, walk-down etc.
Kapazitätsspektr. Meth.	Nummer, Alter, Nummer Etagen.	Typ, Vermutung über Qualität	keine
Versetzungs-basierend	Nummer, Alter, Nummer Etagen.s.	Typ, Unregelmäßigkeiten, f_M , ϵ_M	H_T , L_c , L_b , h_c , h_b , ef_h , h_s .

Tab.1: Übersicht der zur Schadensermittlung verwendeten Parameter

Desaster Management

Entscheidungsunterstützung beim vorbeugenden Hochwasserschutz

Methodik zur Vulnerabilitätsabschätzung auf regionaler Ebene

Ausgangslage / Einleitung

Beim vorbeugenden Hochwasserschutz wurde bisher fast ausschließlich der Aspekt der Naturgefahr, z.B. das 100-jährliche Hochwasser (HQ100) betrachtet. Die Analyse der Vulnerabilität betroffener Räume steht weniger im Fokus (vgl. Birkmann 2008: 5). Problematisch ist dies, weil sich die Häufigkeiten und Intensitäten von Hochwasser voraussichtlich erheblich verändern werden. Es ist daher notwendig, die Frage der Vulnerabilität von Gesellschaft und Raumnutzungen stärker aufzugreifen. Die Herausforderung besteht darin, die zentralen Dimensionen des Konzeptes der Vulnerabilität zu konkretisieren sowie für die Raumplanung fassbar und nutzbar zu machen.

Ziele / Arbeitsschritte

Anhand der Region Stuttgart - sie ist eine von 14 Oberzentren in Baden-Württemberg und liegt im Einzugsgebiet des Neckars - werden potentiell hochwasserbetroffene Bereiche näher untersucht. Konkret handelt es sich dabei um den Stadtkreis Stuttgart und den Landkreis Esslingen.

Untersucht werden dort liegende Flächennutzungen hinsichtlich ihrer Vulnerabilität gegenüber Hochwasser. Dies soll der Entscheidungsunterstützung bei planerischen Maßnahmen zur Reduktion der Vulnerabilität von überschwemmungsgefährdeten Gebieten dienen.

Folgende Kernfragen werden in der Arbeit behandelt:

- Welche Schutzgüter sind in dem betrachteten Raum besonders wichtig?
- Welche dieser Schutzgüter sind potentiell vulnerabel gegenüber den Einwirkungen von Hochwasser?
- Wie äußert sich die Vulnerabilität gegenüber Hochwasser (Ableitung von Indikatoren)?
- Welche Antriebsfaktoren erhöhen oder senken die Vulnerabilität? Welche davon sind durch Raumplanung beeinflussbar?

- Wie verändert sich die Vulnerabilität bei unterschiedlichen Planungsszenarien?
- Wie kann die Vulnerabilität gegenüber negativen Wirkungen von Hochwasser reduziert werden?

Die Arbeitsschritte ergeben sich wie folgt:

1. Bestimmung hochwassergefährdeter Bereiche und Vulnerabilitätsanalyse

Unter hochwassergefährdeten Gebieten werden in der Arbeit jene Bereiche verstanden, die im Innenbereich hinter technischen Schutzeinrichtungen liegen und potentiell überflutungsgefährdet sind (vgl. Umweltministerium Baden-Württemberg 2005:12). Hochwassergefahrenkarten für den in der Region Stuttgart zu untersuchenden Flussabschnitt wurden am Institut für Wasser und Gewässerentwicklung des KIT entwickelt und werden in Absprache mit dem Regierungspräsidium Stuttgart in der Arbeit verwendet.

Ziel ist die Operationalisierung unterschiedlicher Vulnerabilitätsdimensionen. Durch die Ableitung von Schutzziele und Indikatoren entsteht ein Bewertungsraster, welches die Identifizierung des Handlungsbedarfs für den vorbeugenden Hochwasserschutz in den gefährdeten Gebieten und die Bewertung der Wirksamkeit planerischer Maßnahmen ermöglicht.

2. Maßnahmensammlung zum vorbeugenden Hochwasserschutz

Unter Maßnahmen des vorbeugenden Hochwasserschutzes fallen sämtliche Aktivitäten zur Vermeidung oder Verminderung von erheblichen Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit durch Überschwemmungen (§ 31c Abs. 2 Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes). Eine Sammlung entsprechender Strategien und Maßnahmen ist Ziel dieses Arbeitsschrittes.

3. Szenarienentwicklung für die regionale Ebene und Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz

Dieser Arbeitsschritt beinhaltet die Entwicklung von Szenarien. Sie werden definiert als mögliche Maßnahmenkombination und ihre Wirkung auf die Vulnerabilität. Grundlage zur Szenarienentwicklung sind die Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse. Zur Ableitung von Erfordernissen und Handlungsempfehlungen für die regionale Planungsebene werden die Szenarien hinsichtlich ihrer Eignung zum vorbeugenden Hochwasserschutz, ihrer Akzeptanz und Übertragbarkeit bewertet.

Ziel des Arbeitsschritts ist die Aufstellung einer Rangordnung der Hochwasserschutzmaßnahmen, um regionalen Planungsträgern je nach Schutzgut und angestrebtem Schutzgrad, die Wirkung der jeweiligen Maßnahme (Änderung des Risikos bzw. der Vulnerabilität im Verhältnis zu den aufzubringenden Kosten) zu visualisieren.

4. Anwendungsbereiche der Methodik in der Region

Die Arbeit wird so konzipiert, dass sie sich an den europäischen und landesplanerischen Vorgaben zur Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne (vgl. Richtlinie 2007/60/EG) orientiert. Die Einbindung von regionalen Entscheidungsträgern und des Regierungspräsidiums durch Expertengespräche sowie die Abstimmung der Arbeitsergebnisse mit Vorstellungen der Region ist zu gegebenen Zeitpunkt geplant.

Projektstatus

Der gelb hinterlegte Abschnitt in der Tabelle markiert den derzeitigen Projektstand.

Ausblick

Bei der Ausarbeitung des Projektes wird ein Austausch sowohl mit Arbeitsgruppen innerhalb von CEDIM (v.a. mit der Arbeitsgruppe Vulnerabilität: Indikatorenansatz für indirekte Schäden) als auch mit Planungsvertretern der Region Stuttgart sowie Planungswissenschaftlern anderer Institute angestrebt

Arbeitsschritt	Voraussichtl. Zeitraum
Konzeptfindung	Januar - Sept. 2009
Bestimmung hochwassergefährdeter Bereiche und Vulnerabilitätsanalyse	Okt. 2009 - März 2010
- Analyse des Untersuchungsgebiets (HWGK, Flächennutzung, Planung)	Okt. 2009
- Identifizierung der Vulnerabilitätsdimensionen	Nov. 2009
- Definition von Schutzzielen	Febr. 2010
- Ableitung von Indikatoren, Anwendung der Indikatoren	März 2010
Maßnahmensammlung zum vorbeugenden Hochwasserschutz	März - Juni 2010
- Analyse bestehender Maßnahmen	April 2010
- Diskussion alternativer/neuer Maßnahmen	Mai 2010
- Erstellung eines Maßnahmenkatalogs	Juni 2010
Szenarienentwicklung und Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz	Juni - Dezember 2010
- Analyse der Wechselwirkungen zwischen Maßnahmen und Vulnerabilität	Aug. 2010
- Verknüpfung im Modell	Nov. - Febr. 2011
- Visualisierung	März 2011
Diskussion der Anwendungsbereiche der Methodik in der Region	April/Mai 2011

Bearbeitung

Juliane Lücke (GPI, KIT)

Referenzen

Birkmann, J. (2008): Globaler Umweltwandel, Naturgefahren, Vulnerabilität und Katastrophenresilienz. Notwendigkeit der Perspektivenerweiterung in der Raumplanung. In: ARL: BBR (Hrg.) 2008: Raumforschung und Raumordnung, Heft 1/2008: 5-22. Köln: Carl Heymanns

Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Internet-Datei: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:DE:PDF>, 07.09.2009

Umweltministerium, Innenministerium, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2005: Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg. Leitfaden. 1. Auflage. Internet-Datei: http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/1253/Leitfaden_HWGK_www.pdf, 07.09.2009

Krisenmanagement bei großflächiger Unterbrechung der Stromversorgung

Am Beispiel Baden - Württemberg

Ausgangslage / Einführung

Projektlaufzeit:

- Januar 2008 – September 2009

Projektpartner:

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
- Innenministerium Baden-Württemberg
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
- Energie Baden-Württemberg AG (EnBW AG)

Trotz sehr hoher Sicherheitsstandards der Versorgungsnetze in Deutschland können technische Defekte, menschliches Versagen, kriminelles Handeln oder Naturkatastrophen zu großflächigen und länger andauernden Stromausfällen führen. Dies wurde beispielsweise durch verschiedene Ereignisse der vergangenen Jahre wie beispielsweise den Stromausfällen 2008 in der Schweiz und Italien oder der Versorgungsunterbrechung in Mittel- und Südeuropa 2006 deutlich. Das Schneechaos im Münsterland 2005 führte zum bislang folgenreichsten Stromausfall in Deutschland. Hier waren einige Landkreise von einer bis zu sieben Tage andauernden Unterbrechung der Stromversorgung betroffen.

Stromausfälle können abhängig von ihrer räumlichen Ausdehnung und Dauer schwerwie-

gende Folgen für Systeme kritischer Infrastrukturen sowie verschiedene gesellschaftliche und wirtschaftliche Bereiche haben (Abbildung 1.1).

Im privaten, wirtschaftlichen und öffentlichen Bereich führen Unterbrechungen der Stromversorgung aufgrund vielfältiger Interdependenzen sehr häufig zum Ausfall kritischer Infrastrukturen. Beispielsweise sind bei einer unterbrochenen Stromversorgung meist auch Kommunikationsnetze (z. B. Telefon- und Mobilfunknetze) sowie Verkehrs- und Transportnetze (Ampelanlagen, Bahnsignale, Stellweichen und Abfertigungsanlagen) gestört. Wichtige Versorgungsinfrastrukturen wie die Versorgung mit Trinkwasser, Lebensmitteln oder Gesundheitsdienstleistungen sind ohne funktionierende Stromversorgung häufig gar nicht oder nur noch stark eingeschränkt verfügbar. In Industrieunternehmen können Stromausfälle langfristige ökonomische Folgen hervorrufen. Produktionsausfälle in einzelnen Betrieben können sich durch stark vernetzte Wertschöpfungsketten in andere wirtschaftliche Sektoren fortpflanzen und so weitere zunächst nicht direkt vom Stromausfall betroffene Unternehmen schädigen. Bei Beeinträchtigungen von Sicherheits- und Steuerungseinrichtungen (z. B. Sicherheitsventile, Kühlungen etc.) können industrielle Sekundärgefährdungen wie z. B. Störfälle (z. B. Gefahrstofffreisetzung) ausgelöst werden.

Reale Stromausfallereignisse sowie Krisenmanagementübungen mit Stromausfallszenarien haben gezeigt, dass zur Bewältigung großflächiger Stromausfälle ein strukturiertes und vernetztes Krisenmanagement notwendig ist. Hierbei ist die Kooperation zwischen staatlichen und privatwirtschaftlichen Akteuren von besonderer Bedeutung, und die Steuerung von Kommunikations- und Informationsflüssen an den Schnittstellen der Akteure stellt eine große Herausforderung dar.

Ziele / Arbeitsschritte

Ziel des Forschungsprojektes war es daher, ein Handbuch zur Entscheidungsunterstützung für das operative und strategische Krisenmanagement bei Stromausfällen für das Land Baden-Württemberg zu erstellen, das sowohl bei Energieversorgungsunternehmen und Katastrophenschutzbehörden als auch bei den vom Stromausfall betroffenen Unternehmen und Einrichtungen zum Einsatz kommen kann. Das erstellte Handbuch enthält Hintergrundinformationen zur Elektrizitätsversorgung, rechtlichen Rahmenbedingungen und Krisenmanagement sowie eine detaillierte Analyse potenzieller Stromausfallsauswirkungen. Außerdem werden Planungshilfen in Form von Checklisten und Entscheidungsbäumen zur Entscheidungsunterstützung im Krisenmanagement zur

Verfügung gestellt.

Ausgangsbasis für die Erstellung des Handbuchs waren die dokumentierten Übungsergebnisse der Länderübergreifenden Krisenmanagement Übung (LÜKEX) 2004. Im Rahmen dieser vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz durchgeführten, strategischen Übung wurde die Bewältigung eines großflächigen Stromausfalls, ausgelöst durch extreme Wetterereignisse, geprobt. An der Übung waren neben vier Bundesländern acht Bundesministerien sowie 100 externe Teilnehmer (z. B. Energieversorgungsunternehmen, Telekommunikationsunternehmen, Wetterdienste, Bahn und Discounter) beteiligt.

Zusätzlich wurden zur detaillierten Analyse der möglichen Stromausfallsauswirkungen in den vier ausgewählten Schwerpunktsektoren „Gesundheitswesen“, „Ver- und Entsorgung“, „Industrie“ und „Informations- und Kommunikationstechnologie“ moderierte Workshops und Expertengespräche durchgeführt. Ausgehend von den in diesen Workshops und Expertengesprächen identifizierten Auswirkungen konnten anschließend für die verschiedenen Bereiche geeignete Maßnahmen für das Krisenmanagement bei Stromausfall abgeleitet werden. Da im Rahmen eines strukturierten und bereichs- und ebenenübergreifenden Krisenmanage-

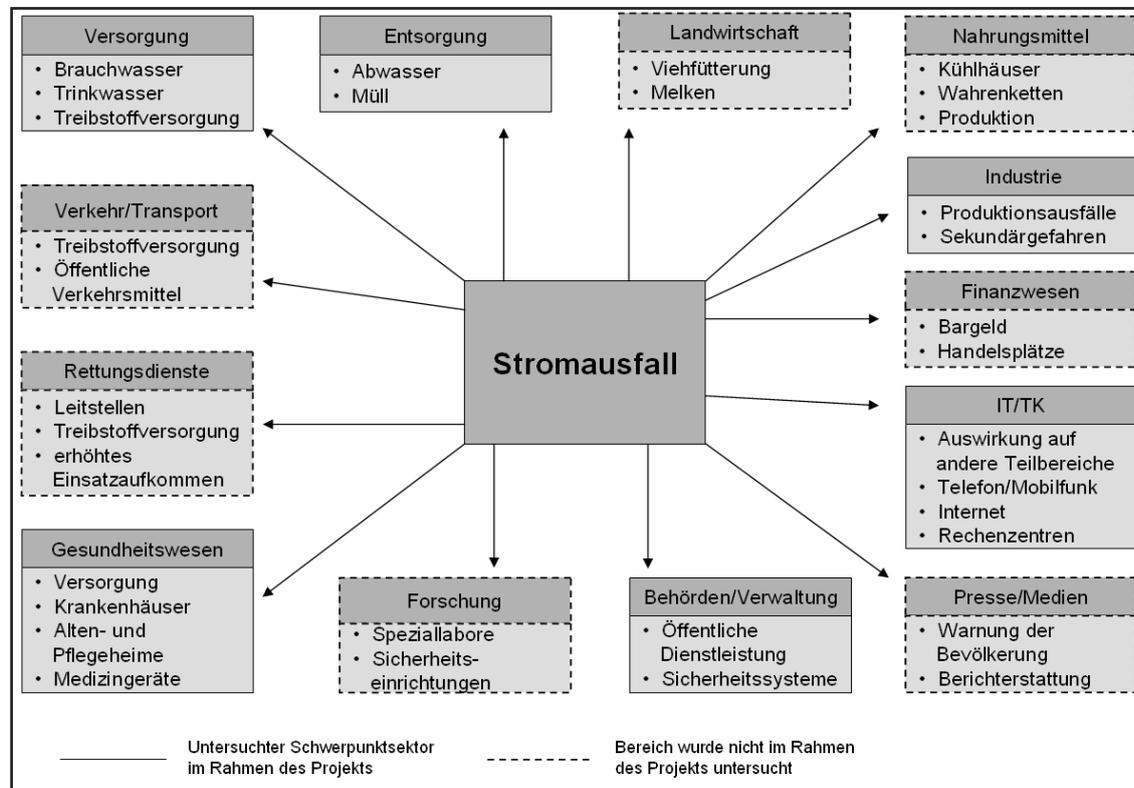


Abb.1.1: Auswirkungen von Stromausfällen auf die verschiedenen Teilbereiche der Gesellschaft

ments sowohl vorbeugende (präventive) Maßnahmen als auch Maßnahmen zur direkten Krisenbewältigung und zur Nachsorge geplant und durchgeführt werden müssen, wurden Planungshilfen für diese 3 Phasen des Krisenmanagements erstellt.

Aufgrund der schwerwiegenden ökonomischen Folgen, die die Auswirkungen von Stromausfällen auf Industrieunternehmen nach sich ziehen können, kam deren Untersuchung besondere Bedeutung zu.

Sowohl die Art als auch der Umfang möglicher Auswirkungen von Stromausfällen in Industriebetrieben werden maßgeblich durch die Art der Produktionsprozesse und der Produktionsanlagen sowie durch deren Abhängigkeit von der Stromversorgung bestimmt. Daher können die potenziellen Folgen von Stromausfällen in den verschiedenen Branchen sehr unterschiedlich sein. Dennoch ähneln sich die Auswirkungsmechanismen, die bei Stromausfallereignissen in Unternehmen wirksam werden über Branchen hinweg (Abbildung. 1.2).

Die Ergebnisse der Expertengespräche mit verschiedenen Unternehmen haben gezeigt, dass sowohl der Ausfall von Produktionsanlagen als auch die Unterbrechung oder Störung

von Supply Chain Prozessen und kritischen Infrastrukturen zu Produktionsausfällen, Sekundärgefahren und den damit verbundenen Zusatzkosten und Imageschäden führen können.

Projektstatus

Das Handbuch wurde im Oktober 2009 fertiggestellt und den beteiligten Projektpartnern übergeben.

Ausblick

Das erstellte Handbuch wird derzeit zur Veröffentlichung vorbereitet und soll Anfang 2010 an Behörden in Baden-Württemberg sowie an Behörden anderer Bundesländer und des Bundes verteilt werden. Des weiteren soll das Handbuch zu einem späteren Zeitpunkt den anderen potenziellen Nutzergruppen z. B. Unternehmen, IHK, LVI, Behörden, Betreiber kritischer Infrastrukturen) zur Verfügung gestellt werden.

Publikationen

Merz, M., Hiete, M., Rostal, D. and Bertsch, V. (2009). Multi Criteria Decision Support for Business Continuity Planning in the Event of Critical Infrastructure Disruptions, International Journal of Critical Infrastructures, 5 (1/2), 156-174.

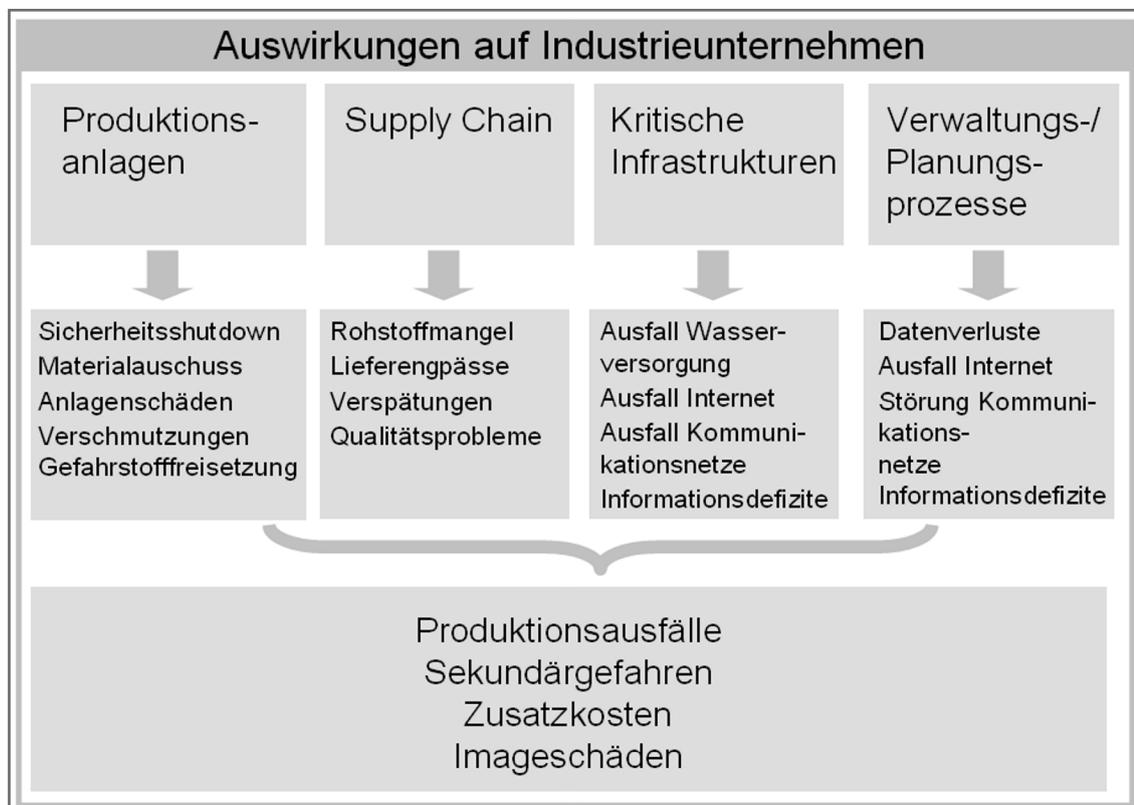


Abb.1.2: Auswirkungsmechanismen von Stromausfällen in Industrieunternehmen

Merz, M., Hiete, M. and Bertsch, V. (2008). Management of Critical Infrastructure Disruptions in Industrial Supply Chains, in Ammann, W.; Poll, M.; Häkkinen, E.; Hoffer, G (Hrsg.), Proceedings of the International Disaster and Risk Conference, Davos 2008, 388-390.

Bearbeitung

Dr. Michael Hiete (IIP, KIT)
Mirjam Merz (IIP, KIT)
Christian Trinks (IIP, KIT)

Security2people

Sicherheitsforschungsprogramm der Bundesregierung

Ausgangslage / Einführung

Als Teil ihrer High-Tech-Initiative wurde von der Bundesregierung ein nationales Sicherheitsforschungsprogramm initiiert. Dieses soll zum einen dem gewachsenen Bedrohungspotenzial von Naturkatastrophen, technischen Unglücksfällen und Terroranschlägen Rechnung tragen und zum anderen die Entwicklung von forschungsintensiven und exportfähigen Produkten fördern.

Das KIT ist über CEDIM mit dem Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (tmb) und dem Institut für Kern- und Energietechnik (IKET) an dem Konsortium „Secure IT-based Disaster Management System to Protect and Rescue People (SECURITY2People)“ vertreten, das sich in oben beschriebenem Rahmen erfolgreich an der Ausschreibung „Schutz und Rettung von Menschen“ beteiligt hat. Das Projekt hat am 01. Juni 2009 begonnen und hat eine Förderdauer von 3 Jahren. Neben den genannten beiden Instituten des KIT sind die CAE Elektronik GmbH als Konsortialführer, die PRO DV Software AG, das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) und die DIALOGIK, gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH, Konsortialpartner.

Die Entwicklung der Forschungsergebnisse des Projektes sowie deren Validierung werden szenarienbasiert durch Partner aus der Praxis begleitet. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang zum Beispiel das Innenministerium Nordrhein-Westfalen, die Bezirksregierung Köln, der Flughafen Köln-Bonn, die Messe Köln, die Feuerwehr Köln, das Technische Hilfswerk, das Deutsche Rote Kreuz und der Malteser Hilfsdienst.

Ziele / Arbeitsschritte

Zielsetzung des Projekts ist die Erforschung und Schaffung der Grundlagen eines weltweit bislang nicht existierenden ganzheitlichen IT-basierten Krisenmanagementsystem, welches

- eine durchgängige, umfassende Informationsbereitstellung und Entscheidungsunterstützung für Krisenmanager sowohl auf operativ-taktischer als auch strategischer Ebene ermöglicht,
- Krisenmanager bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und bei Betreibern kritischer Infrastrukturen (Bkl) gemeinsam adressiert und miteinander vernetzt,
- das sowohl bei der Notfallplanung als auch bei der Krisenmanagementausbildung und -übung eingesetzt werden kann und somit maximale Wirtschaftlichkeit und Anwenderakzeptanz erzielen kann.

Mit dem Ansatz SECURITY2People sollen der Nachweis der Machbarkeit eines solchen Systems erbracht und die Voraussetzungen einer optimalen Systemkonfiguration ermittelt werden. Als Endergebnis des Projektes wird kein fertiges Produkt, jedoch ein funktionsfähiger Demonstrator auf Basis eines exemplarisch ausgewählten Krisenszenarios stehen. Dabei wird das Projekt von der oben genannten repräsentativen Auswahl von Endanwendern aus verschiedenen Entscheidungsebenen und -bereichen beraten.

Der heutige Stand von Forschung und Technologie soll signifikant durch folgende Innovationen vorangetrieben werden:

- Institutions- und Regions- bzw. Bundeslandübergreifende Bereitstellung von



Abb.1: Testszenario

- Informationen für ein einheitliches, konsistentes Lagebild, Konzeptionierung entsprechender Schnittstellen unter Berücksichtigung vorhandener IT-Standards und gegebenenfalls Konzeptionierung neuer Schnittstellenstandards
- Umsetzung einer modularen, interoperablen Service-Orientierten Architektur (SOA), mit der erstmals bereits bestehende, im Rahmen des Projektes zu entwickelnde und sonstige zukünftige Komponenten – wie zum Beispiel Geoinformationssysteme, Simulationsmodelle, 3D-Visualisierungswerkzeuge, Einsatzleitsysteme, Sensoren, etc. - integriert werden können
- Konzeptionierung einer ergonomischen Mensch-Maschine-Schnittstelle, die einen einfachen, sicheren und intuitiven Zugriff auf die Systemfunktionen entsprechend des Anwendungsbereichs (Notfallplanung, Ausbildung, Übung, Einsatz), der Ebene (operativ-taktisch, strategisch) und des Anwenders gewährleisten soll
- Erforschung neuer Entscheidungsfindungskomponenten, die in der Lage sind, eigenständig optimierte Handlungsstrategien zu entwickeln und zu begründen
- Exemplarische Entwicklung und Integration von Simulationsmodellen für die Abbildung von Führungsentscheidungen im Krisenmanagement und der sich aus den Entscheidungen ergebenden Lageentwick-

lung

- Erarbeitung von Bewertungsmodellen, um die Folgen von möglichen Handlungsalternativen in Form der Personen-, Sach- und Umweltschäden bestimmen zu können.

Testszenario

Als Testszenario dient ein Sturmereignis im Raum Köln. Anhand dieses exemplarischen Ereignisses werden mögliche Bedrohungen für die Bevölkerung (zum Beispiel Überschwemmungen, Verkehrsbehinderungen im Straßen- und Schienenverkehr durch Windwurf, Flugunfall und Gebäudeschäden am Flughafen, großflächiger Stromausfall, etc.) durchgespielt. Dabei werden zusammen mit den beteiligten Endanwendern die Anforderungen an das System SECURITY2People in Abhängigkeit von Anwenderrolle und -ebene erarbeitet.

In dem Modellszenario werden sämtliche Randbedingungen für einen allgemeingültigen Systemansatz enthalten sein, so dass die Übertragbarkeit des Systems auf andere Krisenszenarios und Anwender, auch international, gegeben ist.

Systemarchitektur

SECURITY2People will die Notfallprävention sowie die Führungsfähigkeit von Stäben und Einsatzleitungen hinsichtlich Lagefeststellung,

Entscheidungsfindung und Koordinierung von Einsatzkräften erheblich verbessern. Dazu sollen die noch fehlenden technologischen und wissenschaftlichen Grundlagen für einen offenen Systemansatz geschaffen werden, der den verschiedenen Entscheidungsträgern die jeweils benötigten Informationen bereitstellt und diese bei der Entscheidungsfindung unterstützt. Durch den SECURITY2People-Ansatz sollen alle am Ereignis beteiligten öffentlichen und privaten Organisationen auf einer Plattform vernetzt werden.

SECURITY2People verfolgt einen modularen, offenen Systemansatz in Form einer interoperablen Service-Orientierten Architektur (SOA). Unter SOA versteht man die Strukturierung und Nutzung verteilter Funktionalitäten, die von unterschiedlichen Besitzern verantwortet werden. Abbildung 2 zeigt die angestrebte Systemkonfiguration.

Der Systemansatz besteht aus folgenden Hauptelementen:

- Die Interoperabilitätsplattform: Sie wird als SOA von Beginn an offen konzipiert, so dass weitere am Markt und im Einsatz befindliche oder auch zukünftig zu entwickelnde Komponenten und Systeme und

internetbasierte Dienste angebonden werden können. Über die Interoperabilitätsplattform werden alle am Gesamtsystem beteiligten Komponenten und Nutzer aller Entscheidungsebenen miteinander verbunden und vernetzt.

- Die Oberflächenebene: Diese enthält im Wesentlichen eine skalierbare Lagedarstellung auf Basis eines Geoinformationssystems (GIS) einschließlich einer Bedienungsmaske und wird unter anderem ergänzt durch 3-D-Visualisierungskomponenten für Detailansichten, einer Messaging-Komponente für den Informationsaustausch der Beteiligten sowie Schnittstellen für externe visuelle Komponenten, wie zum Beispiel vorhandene Einsatzleitsysteme.
- Die Service-Ebene: Diese besteht im Wesentlichen aus Geoinformationsservices zur Datenhaltung und -verwaltung, Simulationskomponenten für die Darstellung von Hilfsmaßnahmen und deren Auswirkungen auf die Katastrophenumwelt, Entscheidungsfindungskomponenten auf Basis der Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) zur Generierung eigenständiger Lösungsvorschläge, Bewertungskomponenten zur Bestimmung der Schadenshöhe in Abhängigkeit der getroffenen Hilfsmaßnahmen

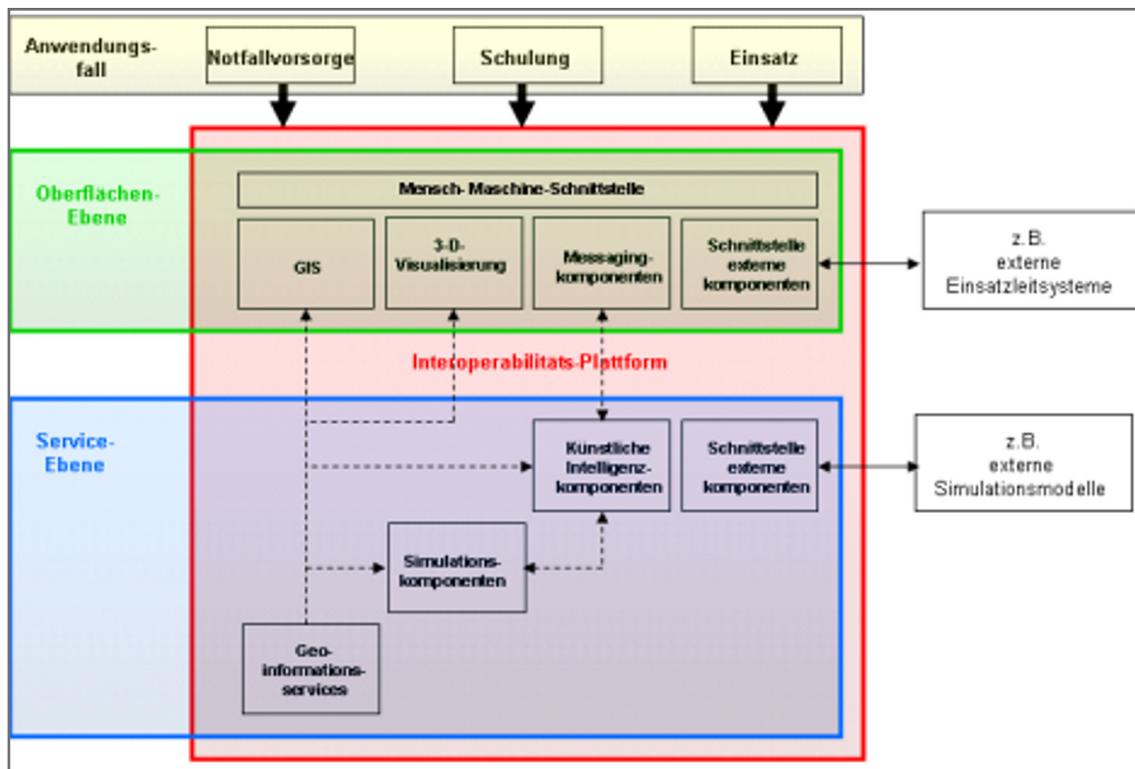


Abb. 2: Systemarchitektur

sowie Schnittstellen für externe Service-Komponenten, wie zum Beispiel Ausbreitungssimulationen für Schadstofffrachten oder Hochwasserereignisse.

- Die Mensch-Maschine-Schnittstelle: Eine einheitlich konzipierte, am Entscheidungsprozess orientierte grafische Bediener-schnittstelle soll die schnelle, sichere und intuitive Nutzung des Systems und seiner Komponenten unterstützen. Nach dem Portal-Prinzip sollen dem Nutzer je nach Anwendungsfall (Notfallplanung / Ausbildung / Einsatz) und Rolle die jeweils benötigten Informationen und Funktionalitäten zugänglich gemacht werden.

CEDIM-Beiträge zum Projekt:

Die wesentlichen Beiträge der beiden KIT-Institute zum Projekt sind

- Prozessanalysen, Modellbildungen und Simulationen von Hilfsmaßnahmen und deren Auswirkungen auf die Katastrophenumwelt
- Prozessanalysen von Entscheidungsfindungen sowie die Entwicklung von Entscheidungsunterstützungskomponenten
- Grundlagenforschung in den Bereichen Interoperabilität und Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Die Arbeiten des Instituts für Technologie und Management im Baubetrieb (tmb) bauen auf den Erfahrungen aus dem Teilprojekt „Planung und Durchführung von Hilfsmaßnahmen: Modellbildung und Simulation“ des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Sonderforschungsbereich 461 „Starkbeben“ auf und waren bislang auf die operativ-taktische Ebene begrenzt.

Die Arbeiten des Instituts für Kern- und Energietechnik (IKET) fanden bislang ausschließlich auf der strategischen Ebene statt und basieren erheblich auf dem von der Europäischen Union geförderten RODOS-Projekt (Real-time Online Decision Support System).

Im Rahmen von SECURITY2People werden die Arbeiten der beiden Institute nun erstmals projektbasiert verknüpft. Von besonderem Interesse ist hier insbesondere die ebenenübergreifende Vernetzbarkeit von Entscheidungsprozessen und die Skalierung der damit verbundenen Daten und Informationen.

Geoinformationsmanagement

Web-basiertes Informationssystem: RiskExplorer - Risikovergleich für Sachsen

Ausgangslage / Einführung

Für das Risikomanagement von Naturgefahren ist eine konsistente Analyse aller relevanten Risiken notwendig. Die Multi-Risiko-Studie, die die CEDIM-Arbeitsgruppe „Synopsis der Naturgefahren“ erarbeitet hat, bietet einen Vergleich der Risiken durch Hochwasser, Wintersturm und Erdbeben anhand einer konsistenten Methodik für alle Gemeinden Sachsens. Damit diese Ergebnisse in der Praxis für Entscheidungen zur Verminderung von Risiken und Vermeidung von Schäden genutzt werden können, müssen sie klar und verständlich kommuniziert werden. Für den räumlichen Vergleich von Risiken sind Karten gut geeignet; allerdings kann eine Multi-Risiko-Studie, die mehrere Wiederkehrperioden umfasst, nicht sinnvoll in einer Karte dargestellt werden. Daher sollen die Er-

gebnisse der CEDIM-Arbeitsgruppe „Synopsis der Naturgefahren“ durch ein interaktives Web-Informationssystem zugänglich gemacht werden. Dieses Web-Informationssystem „RiskExplorer – Risikovergleich für Sachsen“ soll die Plattform des CEDIM RiskExplorer erweitern und ergänzen.

Ziele / Arbeitsschritte

Um den Risikovergleich für Sachsen zu präsentieren und für Wissenschaft und Praxis nutzbar zu machen, wird ein interaktives Web-Informationssystem entwickelt, das einen detaillierten Zugriff auf die Ergebnisse erlaubt. Der Nutzer kann sich einzelne thematische Karten mit der räumlichen Verteilung des Risikos für die

verschiedenen Gefahren und Wiederkehrintervalle sowie der dominanten Naturgefahr anzeigen lassen. Zusätzlich zu den Karten wird dem Nutzer eine Grafik des Risikos für alle Wiederkehrintervalle einer Naturgefahr oder als Vergleich für das 200-jährliche Ereignis präsentiert. Darüber hinaus können die Werte nach Bevölkerung, Fläche und Wiederherstellungswerten der Wohngebäude normiert werden, um auch die Einschätzung des relativen Risikos zu ermöglichen, die für den Vergleich verschiedener Gemeinden sinnvoll sein kann.

Projektstatus

Der „RiskExplorer - Risikovergleich für Sachsen“ ist konzeptionell und technisch fertiggestellt. Das Layout ist dem RiskExplorer

Deutschland angepasst, um einen Wiedererkennungseffekt zu erzielen.

Ausblick

Sobald die endgültigen Daten der Arbeitsgruppe vorliegen, wird der RiskExplorer - Risikovergleich Sachsen online zur Verfügung gestellt.

Bearbeitung

Kathrin Poser (Sektion Erdsystemmodellierung, GFZ)

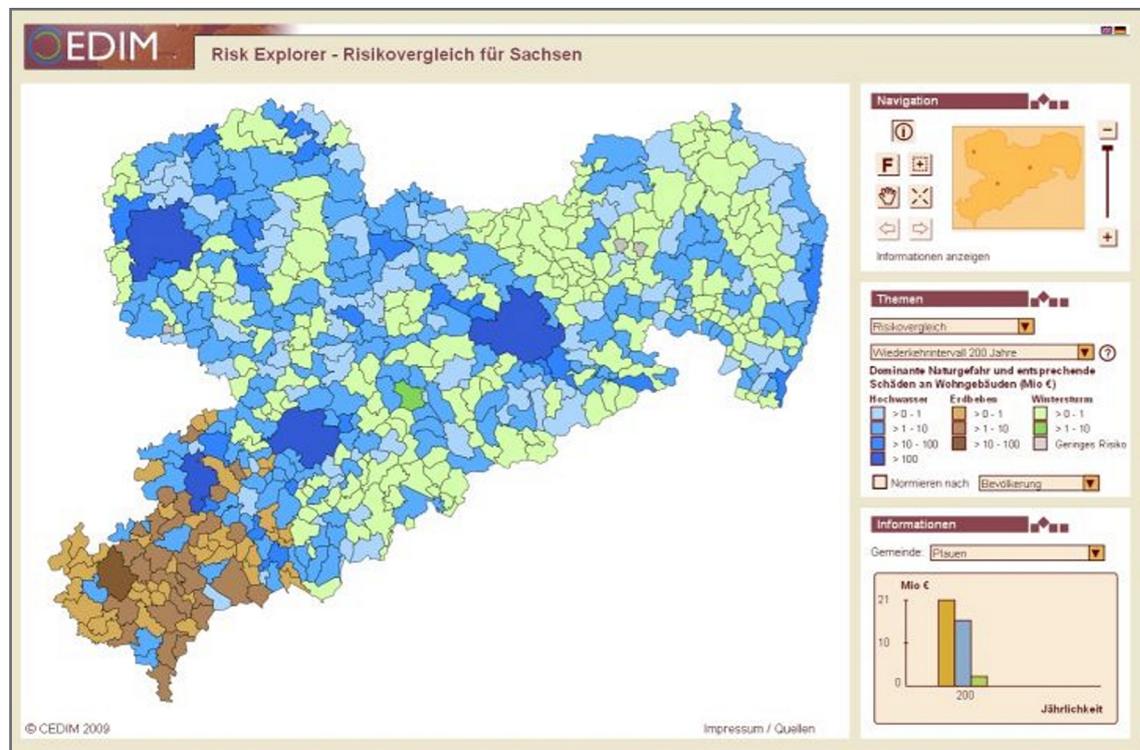


Abb. 1: Der Riskexplorer – Risikovergleich für Sachsen

Menschen als Sensoren

Integration und Bewertung von Informationen der betroffenen Bevölkerung für das Hochwasser-Risikomanagement

Ausgangslage / Einführung

Für das Katastrophenmanagement und die schnelle Schadensabschätzung nach (Natur-) Katastrophen ist es wichtig, schnell einen möglichst umfassenden Überblick über die entstandenen Schäden und die daraus resultierenden Beeinträchtigungen zu erhalten. Die benötigten Informationen kommen aus unterschiedlichen Quellen (z.B. Beobachtungen von Einsatzkräften, verschiedene Sensoren, Luft- und Satellitenbilder) und müssen zusammengeführt und gemeinsam ausgewertet werden, um für Entscheidungen im Katastrophenmanagement und die Auswertung von Ereignissen nutzbar zu sein.

Bisher werden Beobachtungen von Augenzeugen und Menschen vor Ort selten systematisch in das Katastrophenmanagement und die schnelle Schadensabschätzung einbezogen. Gerade bei Ereignissen mit größerer geographischer Ausdehnung oder solchen, deren Parameter sich schlecht messen lassen, können solche Informationen aber einen wertvollen Beitrag zur kontinuierlichen Einschätzung der Lage leisten.

Ziele / Arbeitsschritte

Das Ziel der Arbeit ist, Informationen der betroffenen Bevölkerung für das Risikomanagement nutzbar zu machen. Am Beispiel der schnellen Schadensabschätzung nach Hochwasserereignissen werden in dem Forschungsvorhaben Methoden zur Bewertung der Qualität solcher Daten entwickelt. Die konkreten Forschungsfragen sind:

- Welche der benötigten Informationen können in ausreichender Qualität von der Bevölkerung beobachtet werden? Wie können diese Informationen erfasst werden?
- Wie kann die Qualität dieser Informationen bewertet und kontrolliert werden? Wie kann die Qualitätsbewertung automatisiert werden?

Die Vorgehensweise besteht aus zwei Teilen: Im ersten Teil wird die Qualität der Beobachtungen der betroffenen Bevölkerung anhand

von existierenden Daten aus Telefoninterviews untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im zweiten Teil der Arbeit genutzt, um eine automatisierte Vorgehensweise für die Qualitätsbewertung für eine web-basierte Hochwassererhebung zu entwickeln und prototypisch umzusetzen.

Die Qualitätsbewertung existierender Daten basiert auf Telefoninterviews, die mit Betroffenen der Hochwasserereignisse im Elbe- und Donaeinzugsgebiet im Jahr 2002 sowie im Elbeeinzugsgebiet im Jahr 2006 durchgeführt wurden. In insgesamt über 2000 Interviews wurden Betroffene zu Überflutungsparametern, privaten Vorsorgemaßnahmen sowie durch das Hochwasser verursachte Schäden gefragt. In dieser Arbeit werden Daten zum Wasserstand und zur Fließgeschwindigkeit betrachtet, wobei dem Wasserstand besondere Bedeutung zukommt, da dieser Parameter für die Schadensabschätzung am wichtigsten ist. Die Daten aus den Telefoninterviews werden auf Konsistenz innerhalb des Datensatzes, auf Konsistenz mit gemessenen Wasserständen und mit Ergebnissen hydraulischer Modelle überprüft. Anschließend wird eine Fitness-for-Use Analyse durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Beobachtungen der Bevölkerung geeignet dazu sind, ein empirisches Schadensmodell anzutreiben, das eine schnelle Schadensabschätzung nach einem Hochwasserereignis ermöglicht.

Basierend auf diesen Ergebnissen wird dann eine automatisierte Vorgehensweise entwickelt, die es erlaubt, von der betroffenen Bevölkerung zur Verfügung gestellte Daten in einem prototypisch umgesetzten, web-basierten System zu bewerten und zur Abschätzung von Schäden zu nutzen.

Projektstatus

Bisher wurden die Daten aus den Telefoninterviews auf Konsistenz innerhalb des Datensatzes, Konsistenz mit Modellergebnissen und Konsistenz mit eingemessenen Wasserständen untersucht. Die Ergebnisse der internen Konsistenzprüfung und der Vergleich mit

Ergebnissen hydraulischer Modelle zeigen, dass die Schätzungen des Wasserstands zwar erheblich von den modellierten Ergebnissen abweichen, allerdings im gleichen Rahmen, in dem die modellierten Daten von gemessenen Wasserständen abweichen. Die Einschätzungen der Fließgeschwindigkeiten mittels verbaler Beschreibung und Indikatoren weichen von den gemessenen Daten sehr stark ab, allerdings gibt es hier keinerlei gemessene Daten, so dass auch die Zuverlässigkeit der modellierten Daten nicht beurteilt werden kann. Der Vergleich der Daten aus den Telefoninterviews mit eingemessenen Wasserständen wurde mittels geostatistischer Methoden durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die geschätzten Wasserstände eine ähnliche Abweichung zu den eingemessenen aufweisen, wie die modellierten.

Beispielhaft wurde für die Gemeinde Eilenburg an der Mulde, die beim Hochwasser 2002 schwer betroffen war, die Nutzbarkeit der Beobachtungen der Bevölkerung für die Schadensschätzung mittels empirischer Modelle untersucht. Die Untersuchung ergab, dass die Schadensschätzung mit diesen Daten nur sehr gering von der mit Daten aus hydraulischen Modellen abweicht. Die Abweichung von Referenzdaten ist zwar deutlich größer, aber in Anbetracht der allgemein hohen Unsicherheiten bei der empirischen Schadensmodellierung sind die Ergebnisse als nutzbar für diese Ab-

schätzungen einzustufen.

Ausblick

Nach der Auswertung der vorhandenen Daten aus Telefoninterviews wird nun eine automatisierte Methode der Qualitätsbewertung entwickelt, die für die web-basierte Erhebung von Hochwasserdaten angewandt werden soll. Parallel dazu wird die schriftliche Ausarbeitung angefertigt.

Publikationen

Poser, K., Kreibich, H., Dransch, D. (2009): Assessing volunteered geographic information for rapid flood damage estimation. In: Proceedings of the 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science: Advances in GIScience.

Poser, K., Dransch, D. (2009): Volunteered Geographic Information for Disaster Management with Application to Rapid Flood Damage Estimation. Geomatica (In review).

Bearbeitung

Doris Dransch (Erdsystemmodellierung, GFZ)

Heidi Kreibich (Hydrologie, GFZ)

Kathrin Poser (Erdsystemmodellierung, GFZ)

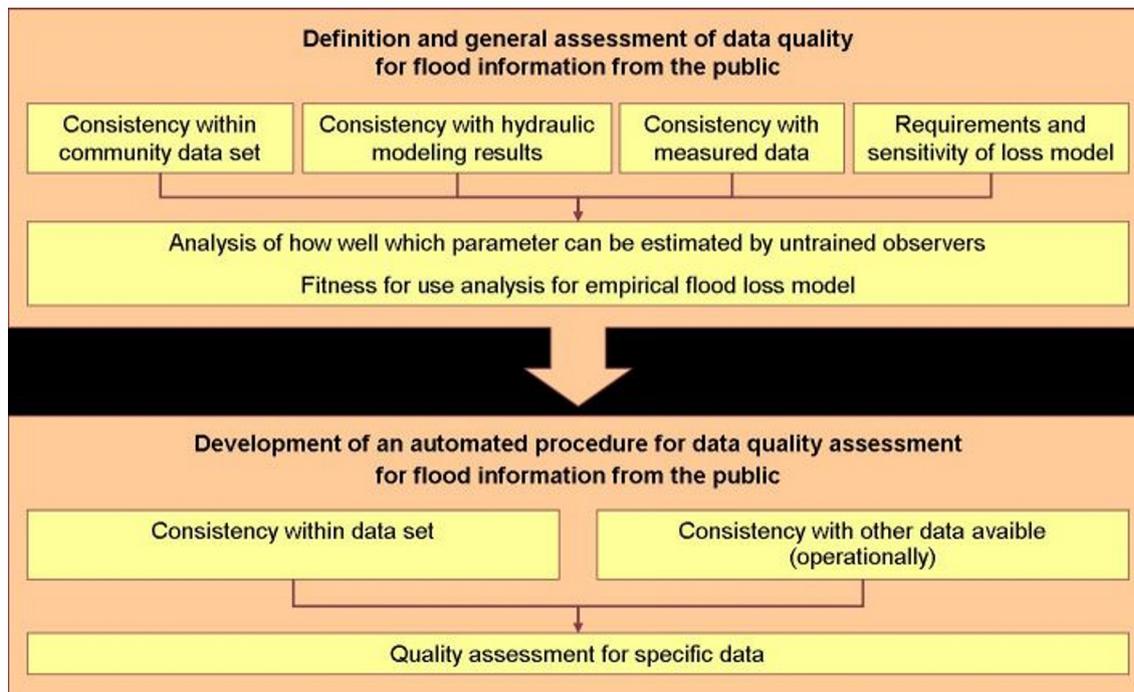


Abb. 2: Die Vorgehensweise des Projekts

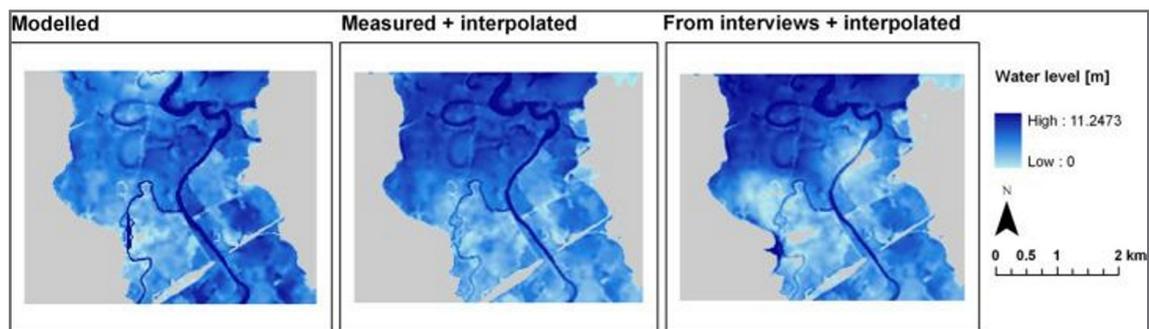


Abb. 3: Vergleich der Überflutungstiefen für die Gemeinde Eilenburg aus modellierten, gemessenen und von Betroffenen beobachteten Daten

Indikatorensystem für das Risikomanagement bei Katastrophen in Megastädten

Fallstudie Istanbul

Ausgangslage/Einführung

Städtische Behörden benötigen für ihre Katastrophenmanagementsysteme Werkzeuge, um die Prioritäten zu verstehen und zu setzen, um Maßstäbe festzulegen und um die Entwicklung innerhalb dieser Systeme zu verfolgen, sodass sie Entscheidungen und Investitionen zur Risikoreduzierung von Katastrophen rechtfertigen können.

Die Modelle und die Methodik, die hier als „Megacity Indikator System“ (MIS) bezeichnet werden, ermöglichen die Vermittlung von Risiken und eine Diskussion über lokale Risikoparameter. Diese soll es Fachleuten des Risikomanagements und Entscheidungsträgern ermöglichen, Strategien für das Risikomanagement von Katastrophen zu entwickeln. Zudem werden Prüfwerte definiert, die es ermöglichen, die Entwicklung zu verfolgen und zu bewerten. So können Strategien überprüft und korrigiert werden sowie Entscheidungen bezüglich notwendiger Investitionen rationaler getroffen werden.

In diesem Projekt liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von für Großstädte relevanten Indikatoren, der Anwendungsmöglichkeit der Methodik und der Indikatoren mit einem interaktiven Werkzeug. Ein reproduzierbarer Rahmen soll geschaffen werden, der Städten und anderen Institutionen zur Verfügung steht, um die Leistung ihres Risikomanagementsystems im Katastrophenfall messen zu können und um ihren Fortschritt in der urbanen Risikoreduzierung bei Katastrophen bewerten zu können. Das Megacity Indikator System (MIS) besteht

aus drei getrennten, sich ergänzenden Indikator-Sets. Der urbane, seismische Risikoindex (USRi) basiert auf der Arbeit von Cardona et al. (2005) und ermöglicht nicht nur einen Überblick über die zu erwartenden, direkten Schäden, sondern auch über potentielle, verschlimmernde Auswirkungen der direkten Schäden, bedingt durch die soziale Fragilität und die mangelnde Belastbarkeit verschiedener Bezirke Istanbul.

Der USRi auf Gemeindeebene (m) wird durch den folgenden Ausdruck beschrieben:

$$USR_m = \sum_{i=1}^m R_{F_i} \times (1 + F_i)$$

Aus der Schätzung der potentiellen direkten Schäden (physikalische Schäden an Gebäuden und Infrastruktur) anhand existierender Schadensszenarien ergeben sich die „physikalischen“ Risikoindikatoren. Die potentielle, direkte Auswirkung eines Erdbebens wird als Physikalisches Risiko, R_F , angegeben. Die indirekten Auswirkungen werden mit Hilfe eines Einflussfaktors ($1+F$, F = erschwerender Koeffizient) erfasst. Der Einflussfaktor besteht aus einer Reihe von Indikatoren, die sowohl Eigenschaften einer Person oder Gruppe (z.B. persönliche Eigenschaften, Lebens- und Finanzsituation) bezüglich ihrer Fragilität beschreiben als auch die Belastbarkeit beschreiben wie zum Beispiel vorhandene Mittel für die Katastrophenbereitschaft und Risikominderung, Solidarität und soziale Netzwerke, finanzielle Ausstattung und andere Ressourcen für den

Wiederaufbau.

Ziele / Arbeitsschritte

Für die Stadt Istanbul wurden die Indikatoren für soziale Vulnerabilität mit Hilfe einer lokalen Expertengruppe erarbeitet und in mehreren Workshops mit Experten am Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI) und an der Technischen Universität des Nahen Ostens (METU) in Ankara überprüft.

Einige der Indikatoren für die soziale Vulnerabilität stammen aus Census Zählungen und weiteren, routinemäßig erhobenen Daten. Obwohl eine zweite Gruppe für gewöhnlich nicht Gegenstand der Datensammlung ist, repräsentiert sie eine wichtige Facette der Belastbarkeit und der Aufnahmefähigkeit, die notwendig sind, um die Vulnerabilität zu überwinden.

Normalerweise ist eine zweite Datenquelle nicht teil des Datenerhebungsverfahrens, obwohl sie wertvolle Informationen bezüglich der Belastbarkeit liefert. Diese Daten stammen hauptsächlich aus einer aus 30 Fragen bestehenden Studie zur Sozialstruktur, die als Teil dieser Forschungsarbeit konzipiert wurde. Bis Anfang 2010 soll die Befragung von der Istanbul Municipality in 35000 Haushalten durchgeführt werden.

Zusätzlich werden Daten von anderen Institutionen verwendet, zu denen die Planungsabteilung des Fachbereichs Verkehrswesen, das Gesundheitsministerium, das KOERI Disaster Preparedness Education Program (AHEP), der Zivilschutz und eine Reihe von Nichtregierungsorganisationen gehören. Während der USRi für gesamt Istanbul entwickelt wurde und von jedem interessierten Berechtigten genutzt werden kann, wurden beim „Coping Capacity

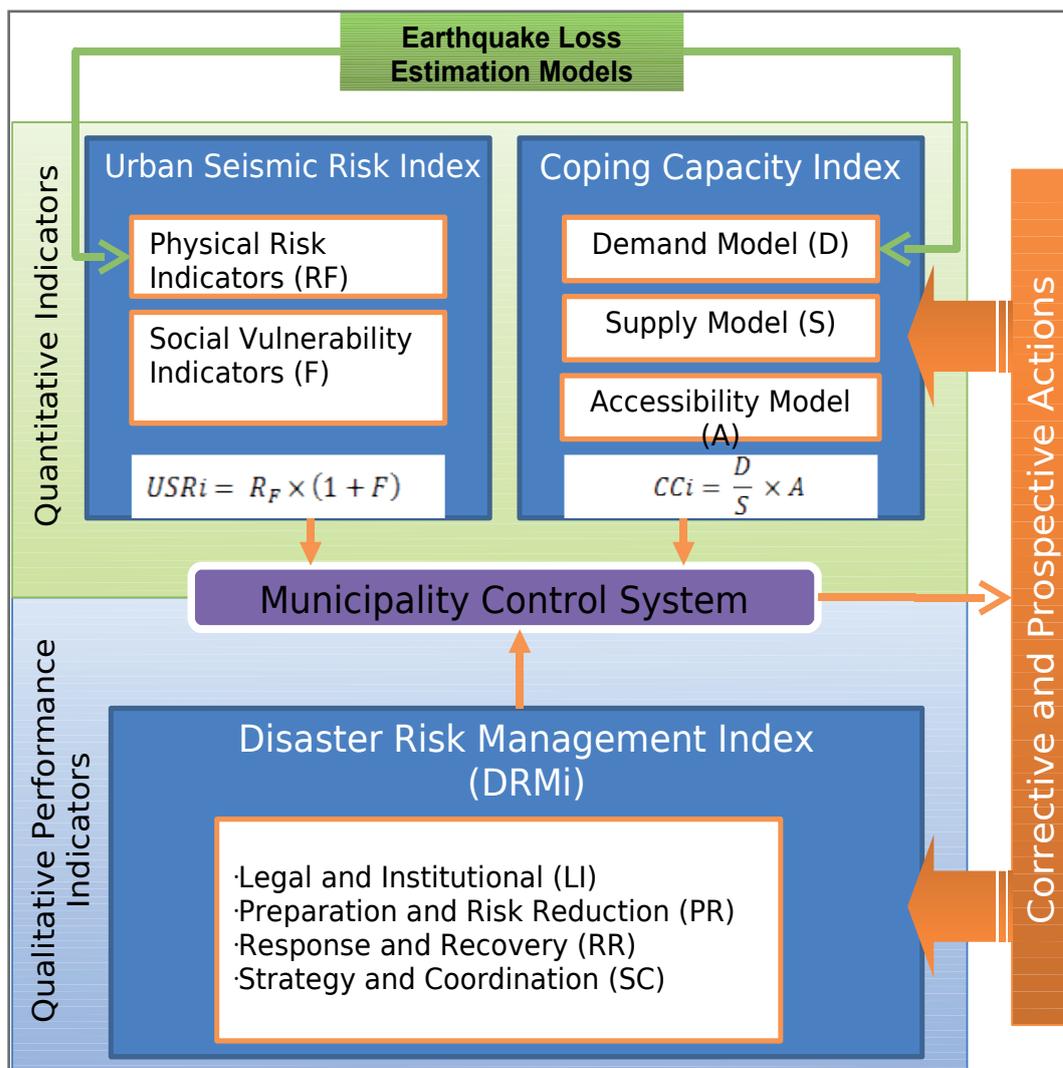


Abb. 1: Konzept für Indikatorensystem

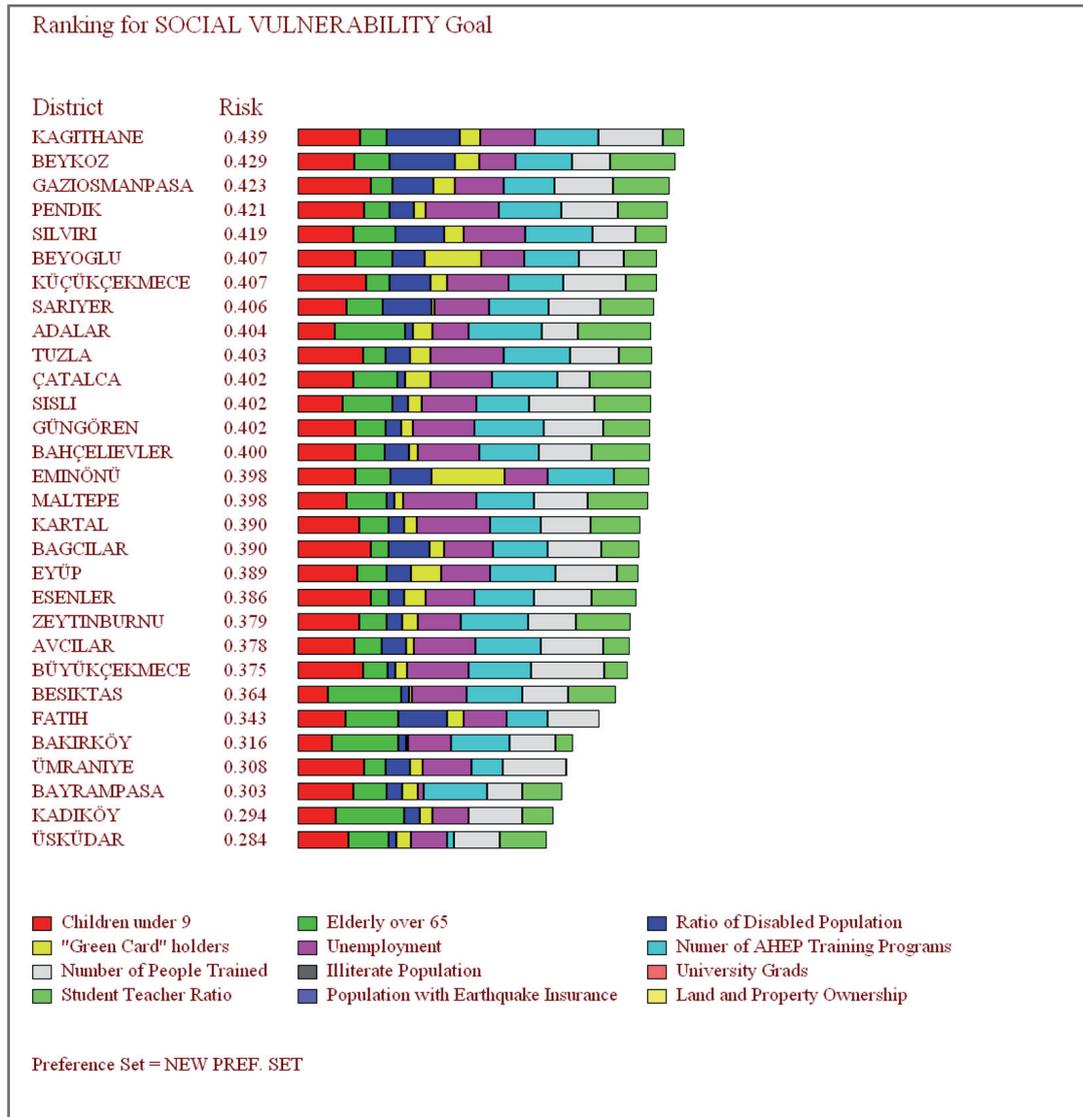


Abb.3: Gewichtung der sozialen Vulnerabilität der Disktrite in Istanbul

Zuständigkeiten von Entscheidungsträgern der Istanbul Municipality und deren Institutionen anspricht. Die Leistungsindikatoren des RMiK erlauben es, die Fortschritte der Istanbul Municipality zu erfassen. Die hierzu verwendeten Bezugspunkte wurden aus dem Istanbul Erdbeben- Masterplan von 2002, den Empfehlungen aus dem Bericht des Erdbebenrates von 2004 und den strategischen Vorstellungen des IMM zur Risikoreduzierung von Katastrophen von 2007 bis 2014 abgeleitet.

Aus dem RMiK wurde ein Handbuch für die Gemeinde konzipiert, das bei einem zukünftigen Workshop mit wichtigen Interessenvertretern der Istanbul Municipality bewertet werden wird, um damit, neben wichtigen funktionellen Aktivitäten, eine Leistungsevaluierung zu ermöglichen.

Die Implementierungsgruppe des Projekts hat eng mit AKOM, einer Einrichtung, die für das Katastrophenmanagement in der Gemeinde zuständig ist, zusammengearbeitet, um die Entwicklung des Handbuchs über die RMiK-Indikatoren auf zwei internen Workshops zu überprüfen.

Projektstatus

Bei der Implementierung des MIS für Istanbul wurden bis heute alle physikalischen Risikoindikatoren und alle vorhandenen Indikatoren zur sozialen Vulnerabilität auf Bezirksebene in einem multi-kriteriellem Softwarewerkzeug vereint, um eine vollständige Aufstellung des urbanen Risikos in den Bezirken Istanbul zu erhalten.

Der Implementierungsprozess umfasst die Organisation und Zusammenarbeit mit einer wichtigen Gruppe von Interessenvertretern der Gemeinde, wobei die Indikatoren evaluiert und die Ergebnisse des MIS diskutiert werden.

Für die Anwendung des MIS in Istanbul wird die Gewichtung der Schwerpunkte und der Werte der RMiK-Indikatoren mit einer Expertengruppe vordefiniert, so dass die Workshops mit Interessenvertretern, sich auf die Vermittlung der Ergebnisse und deren Umformulierung in spezifische Empfehlungen für die Politik konzentrieren.

Die Gewichtungen und Transformationsfunktionen der Indikatoren wurden evaluiert und die Indikatoren wurden durch eine Untersuchung der Auswirkung ihrer Gewichtung auf das Endergebnis für geeignet erklärt. Abbildung 2 zeigt den Einflussfaktor und die Aufstellung des physikalischen Risikos im Bezirk für den Urbanen seismischen Risikoindex (USRi). Ein für 2010 geplanter, eintägiger Workshop soll dazu genutzt werden, mit einer Zielgruppe von Interessenvertretern der Municipality die USRi- und die CCI-Indikatoren zu evaluieren und Werte für die RMiK-Indikatoren zu generieren. Das MIS-Werkzeug erlaubt eine interaktive Implementierung verschiedener Gewichtungsmethoden und wird den Teilnehmern ermöglichen, die Sensitivität verschiedener Gewichtungsschemata in Echtzeit betrachten zu können. Momentan werden zusätzliche Daten gesammelt, um den CCI zu vervollständigen. Darüber hinaus notwendig sind weiterführende, methodische Arbeiten hinsichtlich der Nachfrage bei Operationen, wie zum Beispiel der Wiederherstellung von lebensnotwendigen Dienstleistungen. Weiterhin stehen Ergebnisse der Studie zur sozialen Struktur, die für eine endgültige Bewertung des USRi aufgelistet werden müssen, noch aus.

Publikationen

Khazai, B., Bendimerad, F., Kilic, O., Khazai, B., Konukcu, A., Basmaci, E., Mentese, E. Y., Sunday, B., 2009, "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster Risk Management in Istanbul", Los Angeles International Earthquake Conference, Session 2D: How to Assess Seismic Risk and Policies, Los Angeles, USA, November 12-14, 2008

Khazai, B., Kilic, O., Khazai, B., Konukcu, A., Basmaci, E., Mentese, E. Y., Sunday, B., 2009, "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster

Risk Management in Istanbul", Asian Megacities Forum 2009, Mainstreaming Disaster Risk Management in Urban Development and Governance, Mumbai, India, April 22-24, 2009

Khazai, B., 2009, "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster Risk Management in Istanbul", 5. Tagung des Katastrophennetzes "Vulnerabilität und Resilienz im Entwicklungszusammenhang", 18.-20. Juni, 2009 and der Katastrophenforschungsstelle in Kiel.

Mahmut, B., Kilic, O., Khazai, B., Konukcu, A., Basmaci, E., Mentese, E. Y., Sunday, B., 2009, "Istanbul Megacity Indicator Systems Project", International Earthquake Symposium, Kocaeli 2009, August 17-19, 2009

Khazai, B., Wenzel, F., Kilic, O., Basmaci, A., Konukcu, B., Mentese, E. Y., Sungay, B., 2009, "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster Risk Management in Istanbul", International Conference on Megacities: Risk, Vulnerability and Sustainable Development, September 7-9, 2009, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Leipzig, Germany

Partner

Das Projekt ist eine gemeinsame wissenschaftliche Unternehmung des CEDIMs, der Initiative für Erdbeben und Megastädte (EMI), der Istanbuler Großstadtgemeinde (IMM) und dem Zentrum für Katastrophenmanagement der Bogazici Universität (CEDNIM). Das Projekt wird innerhalb des Direktorats für Boden- und Erdbebenforschungen des IMM durchgeführt.

Bearbeitung

Dr. Bijan Khazai, Geophysical Institute, Karlsruhe University

Mr. Osman Kilic, Istanbul Metropolitan Municipality

Mr. Ahmet Basmaci, Istanbul Metropolitan Municipality

Mr. Emin Mentese, Istanbul Metropolitan Municipality

Ms. Betül Konukcu, Istanbul Metropolitan Municipality

Ms. Bilgen Sungay, Center for Disaster Management (CENDIM), Bogazici University

Prof. Friedemann Wenzel, Geophysical Institute, Karlsruhe University

Prof. Mustafa Erdik, Department of Earthquake Engineering, Bogazici University

Dr. Fouad Bendimerad, Earthquake and Megacities Initiative

Prof. Eser Durukal, Center for Disaster Management (CENDIM), Bogazici University

Mr. Mahmut Bas, Istanbul Metropolitan Municipality

SOSEWIN

Test des Prototyps zur Seismologischen Frühwarnung

Seit Juli 2008 ist ein Prototypsystem von SOSEWIN (Self Organising Seismic Early Warning Information Network) in dem Bezirk Ataköy in Istanbul aufgebaut und seitdem im Dauerbetrieb. Das Netzwerk besteht aus 20 Stationen, die eine kontinuierliche Überwachung der Bodenbewegung erlauben, deren Daten von einem SeisComp Server am GFZ in Echtzeit gesammelt werden. Von diesem Server werden die Daten an die Projektpartner (KOERI Istanbul, Humboldt-Universität zu Berlin, und lat/Ion Bonn), ebenfalls in nahezu Echtzeit, für weiterführende Untersuchungen weitergeleitet.

In Zusammenarbeit mit den Kollegen der Humboldt-Universität zu Berlin wird die Performance des Netzwerks überwacht. Da während der vergangenen Monate kein starkes Erdbeben in der Nähe von Istanbul stattgefunden hat, haben sich die Untersuchungen auf verschiedene Aspekte der Netzwerkkommunikation und die Leistungsfähigkeit der Einzelgeräte bezogen.

Hauptergebnisse sind:

- Die Performance und die Langzeitstabilität der Einzelknoten als Sensoren für die Überwachung der Bodenbeschleunigung konnten als stabil und verlässlich über jetzt beinahe 12 Monate beurteilt werden.
- Die Performance des installierten Netzwerkes und dessen Fähigkeit zur Selbstorganisation konnte ebenfalls nachgewiesen werden, eine der Grundideen des neuen Netzwerkkonzeptes.

Während der vergangenen Berichtsperiode wurden anfängliche Schwierigkeiten erkannt und geeignete Lösungen gefunden:

- Zu Beginn ergaben sich Schwierigkeiten mit dem verwendeten WLAN Treiber und der Datenübertragungsrate innerhalb des Netzwerkes, so musste am Anfang die Datenrate auf 1MBit/s begrenzt werden. Trotz dieser Einschränkung stand genügend Bandbreite zur Übertragung des vollständigen Datensatzes mit Seedlink zur Verfügung. Das WLAN Treiberproblem wurde von den Kollegen der Humboldt-Universität zu Berlin durch Änderung der SOSEWIN Software gelöst, so dass wir in Zukunft wieder mit einer höheren Datenrate als 1 MBIT arbeiten werden.

- In den ersten Monaten des Dauerbetriebes des Prototypsystems in Istanbul mussten wir Probleme mit der Stabilität von einfachen Compact Flash Karten erkennen, die in den SOSEWIN Knoten als Festplatten zur Datenspeicherung fungieren. Um diese Probleme zu lösen, haben wir neue industrielle Compact Flash Karten getestet und die SOSEWIN Knoten damit ausgerüstet. Diese neue Hardware zeigt bessere Langzeitverlässlichkeit, so dass wir seit 9 Monaten keine vergleichbaren Schwierigkeiten hatten. Zusätzlich haben die Kollegen der HU Berlin die SOSEWIN Software zum Beschreiben der Karten abgeändert und für unsere Zwecke angepasst und verbessert.

Eine Publikation mit der Beschreibung der Philosophie des SOSEWIN Konzeptes, der entwickelten Software und Hardware und eine Beschreibung der Leistungsfähigkeit der Kommunikation des SOSEWIN Prototypsystems in Istanbul wurde zur Publikation in den *Seismological Research Letters* veröffentlicht (Fleming, K., Picozzi, M., Milkereit, C., Kuehnlitz, F., Lichtblau, B., Fischer, J., Zulfikar, C., Özel, O., and the SAFER and EDIM working groups.

The Self-Organising Seismic Early Warning Information Network (SOSEWIN)) Seismological Research Letters, Vol. 80, N 5 September/October 2009, doi: 10.1785/gssrl.80.5.750.

Test des SOSEWIN Systems zur Überwachung von Infrastruktur in Erdbebengebieten

Wir haben das SOSEWIN System auf Eignung zur Überwachung der Schwingungscharakteristika und der dynamischen Eigenschaften von strategisch wichtiger Infrastruktur in Zusammenarbeit mit dem Kandilli Observatorium Istanbul getestet und die Messungen ausgewertet. Ausgewählt hatten wir die zweite Brücke über den Bosphorus, die Fatih Sultan Mehmet Brücke. Die Brücke ist schon jetzt mit Instrumenten zur Überwachung der Schwingungseigenschaften bestückt, und zwar mit 5 Güralp CMG-5TD. Diese Instrumente sind unter der Fahrbahn installiert und liefern über Kabelsysteme und Telefonanbindung kontinuierlich Daten an das Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI).

Eines der Ziele war der Vergleich von Messungen der SOSEWIN Knoten mit kommerziellen Sensoren, in diesem Fall Sensoren der Firma Güralp. Abbildung 1 zeigt die gewonnenen Power Spectrum Density (PSD) Funktionen, abgeleitet aus Messwerten der vertikalen Komponente von Sensoren, die ungefähr in der Mitte und einem Drittel der Fahrbahnlänge installiert waren.

Abbildung (2) zeigt einen Überblick über die Messungen der natürlichen Bewegungen der Brücke, die durchgeführt wurden, ebenfalls die Daten und die Analyse von 2 Paaren von SOSEWIN Stationen, die an typischen (gegenüberliegenden) Plätzen auf der Brücke liegen (i.e. auf den Fahrbahnseiten und den Türmen, rote Symbole). Der Vergleich der gemittelten Spektralverhältnisse (Abbildungen 2c und 2d) von Paaren von Sensoren zeigt, dass die Messungen mit dem SOSEWIN System konsistente und robuste Ergebnisse liefern, die eindeutig die verschiedenen Schwingungsmuster und Perioden widerspiegeln. Darüber hinaus zeigen die Spektrogramme (Abbildungen 2e, and 2f), dass die natürlichen Bewegungen der Brücke stationär sind und mit dem SOSEWIN System erfasst werden können.

Der Vergleich der Messungen mit Standardinstrumenten und der Vergleich mit bisherigen Untersuchungen Brownjohn et al. (1992), Apaydin (2002), Stengel (2009) ergibt hervorragende und vergleichbare Ergebnisse der preiswerten Sensoren des SOSEWIN- Systems.

Eine Publikation zum Test des SOSEWIN Systems auf der Fatih Sultan Mehmet Suspension Bridge wurde von *Bulletin of Earthquake Engineering* publiziert (Picozzi, M., Milkereit, C., Zulfikar, C., Fleming, K., Ditommaso, R., Erdik, M., Zschau, J., Fischer, J., Safak, E., Özel, O., and Apaydin N., (2009). *Wireless technologies for the monitoring of strategic civil infrastructures: an ambient vibration test on the Fatih Sultan Mehmet Suspension Bridge in Istanbul,*

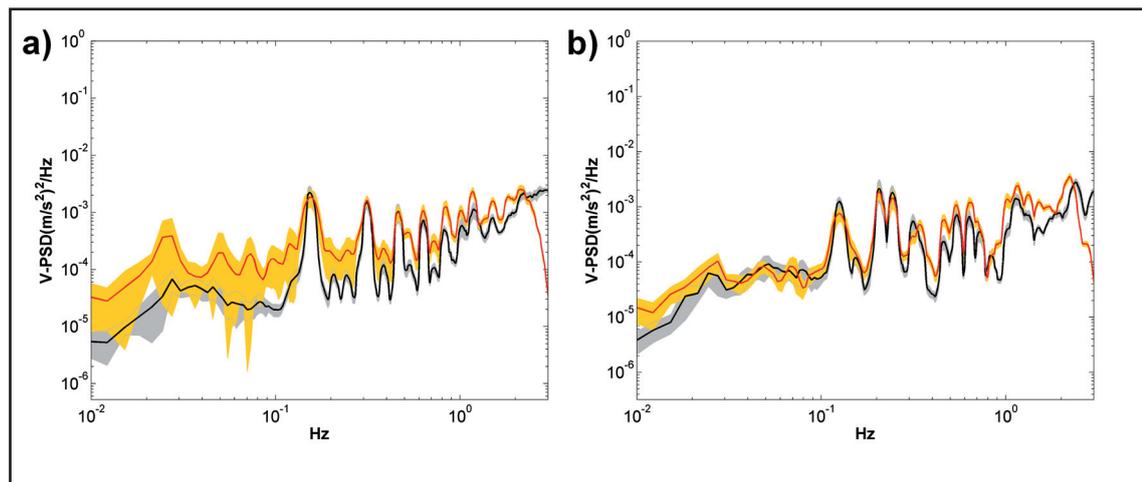


Abbildung 1: Power Spectrum Density (PSD) Funktionen der vertikalen Komponente. Gemittelte PSD und deren $\pm 95\%$ Konfidenzbereiche für SOSEWIN (gelb und rot) und Güralp (schwarz und grau). (a) Sensoren in der Mitte der Brückenlänge. (b) Ähnlich wie (a), nur sind die Stationsorte ungefähr in einem 1/3 der Brückenlänge.

Turkey. In press on *Bulletin of Earthquake Engineering*, DOI 10.1007/s10518-009-9132-7).

Bearbeitung

Claus Milkereit (Earthquake Risk and Early Warning, GFZ)

Matteo Picozzi (Earthquake Risk and Early Warning, GFZ)

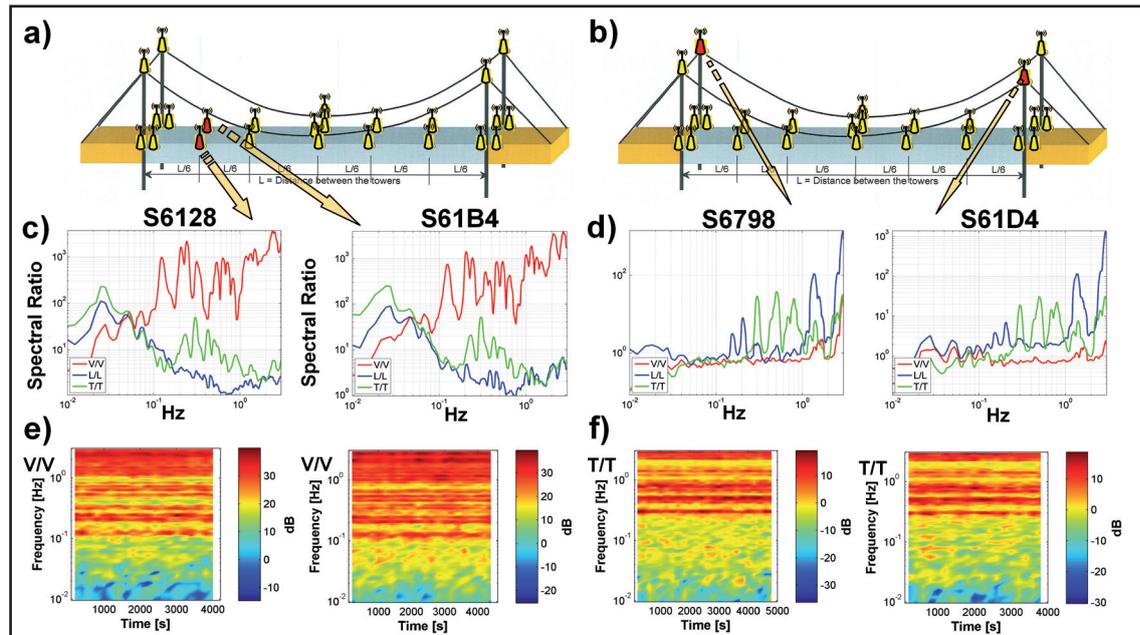


Abbildung 2: Ergebnisse von Paaren von Sensorknoten. (a) Ausgewählte Sensoren (rote Symbole) auf der Ebene der Fahrbahn. (b) ähnlich wie (a) aber mit den Sensoren auf den Brückentürmen. (c) und (d) Spektrale Verhältnisse (SR) der vertikalen (rot), longitudinalen (blau), and transversalen (grün) Komponenten der Bewegung. (e) und (f) SR Spectrogramme für verschiedene Bewegungskomponenten.

Vulnerabilität vernetzter und kritischer Infrastruktur

Verkehrsinfrastruktur und Vulnerabilität

Ausgangslage / Einführung

Für den reibungslosen Ablauf von Wirtschafts- und Privataktivitäten hat das Verkehrs- und insbesondere das Straßennetz neben dem Energienetz eine herausragende Bedeutung. Was passiert, wenn die Verfügbarkeit des Straßenverkehrsnetzes beispielsweise durch ein Naturereignis eingeschränkt wird, wurde uns in der Vergangenheit schon oft verdeutlicht. Im Sommer 2006, beispielsweise, führte ein Felssturz vor dem Gotthard-Tunnel zum Tod mehrere Menschen. Daraufhin wurden die Autobahn und der Tunnel für einige Tage in beide Richtungen gesperrt. Der Alpen transitverkehr staute sich in den Tagen danach kilometerlang auf der Ausweichstrecke, was erhöhte Schadstoffausstoße und Umwegekosten zur Folge hatte. Die Abhängigkeit unserer Gesellschaft von funktionierenden Verkehrsnetzen bringt eine hohe Verwundbarkeit mit sich. Um potenzielle Schäden so gering wie möglich zu halten ist es daher notwendig, das Verkehrsnetz im Hinblick auf seine Verwundbarkeit zu analysieren und Schadensminderungsmaßnahmen zu identifizieren. Die Relevanz der Thematik verdeutlicht die EU Richtlinie 9403/08 „on the identification and designation of European Critical Infrastructure and the assessment of the need to improve their protection“.

Ziele / Arbeitsschritte

Ziel dieses Projektes ist es, Straßenverkehrsabschnitte zu identifizieren, durch deren Ausfall hohe indirekte Schäden zu erwarten wären, und diese nach Möglichkeit zu quantifizieren. Unter indirekten Schäden sind hier Schäden zu verstehen, die von direkten Schäden (z.B. eine eingestürzte Brücke) verursacht werden. Darunter fallen zum Beispiel Kosten für das Fahren von Umwegen.

Die Berechnung erfolgt beispielhaft anhand des Straßennetzes in Baden-Württemberg. Dabei werden einzelne Straßenabschnitte der Autobahnen und Bundesstraßen entfernt und mit Hilfe von Verkehrsmodellen die zusätzlichen Kosten berechnet, die Straßennutzer aufgrund des fehlenden Abschnittes erfahren. Die Kosten enthalten bewertete Zeit-, Um-

welt- und Betriebskosten, unterschieden nach Fahrtzweck bzw. Fahrzeugtyp. Mit Hilfe verschiedener Berechnungsmethoden wird zwischen indirekten Schäden unterschieden, die auf kurz- oder langfristige Unterbrechungen zurückzuführen sind. Es ist anzunehmen, dass Straßennutzer lediglich kurzfristig die Route zu ihrem Ziel an die neuen Gegebenheiten anpassen, während manche Nutzer langfristig auch ihre Zielwahl ändern würden.

Bewertungsmethodiken zur Bestimmung der Höhe der angesetzten Preise werden oftmals aufgrund ihrer Subjektivität und ihrer starken Beeinflussung der Ergebnisse kritisiert. Deshalb wird hier eine Sensitivitätsanalyse über die Preise durchgeführt, um Infrastrukturabschnitte zu bestimmen, die robust gegenüber der Wahl der Bewertungsmethodik sind. Auf die Integration der Ergebnisse in eine Multi-Criteria-Software, wie im letzten Bericht angekündigt, wird verzichtet, da die Menge der betrachteten Straßenabschnitte zu groß ist.

Als Verkehrsmodell steht das institutseigene europäische großskalige Modell VACLAV zur Verfügung. Eine Kooperation mit der Firma PTV AG ermöglicht darüber hinaus die Benutzung des kleinskaligen Modells VISUM. Beide Modelle müssen jedoch für den Zweck der Arbeit angepasst und mit entsprechenden Netzinformationen und Routinen ergänzt werden.

Es wird vermutet, dass der gleichzeitige Ausfall mehrerer Abschnitte im Netz Schäden nach sich ziehen würde, die nichtlinear zu den Schäden eines einzelnen Netzabschnittausfalls stehen. Ein mehrfacher Ausfall von Straßenabschnitten wäre auch mit großer Wahrscheinlichkeit bei einem extremen Naturereignis zu erwarten. Es werden deshalb zwei an vergangene Naturereignisse angelehnte Szenarien erzeugt und die indirekten Schäden dieser Ereignisse abgeschätzt. Ein Szenario wurde basierend auf den Vorarbeiten 2007 im Bereich Erdbeben und Verkehrsinfrastruktur in Zusammenarbeit mit dem Institut für Massivbau und Baustofftechnologie am KIT erstellt. Hierbei wird angenommen, dass ein Erdbeben in Ba-

den-Württemberg keinen Einsturz von Brücken oder Tunneln verursachen würde. Vielmehr ist realistisch, dass einige Brücken und Tunnel zur Inspektion auf Risse etc. mehrere Stunden gesperrt sein würden. Ein weiteres Szenario soll die indirekten Schäden des Sturms Lothar 1999 für den Nordschwarzwald abbilden. Hierbei ist eine Kooperation mit der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Freiburg in Planung.

Projektstatus

Die Literaturrecherche und Entwicklung der Berechnungsmethoden ist abgeschlossen. Die Verkehrsmodelle werden noch an die Fragestellung angepasst. Dieser Prozess soll bis Ende des Jahres abgeschlossen sein, so dass dann auch erste Ergebnisse vorliegen könnten. Das Erdbebenszenario wird bis Anfang 2010 auf Basis aktueller Fragilitätskurven für deutsche Bauwerke erstellt. Mit der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg laufen momentan noch Verhandlungen über die Nutzungsrechte der Daten. Im Frühjahr 2010 soll dann auch das Sturmszenario fertig gestellt sein.

Ausblick

Es ist geplant, alle Arbeiten bis Mitte 2010 abzuschließen und in Form einer Doktorarbeit zu dokumentieren. Darüber hinaus werden einzelne Veröffentlichungen zu Teilaspekten der Arbeit angestrebt.

Publikationen

Schulz, C. und Khazai, B. (2008): An indicator-based approach for critical road infrastructure identification. Konferenzbeitrag bei der IDRC 2008, 25.-29.08.2008 in Davos, Schweiz.

Schulz, C. (2009). The identification of critical road infrastructures - The case of Baden -Württemberg. Konferenzbeitrag beim Winterseminar der Gesellschaft für Regionalforschung, 22.-28.02.2009, Innsbruck, Österreich.

Bearbeitung

Kay Mitusch (IWW, KIT)

Werner Rothengatter (IWW, KIT)

Carola Schulz (IWW, KIT)

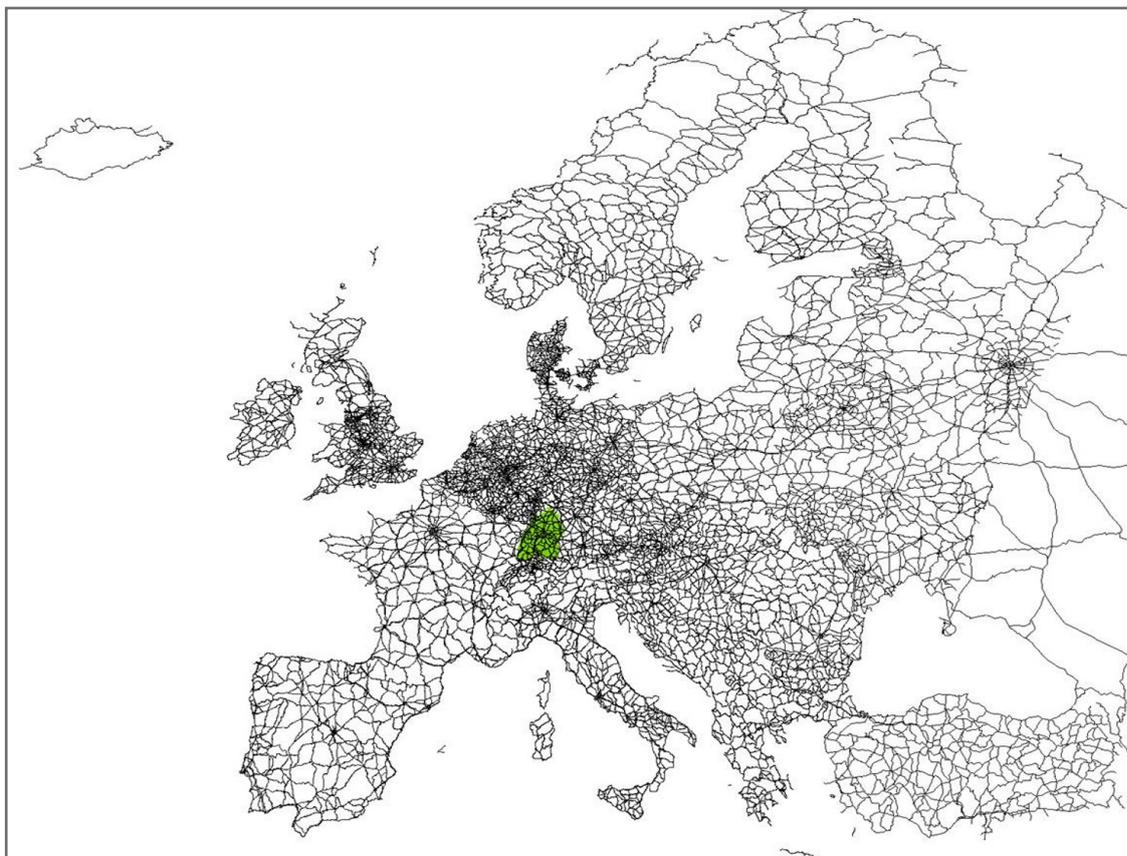


Abb. 1: Das Straßenverkehrsnetz des europäischen Verkehrsmodells VACLAV mit dem Untersuchungsgebiet Baden-Württemberg

SIMKRIT

Simulation Kritischer Infrastrukturen für das Krisenmanagement

Ausgangslage / Einführung

Projektlaufzeit

Juni 2009 – Dezember 2009

Projektpartner:

- Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP), KIT, Campus Süd
- Institut für Kern- und Energietechnik, KIT, Campus Nord

Die Bevölkerung hoch entwickelter Gesellschaften, Hauptgegenstand und Auftraggeber staatlichen Handelns, ist heute mehr denn je von technischen, ökonomischen, sozialen und administrativen Dienstleistungen und der Verfügbarkeit umfassender infrastruktureller Versorgungsleistungen abhängig¹. Extremereignisse wie das Elbehochwasser 2002, die Sommerhitze 2003, der Stromausfall im Münsterland 2005 und die Einstellung des Schienenverkehrs während des Sturms Kyrill im Januar 2007 haben gezeigt, dass Ereignisse in dieser Größenordnung das existierende System kritischer Infrastrukturen empfindlich stören können. Kritische Infrastrukturen umfassen die Sektoren Energieversorgung, Versorgung mit Trinkwasser und Nahrungsmitteln, Gefahrenstoffe, Behörden und Verwaltung, Telekommunikation und Informationstechnik, Transport und Verkehrswesen, Finanz-, Geld- und Versicherungswesen und Sonstiges wie Großforschungseinrichtungen, symbolträchtige Bauwerke, Kulturgut und Medien.

Um die Funktionsfähigkeit des Staates aufrecht zu erhalten und kritische Infrastrukturen wieder zu ihrer Funktion zurückzuführen, bedarf es der „richtigen“ Entscheidungen beim Management der Großschadenslage. Kritische Infrastrukturen haben komplexe innere Abhängigkeiten und sind außerdem stark miteinander vernetzt, was insbesondere beim Ausfall der Stromversorgung bei Großschadenslagen deutlich wird. Entscheidungsträger sind daher in solchen

¹ BBK 2008, Nationales Krisenmanagement im Bevölkerungsschutz, Bonn, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

Situationen nicht nur durch einen generellen Mangel an Ressourcen und deren nur eingeschränkte Verfügbarkeit bzw. Leistungsfähigkeit sondern auch durch ein unzureichendes Verständnis der Auswirkungen angedachter Maßnahmen auf die komplexe Schadenslage eingeschränkt handlungsfähig.

Voraussetzung einer guten Entscheidungsstrategie im Krisenmanagement ist daher die Kenntnis der Schadenslage sowie der Überblick über die zu erwartenden Auswirkungen und der verfügbaren Ressourcen. Weitere Bedingung für ein erfolgreiches Krisen- und Notfallmanagement beim Ausfall von Versorgungssystemen ist zudem das Verständnis über das Verhalten der jeweils betroffenen kritischen Infrastrukturen bezüglich der vorrangigen Hilfsmaßnahmen und deren Auswirkungen auf das gesamte System. Um die Reaktion des Systems realitätsnah abzubilden, bieten sich Simulationsmodelle an. Das Problem existierender Ansätze ist jedoch ihre Inselcharakteristik. Simulationen von Verkehrsströmen, Stromnetzen oder Transportwegen sind weltweit verfügbar, allerdings sind diese Systeme weder vernetzt noch interagieren sie miteinander.

Ziele / Arbeitsschritte

Das Vorhaben will mithelfen, den Stand in der Forschung und Anwendung im Bereich der Simulation kritischer Infrastrukturen und deren Ausfälle aufzuarbeiten und Anforderungen an ein praxistaugliches Simulationsmodell zur Abbildung der Abhängigkeiten der kritischen Infrastrukturen untereinander sowie methodische Herausforderungen bei der Entscheidungsunterstützung zu formulieren. Ein weiteres Ziel der Arbeiten ist es, vorhabenrelevante Kompetenzen innerhalb des KIT und CEDIM zu erfassen und damit eine verbesserte Ausgangslage für Anträge im nationalen (z. B. Sicherheitsforschung BMBF) oder internationalem (z. B. FP7 – Security) Forschungsrahmen zu schaffen. Zudem sollen mögliche Partner außerhalb des KIT für diese Anträge identifiziert und gewonnen werden. Erste Gespräche wurden bereits mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) geführt.

Die Ziele des Projektes im Einzelnen umfassen

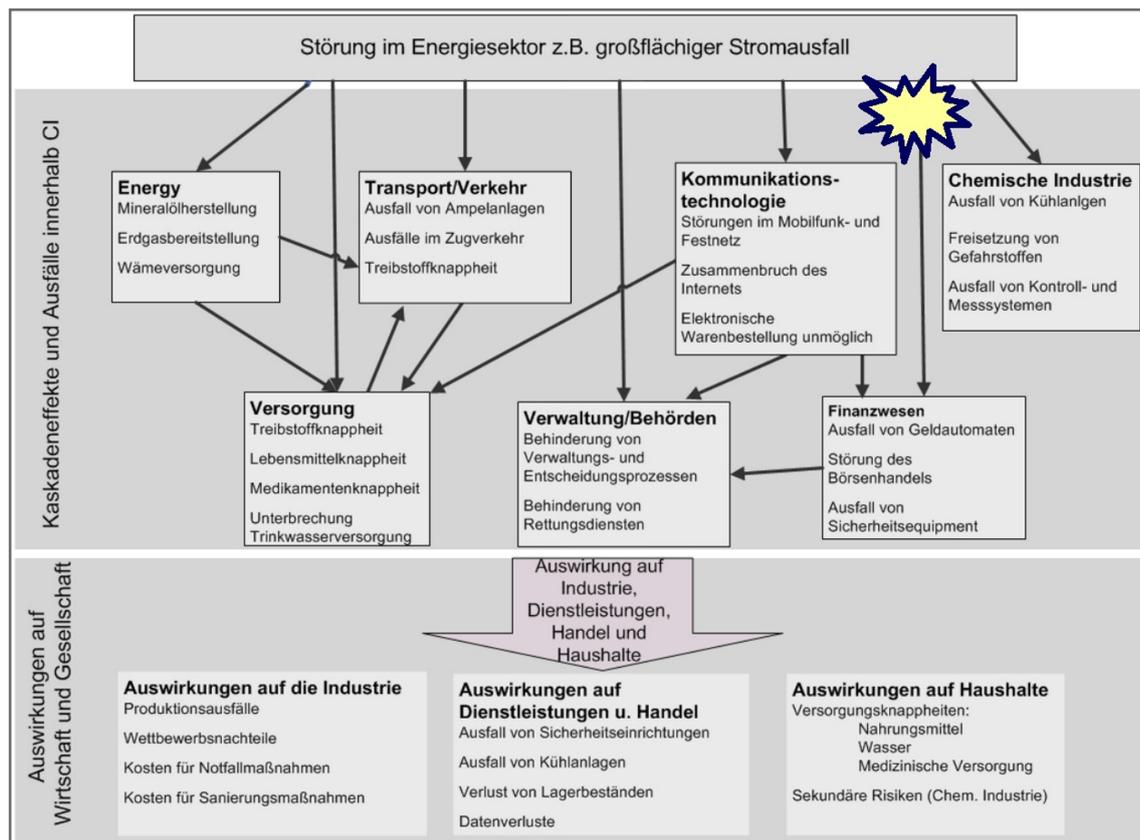


Abb.1: Auswirkungen von Stromausfällen auf kritische Infrastrukturen

die folgenden Punkte:

- Welche Modellansätze und Modelle existieren zur Abbildung kritischer Infrastrukturen und deren Vernetzung, die im Bereich der Bewältigung von Schadensereignissen aber auch bereits in der Planungsphase eingesetzt werden können, und welche Anforderungen werden an sie gestellt.
- Welche Ansätze zur Entscheidungsunterstützung vermögen es, die komplexen Zusammenhänge zwischen den kritischen Infrastrukturen für einen Entscheidungsträger fassbar abzubilden, z. B. Causal Maps.
- Welche für das Vorhaben relevanten Kompetenzen sind im KIT und CEDIM vorhanden
- Welche strategischen Partner in Industrie und Verwaltung können bei einem Forschungsvorhaben mitwirken (Identifizierung einer Akteurskonstellation für Forschungsanträge).

Projektstatus

In einem ersten Schritt wurden diejenigen Institute auf dem Campus Süd and Nord des KIT identifiziert, die Kompetenzen im Bereich der kritischen Infrastruktur aufweisen. Weitere Organisationen innerhalb und außerhalb von CEDIM wurden in einem zweiten Schritt untersucht. Kontakte mit dem BBK wurden aufgebaut. Eine Literaturrecherche über den aktuellen Stand der Simulationstechnik wird im Projektrahmen durchgeführt.

Ausblick

Erste Ergebnisse der Untersuchungen haben ergeben, dass es zwar erste Ansätze zur Simulation der Abhängigkeiten von kritischen Infrastrukturen gibt (siehe z.B. IRRIS (Integrated Risk Reduction of Information-based Infrastructure Systems, Fraunhofer), allerdings die Simulationskomponente der kritischen Infrastruktur mit zwei Problemen zu kämpfen hat. Entweder erscheinen die Simulationen sehr komplex, können dann aber nur einen kleinen Teilbereich abbilden, oder sie beschreiben das gesamte Problem, dann allerdings nur mit geringem Detaillierungsgrad. Hiermit ergeben

sich zwei potentielle Arbeitsfelder:

- Untersuchung des notwendigen Informationsgehaltes hinsichtlich des Verhaltens von kritischer Infrastruktur, damit Entscheidungsträger die notwendigen Maßnahmen bei einer Großschadenslage treffen können.
- Entwicklung von Simulationsmodellen, die die komplexen Abhängigkeiten so aggregieren, dass ihre Ergebnisse als Basis für die Entscheidungsunterstützung benutzt werden können.

Wie auch immer Entscheidungsunterstützung modelliert wird, Vulnerabilitätsanalysen, Risikoabschätzungen und –karten sind ein integraler Bestandteil der Entscheidungsfindung. Somit würden die jetzigen Arbeiten von CEDIM durch weiterführende Simulationen der Abhän-

gigkeiten kritischer Infrastruktur ergänzt, und könnten als Basis für ein integriertes Risiko- und Entscheidungshilfesystem genutzt werden, das bei Großschadenslagen eingesetzt werden könnte. Die Notwendigkeit eines solchen Systems steht außer Frage (z.B. KRITIS Projekt des BBK; National Infrastructure Protection Plan (NIPP) der USA), allerdings fehlen die angepassten Simulationsmodelle, die noch zu entwickeln sind. Die Kompetenz im Rahmen von CEDIM ist vielfältig und bietet somit eine ideale Ausgangslage. solche Simulationen zu entwickeln.

Bearbeitung

Michael Hiete (IIP, KIT)

Wolfgang Raskob (IKET, KIT)

Analyse der indirekten Vulnerabilität bei Naturkatastrophen

Ausgangslage

Die projektübergreifende Arbeitsgruppe „Analyse der indirekten Vulnerabilität bei Naturkatastrophen“ (VAG) wurde im Mai 2008 gegründet. Sie widmet sich dem Verständnis indirekter Schäden von Katastrophen und deren komplexer Wirkmechanismen auf verschiedenen Ebenen im Kontext des Klimawandels. Dabei wird das in der Vergangenheit in der Arbeitsgruppe „Asset Estimation“ bearbeitete Feld der Schäden an kommerziell genutzten Einrichtungen (Industriewerte) um deren Vulnerabilität hinsichtlich indirekter Effekte erweitert und mit der Erforschung der sozialen Vulnerabilität der Gesellschaft als Treiber indirekter Schäden kombiniert. In die Arbeiten der VAG fließt zudem CEDIM-Expertise aus den Bereichen Vulnerabilität vernetzter und kritischer Infrastrukturen (Projekte „Verkehrsinfrastruktur“ und „Krisenmanagement bei einer großflächigen Unterbrechung der Stromversorgung am Beispiel Baden-Württemberg“) und indirekte Betriebsunterbrechungsschäden (ehemaliges Projekt „Megacity Istanbul“) sowie soziale Fragilität und Bewältigungspotential von Megastädten mit ein.

Ziele / Arbeitsschritte

Das interdisziplinäre Team entwickelt derzeit ein integriertes Indikatorenmodell zur Analyse der industriellen und sozialen Vulnerabilität ge-

genüber indirekten Schäden. Ein solches Indikatorensystem ist angesichts der Komplexität der regionalen Vulnerabilität besonders geeignet, da hierdurch Vulnerabilitäten der verschiedenen Teilsysteme (Industrie und Gesellschaft) sowie Ergebnisse von verschiedener Granularität erfolgreich zusammen gefasst werden können. Desweiteren sind indikatorbasierte Ansätze sehr gut zur Erweiterung geeignet, so dass zukünftig auch Indikatoren zur Analyse der Vulnerabilität anderer Teilsysteme (z. B. Landwirtschaft, Ökologie) problemlos in das Modell integriert werden können. Hinsichtlich der dynamischen Veränderung der Vulnerabilitäten durch den Klimawandel bietet der integrierte Indikatorenansatz die Möglichkeit, zeitliche Veränderungen einzelner Faktoren sowie prognostizierte Daten bezüglich einzelner Charakteristika in das Modell mit aufzunehmen und so Trendaussagen zur künftigen Vulnerabilität der Teilsysteme zu machen.

Im entwickelten integrierten Indikatorensystem werden industrieökonomische und soziale Faktoren erfasst, welche das indirekte Schadenspotential einer Region besonders positiv oder negativ beeinflussen können. Abgebildet und implementiert wird das System mit Hilfe eines speziellen Softwaretools zur Multi-Criteria Decision Analysis („Logical Decisions for Windows“), welches insbesondere die Stakeholder-gestützte Gewichtung einzelner Faktoren unterstützt und der Ergebnisberechnung sowie

deren anschaulicher Darstellung dient. Außerdem unterstützen die Darstellungsmöglichkeiten des Softwaretools die Durchführung von Sensitivitätsanalysen und erleichtern die Kommunikation der Ergebnisse gegenüber Stakeholdern wie politischen Entscheidungsträgern.

Über die einzelnen Vulnerabilitätsfaktoren aus den verschiedenen Dimensionen wird das indirekte Schadenpotential quantifiziert, so dass die Vulnerabilität der verschiedenen Regionen miteinander verglichen und somit besonders vulnerable Hotspots identifiziert werden können. Des Weiteren werden durch die Ergebnisse besonders vulnerable Prozesse identifiziert, die so direkt die Ansatzpunkte für ein effizientes Risikomanagement aufzeigen. Im Ergebnis wird den Entscheidungsträgern also ein vielschichtiges Bild der regionalen Vulnerabilität bereitgestellt, das den vorausschauenden Umgang mit Katastrophen und der Reduzierung damit verbundener Risiken ermöglicht.

Die Vulnerabilitätsanalysen werden derzeit auf Landkreisebene innerhalb des Bundeslandes Baden-Württemberg durchgeführt, welches sich aufgrund seines beträchtlichen indirekten Schadenspotentials, folgend aus seiner wirtschaftlichen Bedeutsamkeit, als Pilotgebiet zur Methodenentwicklung anbietet.

Methodisches Vorgehen

Für die Umsetzung des Vorhabens der VAG wurde folgendes Vorgehen gewählt, dessen Punkte anschließend kurz erläutert werden:

1. Theoretische Entwicklung des Indikatorensystems
2. Identifikation bedeutender Faktoren und Auswahl von Indikatoren und Subindikatoren
3. Datenbeschaffung/-berechnung für die Indikatoren
4. Normierung und Standardisierung
5. Gewichtung und Verrechnung/Aggregation
6. Sensitivitätsanalyse
7. Anschauliche Darstellung der Ergebnisse zu den Indikatoren im Softwaretool

Zur theoretischen Entwicklung (Schritt 1) des Indikatorensystems wurden zunächst die inhaltlichen Dimensionen für die Betrachtung, die Teilsysteme Industrie und Gesellschaft, sowie die räumliche Skala der Betrachtungsweise (vgl. Abbildung 1) ausgewählt.

Die Teilsysteme sind durch kausale Prozesse gekennzeichnet, welche die Vulnerabilität beeinflussen, indem sie auf die enthaltenen Elemente einwirken. Dabei gibt es die Vulnerabilität erhöhende („fragility factors“) und abschwächende Prozesse („resilience factors“), die gleichzeitig auf das System Einfluss nehmen. Entsprechend der Bedeutsamkeit der Prozesse und den Möglichkeiten diese abzubilden und zu messen, wurden geeignete Indikatoren und Subindikatoren identifiziert und

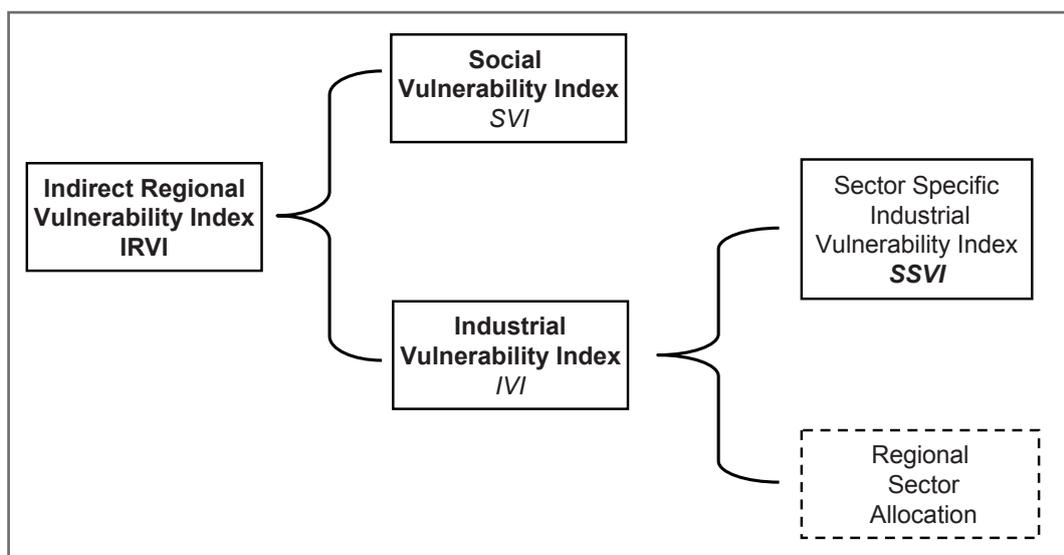


Abb.1: Theoretische Entwicklung des Indikatorensystems

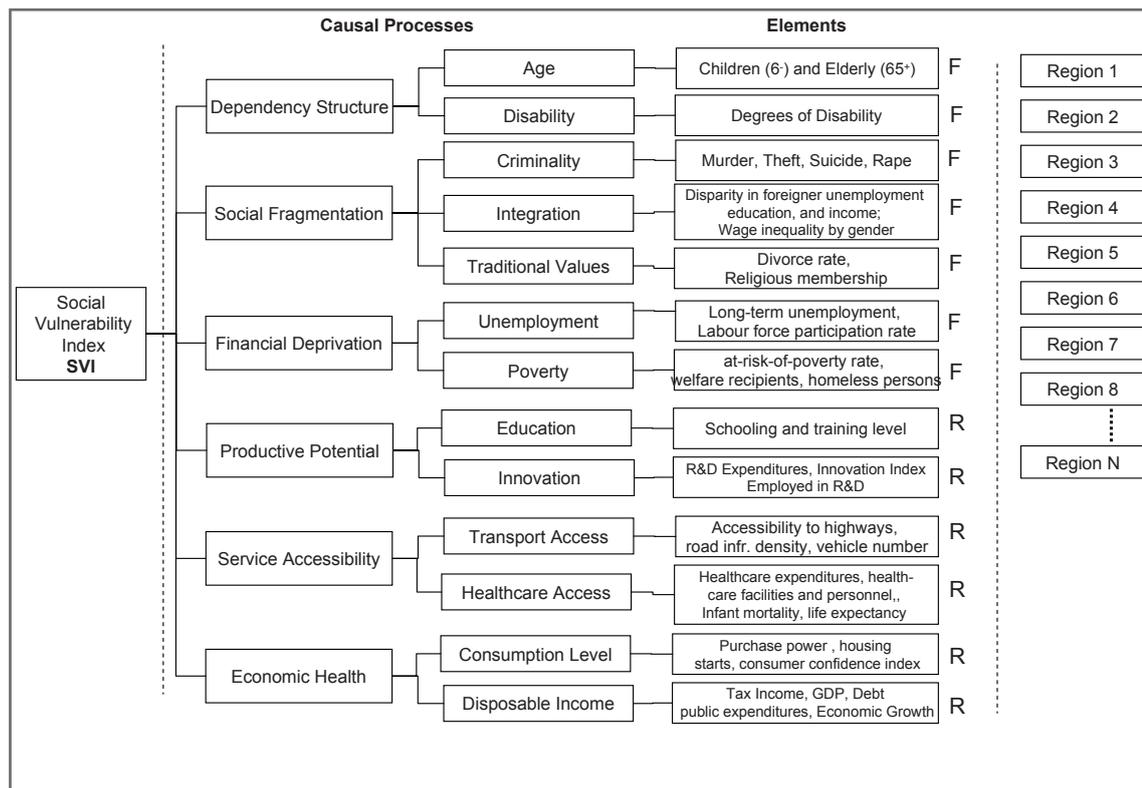


Abb. 2: Prozesse und Indikatoren des Teilsystems Gesellschaft

ausgewählt (Schritt 2). Die die Vulnerabilität des Teilsystems Gesellschaft beeinflussenden Prozesse und die daraus identifizierten Indikatoren sind in Abb. 2 dargestellt.

Das soziale Teilsystem enthält Indikatoren auf den Feldern „Strukturen persönlicher Abhängigkeit“, „soziale Fragmentierung“ und „finanzielle Not“ von eher die Vulnerabilität erhöhendem Charakter sowie „produktives Potential“, „Serviceverfügbarkeit“ und „wirtschaftliche Stärke“, welche die Vulnerabilität reduzieren können. Auf industrieökonomischer Seite werden die Felder „Abhängigkeit von Kapital und Arbeit“, „Infrastrukturabhängigkeit“ sowie „Supply Chain-Abhängigkeit“ betrachtet, deren Sub-Indikatoren die industrielle Vulnerabilität sowohl erhöhen (fragility factors) als auch erniedrigen können (resilience factors). Die beschriebene industrieökonomische Vulnerabilität wird in einem ersten Schritt für verschiedene Wirtschaftszweige gesondert betrachtet und über die relative wirtschaftlicher Bedeutung innerhalb der betrachteten Region regionalisiert und auf räumlicher Ebene dargestellt.

Auf Basis bereits vergangener Arbeiten in CEDIM vorhandener sowie extern verfügbarer Daten (meist statistische Daten) erfolgte die

Ermittlung der Werte für die einzelnen Indikatoren (Schritt 3). Hierbei war vielfach eine Anpassung der verfügbaren Rohdaten auf die angestrebte räumliche Ebene sowie eine thematisch bedingte Kombination verschiedener Datensätze notwendig. Zudem wurden erforderliche Standardisierungen der Daten zur Anpassung der Ausgangsskalen an ein zur Verrechnung im System geeignetes Format vorgenommen. Ein besonders bedeutsamer Aspekt für die Qualität der Ergebnisse des integrierten Indikatorensystems bildet der Schritt der Gewichtung der einzelnen Indikatoren und deren entsprechende Verrechnung. Für die erstmalige Erprobung des Ansatzes wurde auf jeder Aggregationsebene des Systems eine gleichrangige Gewichtung der einzelnen Indikatoren verwendet, welche innerhalb der weiteren Fortentwicklung des Ansatzes verbessert werden soll.

Abbildung 3 zeigt erste Ergebnisse des Systems im Bereich der industriellen Vulnerabilität auf Ebene verschiedener Wirtschaftsbereiche.

Die Arbeiten zu den Arbeitsschritten 1-3 wurden weitestgehend abgeschlossen oder werden derzeit noch verfeinert. Im Folgenden sollen zur Weiterentwicklung des Systems

insbesondere die Ergebnisse von Sensitivitätsanalysen Verwendung finden, denen das System nach dem aktuell laufenden Systemtest und der Überprüfung seiner Eingangs- und Ergebnisdaten unterzogen werden wird.

Ausblick

Derzeit erstellt das Projektteam eine Veröffentlichung über den methodischen Ansatz und die Ergebnisse für das Land Baden-Württemberg. Die abschließenden Berechnungen für Baden-Württemberg und die Durchführung der Sensitivitätsanalysen sollen bis Mitte 2010 abgeschlossen sein.

Publikationen

Hiete, M. and Merz, M. (2009): An Indicator Framework to Assess the Vulnerability of Industrial Sectors against Indirect Disaster Losses. In: Landgren, J., Nulden, U. & Van der Walle, B. (eds.), Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference – Gothenburg, Sweden, May 2009, Nr. 131.

Bearbeitung

Bijan Khazai (GPI, KIT)

Mirjam Merz (IIP, KIT)

Carola Schulz (IWW, KIT)

Dietmar Borst (FBV, KIT)

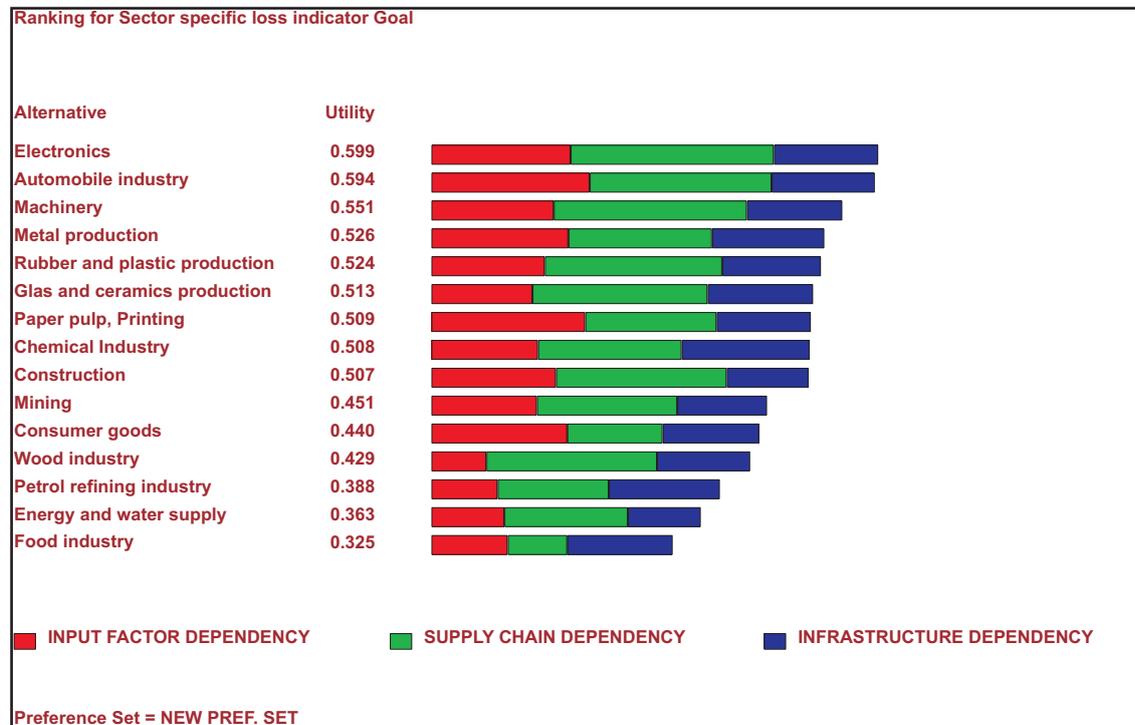


Abb.3: Industrielle Vulnerabilität auf Ebene verschiedener Wirtschaftsbereiche

II. Strategische Partnerschaften

cedim AG

Aktivitäten der cedim AG

Die cedim AG bietet seit Ihrer Ausgründung aus CEDIM im Jahr 2004 Beratung und Dienstleistungen zum Risikomanagement für öffentliche wie auch private Auftraggeber an. Seit dem Erwerb der Exklusivrechte für den Vertrieb von ORTIS in Deutschland im August 2008 konzentriert sich die cedim AG zunehmend auf Kunden im kommunalen Bereich.

ORTIS

Das Risikomanagementsystem ORTIS wurde von alpS – Zentrum für Naturgefahren und Risikomanagement GmbH speziell für Kommunen entwickelt. Diese einfach und intuitiv handhabbare Software bietet den strukturierten Rahmen für das Risikomanagement von Gemeinden und unterstützt alle Teilprozesse in den Bereichen Risikoanalyse, Risikosteuerung und Risikoüberwachung. Mit ORTIS werden nicht nur Naturrisiken, sondern auch technische und durch Menschen verursachte Risiken behandelt.

ORTIS-Pilotgemeinde Malsch

In der Pilotgemeinde Malsch wurde im Laufe des Jahres 2009 ORTIS eingeführt und damit sukzessive der Prozess des Risikomanagements in der Gemeinde aufgebaut. Durch die systematische Bestandsaufnahme und die dadurch entstandene Kommunikation aller Beteiligten konnten Abläufe transparent gemacht und festgeschrieben werden. Die aktive Auseinandersetzung mit den ortsspezifischen Risiken und die Erfassung von Informationen in ORTIS gibt den Entscheidungsträgern Sicherheit in der Bewertung, wie gut die Gemeinde im Ernstfall vorbereitet ist und was getan werden kann, um zukünftige Krisen zu vermeiden.

Akquise im kommunalen Bereich

Zur Akquise weiterer Kunden aus dem kommunalen Bereich hat sich die cedim AG auch 2009 wieder auf dem Bürgermeisterkongress in Bad Neuenahr präsentiert und war auf der KOMCOM Süd in Karlsruhe vertreten. In Düsseldorf bei den „Brennpunkttagen Schweinegrippe“ des Behördenspiegels hat sie sich ebenfalls als kompetenter Partner für kommunales Risikomanagement präsentieren können. Durch die verstärkten Akquisetätigkeiten in 2009 sind zahlreiche rege Kontakte zu Gemeinden und Landkreisen entstanden, aus denen für die Zukunft weitere Projekte im kommunalen Bereich zu erwarten sind.

Forschung

Darüber hinaus ist die cedim AG am Forschungsprojekt „Entwicklung von Befestigungssystematiken und -elementen zur Verwendung von Erdbentapeten auch an tragenden Wänden“, das durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird, beteiligt.



Zusammenarbeit mit der Versicherungsindustrie

Im Jahr 2009 gelang es CEDIM, ein systematisches Verhältnis zur nationalen und internationalen Versicherungs- und Rückversicherungsindustrie aufzubauen. Herzstück dieser Strategie ist die Kooperation mit dem Willis Research Network (WRN, www.willisresearchnetwork.com). Das WRN stellt eine Partnerschaft zwischen Willis – dem weltgrößten Versicherungsmakler – und der akademischen Welt dar. Es wurde 2006 gegründet und besteht heute aus 18 Forschungsinstitutionen auf globaler Skala. Auf einem ersten Workshop am 28. Mai 2009 in Karlsruhe zwischen CEDIM und WRN wurden Themen von gemeinsamen Interesse identifiziert. Diese bestehen in der Risikomodellierung für hydro-meteorologische Gefahren, dem Einsatz von Fernerkundungsmethoden zur Risikoquantifizierung, der Geovisualisierung und Risikokommunikation. Als nächster Schritt wurde CEDIM zu dem jährlichen WRN Global Clients Meeting in London am 8. und 9. Juli 2009 eingeladen zu dem 15. der welt-

weit größten Versicherungsfirmen kamen. Mit der Mitgliedschaft von CEDIM im WRN ist die Förderung einer vollen Forschungsposition für 3 Jahre ab 2010 verbunden, die sich mit dem Thema Hagelrisiko beschäftigt.

Als weiterer Schritt ist die Organisation eines Treffens von CEDIM mit der gesamten deutschen Versicherungs- und Rückversicherungsindustrie im Mai 2010 am GeoForschungsZentrum in Potsdam vorgesehen.

Weitere wichtige Aktivitäten in diesem Bereich schließen ein Strategietreffen mit der Münchener Rückversicherung am 27. Juli 2009 in München und ein weiteres mit der SV Sparkassenversicherung am 23. September 2009 in Karlsruhe ein. Bei beiden Treffen wurden konkrete gegenseitige Interessen deutlich, die sich im Jahr 2010 in spezifischen Arbeiten niederschlagen werden.

SYNER-G

Systemische Analyse der seismischen Vulnerabilität und des Risikos von Gebäuden & Netzwerken - Erhöhung der Sicherheit der Infrastruktur

SYNER-G wird im Rahmen des Umweltprogramms der Europäischen Kommission (Call FP7-ENV-2009-1) gefördert. Folgende Ziele bilden den Schwerpunkt des SYNER-G Forschungsprojekts:

1. Ausarbeitung von Fragilitätsbeziehungen zur Vulnerabilitätsanalyse und Risikoabschätzung aller gefährdeten Elemente, unter anderem Gebäude, Versorgungsnetze, Transportsysteme und medizinische Einrichtungen.
2. Entwicklung sozialer und ökonomischer Vulnerabilitätsbeziehungen anhand derer sich die Auswirkungen eines Erdbebens quantifizieren lassen.
3. Entwicklung eines standardisierten Verfahrens und standardisierter Werkzeuge für die systemische Einschätzung der Vulnerabilität aller Komponenten (strukturelle und sozioökonomische), die einer seismischen Gefahr ausgesetzt sind. Dabei sollen die

Wechselwirkungen innerhalb eines Systems und zwischen verschiedenen Systemen berücksichtigt werden, um die erhöhte Schadenswirkung infolge von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen innerhalb der Systeme und zwischen den Systemen erfassen zu können.

Die entwickelten Methodologien und die Fragilitätsfunktionen werden an ausgewählten Standorten auf Stadtebene sowie in ausgewählten Systemen getestet und in einem frei zugänglichen und uneingeschränkt nutzbaren Softwarewerkzeug implementiert. Weiter sollen Richtlinien entwickelt werden sowie die Ergebnisse innerhalb Europas und weltweit Verbreitung finden. In SYNER-G sind anerkannte Einrichtungen und wissenschaftliche Kooperationen verschiedener Fachrichtungen aus Europa, den USA und Japan eingebunden.

Die Zielsetzungen von SYNER-G sind sowohl auf die Bedürfnisse der Verwaltung und lokaler für das Management von seismischen Risiken

verantwortlichen Behörden als auch auf die Bedürfnisse der Bauindustrie und der Versicherungsbranche zugeschnitten.

Die Aristoteles Universität von Thessaloniki koordiniert das SYNER-G Forschungskonsortium, an dem 14 Organisationen darunter Universitäten, akademische Institutionen, Stiftungen und mittelständische Unternehmen beteiligt sind.

CEDIM leitet das Arbeitspaket „Analyse der sozioökonomischen Auswirkungen und Schäden“ im SYNER-G. Im Rahmen dieses Arbeitspa-

kets werden zusammen mit anderen Partnern soziale und ökonomische Vulnerabilitätsbeziehungen im Bezug auf seismische Schäden an Gebäuden, Versorgungsnetzen, Verkehrsinfrastrukturen und kritischen Einrichtungen auf europäischer Ebene untersucht. Koordinator des Arbeitspakts ist Dr. Bijan Khazai. Offizieller Start des SYNER-G-Projekts ist der 1. November 2009. Am 19. und 20. November 2009 wird in Thessaloniki ein Auftakttreffen mit allen teilnehmenden Organisationen stattfinden.

Application of Remote Sensing to Risk Workshop

Das Karlsruher Institut für Technologie hat eine Reihe von Kompetenzbereiche aufgebaut, um ein Forum für die interdisziplinäre wissenschaftliche Forschung zu bieten. Themen des Kompetenzbereich „Erde und Umwelt“ sind die Strukturen und Prozesse des System Erde. Für das Jahr 2009 standen dem Kompetenzbereich „Erde und Umwelt“ Gelder zur Finanzierung von Startupprojekten zur Verfügung, um die Vernetzung und Zusammenarbeit der Wissenschaftler im gesamten Kompetenzbereich sowie des KIT mit nationalen und internationalen Institutionen zu fördern.

Das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung und CEDIM legten einen gemeinsamen Antrag zur Organisation eines internationalen Workshops zu dem Thema „Application of Remote Sensing to Risk“, genannt RiSk 09, vor. Der Antrag wurde vom Prüfungskomitee des Kompetenzbereichs „Erde und Umwelt“ bewilligt.

Der Workshop soll verschiedene Wissenschaftler des Kompetenzbereichs „Erde und Umwelt“ des KIT sowohl untereinander als auch mit Partnern aus Industrie und führenden, wissenschaftlichen Institutionen zusammen bringen,

um ein Wissenschaftsnetzwerk im Bereich Fernerkundung und Risiko zu schaffen.

Der RiSk09 Workshop wird vom 11. bis zum 13. November 2009 am Karlsruher Institut für Technologie stattfinden. 25 Wissenschaftler vom KIT und aus dem internationalen Ausland sind eingeladen, kritische Aspekte zu diskutieren und zukünftige Forschungsfragen, die mit Fernerkundung und Risiko in Verbindung stehen, zu erörtern. Im Rahmen des Workshops sollen auch zukünftige Kooperationsmöglichkeiten wie z.B. Studentenaustauschprogramme diskutiert werden. Eine Webplattform wird entwickelt, um die einfache Kommunikation zwischen den Teilnehmern des Workshops zu ermöglichen. Dieses „Risikonetzwerk“ wird dazu dienen, die Ressourcen am KIT und bei seinen Partnern zusammenzuführen. Weitere Informationen unter www.risk09.kit.edu.



Sonderforschungsbereich Transregio

Karlsruher Institute für Technologie und Universität Potsdam

Im Juni 2009 reichten die Universität Karlsruhe (Friedemann Wenzel) und die Universität Potsdam (Axel Bronstert) ein Konzeptpapier für einen Sonderforschungsbereich / Transregio zu dem Thema „Extremereignisse“ ein.

Titel des Konzeptpapiers:

Extremereignisse: Entwicklung von Methoden zum rationalen Umgang mit extremen Naturereignissen bei limitierter Wissensbasis

Zusätzlich teilnehmende Institutionen:

- Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ
- Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft – FZK
- Potsdam – Institut für Klimafolgenforschung – PIK

Grundlegende Ideen:

Das Verständnis für und die Minderung von Schäden bei extremen, naturbedingten Ereignissen und deren Auswirkungen auf die Gesellschaft stellen wesentliche Herausforderungen für Forschung und Politik heute und in der Zukunft dar.

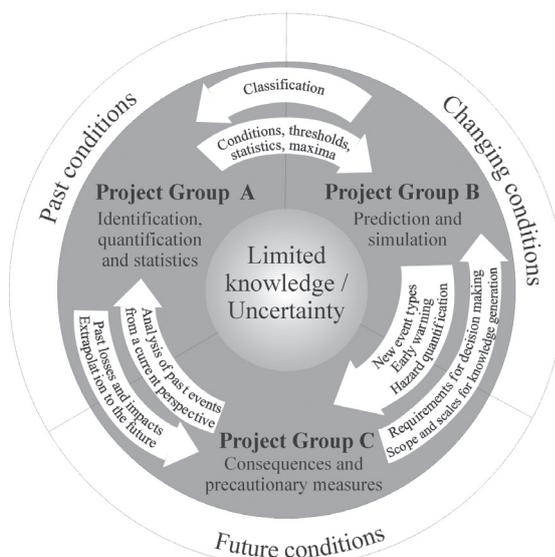
In unserem Forschungsantrag konzentrieren wir uns auf extreme Naturereignisse, speziell

geologische und hydro-meteorologische Ereignisse, bei denen wir auf einer langen und intensiven Forschungstradition in Potsdam und Karlsruhe aufbauen können. Nachdem diesem Thema von internationalen Körperschaften wie dem International Council of Science (ICSU) und der UN International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) hohe Priorität zugeordnet wurde, können wir mit diesem Antrag auch international sehr sichtbar werden.

Im Allgemeinen ist die Definition eines Extremereignisses kontextabhängig. Wir beziehen uns in unserer Forschungsarbeit auf Ereignisse, die durch sehr geringe Wahrscheinlichkeiten, aber sehr große Wirkungen charakterisiert sind und deren Wiederkehrperioden demzufolge außerhalb des Zeitfensters gängiger Schutzmaßnahmen liegen. Wir sprechen somit von Restrisiken, die eine erhebliche Auswirkung auf Leben, Eigentum, Sozialstrukturen, Umwelt und Wirtschaft haben, die in der Lage sind diese Komponenten der Gesellschaft in großen Regionen außer Kraft zu setzen und im Vergleich zum Bruttoinlandsprodukt zu großen Schäden zu führen.

Die Risiken, also die Potentiale für zukünftige Schäden, die mit solchen Ereignissen einhergehen, sind nicht nur groß, sondern gleichzeitig sehr schwierig zu quantifizieren, da sie durch ein hohes Maß an Unsicherheit gekennzeichnet sind. Unsicher ist die Häufigkeit und Stärke, mit der diese Ereignisse eintreten sowie ihre Wirkung auf die Gesellschaft, aber auch deren Fähigkeit darauf zu reagieren.

Die Charakterisierung, Quantifizierung und Reduktion dieser Unsicherheiten, soweit möglich, ist ein inhärentes Thema der Forschung im Bereich der Extremereignisse. Aber diese Unsicherheiten werden nicht beliebig reduzierbar sein und verschwinden, so dass ein Programm des rationalen Herangehens an Extremereignisse mehr einschließen muss als die reine Reduktion von Unsicherheiten: Es schließt ein, die nicht-reduzierbaren Unsicherheiten zu bewerten, Schadensminderungsmaßnahmen unter großen Unsicherheiten zu analysieren, sie zu vergleichen, mit anderen gesellschaftlichen Werten in Beziehung zu setzen und sie mit verschiedenen gesellschaftlichen Sektoren abzustimmen werden. Daher ist das primäre



Ziel des Forschungsprogramms die Entwicklung von Methodologien, die auf diesen rationalen Umgang mit Extremereignissen unter einem hohem Grad von Unsicherheit zielen. Um dieses Ziel zu adressieren ist Folgendes notwendig:

(a) Die Entwicklung neuer Methoden in den Natur- und Sozialwissenschaften, die es erlauben Unsicherheiten zu quantifizieren und zu reduzieren, sofern sie sich auf Daten, Modelle und Vorhersagen beziehen.

(b) Die Betrachtung verschiedener Typen von Ereignissen, die einen Vergleich des gesellschaftlichen Impakts erlauben, ist konstitutiver Teil eines rationalen Herangehens.

(c) Die Interaktion mit sozialwissenschaftlichen Ansätzen zum rationalen Umgang mit Unsicherheiten und Herstellung von Beziehungen zu gesellschaftlichen und ethischen Werten in der Kommunikation mit spezifischen Sektoren.

Die wissenschaftlichen Arbeiten sind in drei Projektbereiche eingeteilt.

Projektbereich A „Extreme passed events – identification, quantification and statistics“ liefert Antworten auf die Fragen, was man von früheren Ereignissen lernen kann und was de-

ren Implikation für heute und die Zukunft ist.

Projektbereich B ‚Extreme events – prediction and simulation‘ entwickelt prediktive Modelle und bearbeitet Fragen nach Unsicherheiten der Modelle, deren Beschränkungen und wie sie im gesellschaftlichen Diskurs verwendet werden sollten.

Projektbereich C ‚Extreme events – consequences and precautionary measures‘ adressiert die Fragen: welche Wirkungsszenarien entwickelt werden können, wie diese für die Bedürfnisse verschiedener Nutzergruppen der Gesellschaft differenziert, adaptiert und kommuniziert werden können sowie wie Optionen zur Schadensminderung und deren Kosten im Verhältnis zu anderen gesellschaftlichen und ethischen Werten stehen. Es geht um die Entwicklung von Kriterien und Verfahren für einen entsprechenden gesellschaftlichen Diskurs. Die Abbildung 1 deutet den konzeptionellen Rahmen der Projektbereiche und ihre Interaktion an. Einige der führenden Wissenschaftler des SFB/Transregio Vorschlags, einschließlich des Sprechers, sind mit CEDIM assoziiert.

Kompetenz - Aufbau Programm

Methoden und Technologien zur Risikoreduzierung von Katastrophen

Die Weiter- und Ausbildung von Fachkräften im Bereich des Risikomanagements von Naturkatastrophen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Dennoch besteht Bedarf an einer taktischen Kompetenz-Aufbau-Strategie in diesem Bereich. Ein Großteil der bestehenden Kompetenz-Aufbau-Programme für Fachleute und praktische Anwender in Entwicklungsländern im Bereich der Risikoreduzierung sind oft zu unspezifisch, um dem Bedarf der einzelnen Fachleute decken zu können.

CEDIM und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) streben eine Zusammenarbeit an, um ein Basisset von neuen interaktiven und angewandten Trainingsprogrammen zu erstellen, das auf aktuelle Methoden, Werkzeuge und Technologien zur Einschätzung, Analyse und Reduzierung von Katastrophenrisiken auf-

baut. Ziel des Kompetenz-Aufbau-Programms ist es, die Ausbildung von Anwendern und Fachleuten in Entwicklungsländern zu verbessern und ihren Stellenwert in der Gesellschaft zu verbessern.

Im Rahmen dieses Programms soll das Engagement und die Beteiligung der Städte durch enge Zusammenarbeit mit der Initiative für Erdbeben und Megastädte (EMI) gefördert werden. Die EMI ist eine internationale Organisation, die über detailliertes Fachwissen im Bereich der urbanen Risikoreduzierung von Katastrophen verfügt und langjährige Erfahrung bei der Unterstützung lokaler Verwaltungsbehörden und der Entwicklung von modularen Trainingsprogrammen hat.

Die strategische Zusammenarbeit mit einem Netzwerk kommunaler Regierungsorganisationen, unter anderem United Cities and Local Governments (UGLG), Metropolis, CITYNET und ICLEI Kommunalregierungen, ermöglichen es, die geeignete Zielgruppe anzusprechen und einen nachhaltigen Erfolg zu gewährleisten.

Die Projektpartner bringen ihrerseits ihre langjährige Erfahrung ein und teilen gemeinsame Ziele:

1. Verbesserung der Lernbedingungen und der Leistungsfähigkeit von Ausbildungseinrichtungen in Südasien
2. Erhöhung der Anzahl von Fachleuten, die wissenschaftliche Methoden und Werkzeuge zur Implementierung von effektiven

Maßnahmen zur Risikoreduzierung anwenden können

3. Förderung der Kompetenzen von Kommunalregierungen und staatlichen Institutionen, modulare Ausbildungsprogramme zu entwickeln und deren Verbreitung institutionalisieren zu können

Die Projektpartner sind derzeit auf der Suche nach Finanzierungsmöglichkeiten über Drittmittel für die Entwicklung und Fertigstellung des Programms. Eine externe Finanzierung wird in der Anfangsphase notwendig sein, um die Entwicklung und Einrichtung des Programms sicherzustellen. Ein Großteil der anfänglichen Investition wird dazu verwendet werden, die Institutionalisierung der Programme und der Schulungen von Ausbildern in den Entwicklungsländern zu unterstützen.

Naturkatastrophen – Management Programm

Risikoanalyse Modul des World Bank Institute

Im Juni 2009 erhielt CEDIM den Auftrag vom World Bank Institute (WBI) ein fünfwöchiges, modulares Kursprogramm zum Thema „Techniken und Anwendungen der Risikoidentifizierung und Risikoanalyse“ zu entwickeln. Das Programm besteht aus einem globalen Modul und aus regionalen Fallstudien, die an die Rahmenbedingungen in Indien und in Südasien angepasst sind und frühere Erfahrungen berücksichtigen. Beide Module werden Präsentationen des Kursverlaufs, der fachlichen Inhalte und Fallstudien sowie Wissenskontrollen und Kursbesprechungen beinhalten. Die erfolgte unter Verwendung der WBI E-learning Struktur.

Im Rahmen des Programms werden die Teilnehmer mit Methodiken der Risikoanalyse von Überschwemmungen und Erdbeben vertraut gemacht. Es werden moderne Werkzeuge zur Abschätzung der Schäden vorgestellt. Nach Abschluss des Programms werden die Teilnehmer in der Lage sein, die fundamentalen Grundzüge der Analyse von Erdbeben- und Überschwemmungsgefahren sowie der Gefährdungs- und Vulnerabilitätsanalysen zu verstehen. Die fertig gestellten, einzelnen Module des Lernprogramm werden von externen, technischen Experten im Bereich Risikoanalyse überprüft und unter Verwendung der E-learning Plattform des WBI weiterentwickelt. Der

pädagogische Ansatz bei E-learning und bei anderen Fernstudienkursen unterscheidet sich von dem bei Frontalunterricht verwendetem Ansatz. Ziel wird es sein, technische Inhalte als Lehrmaterial so aufzuarbeiten, dass es den Studenten flexible und motivierende Anreize bietet und ihnen ein integriertes Lernen ermöglicht.

Leiter der Entwicklung des Kursprogramms zum Thema Risikoplanalysen bei CEDIM ist Dr. Bijan Khazai. Er entwickelt federführend mit anderen Experten das Kursmaterial für Erdbeben und Überschwemmungen.

Kooperation mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)

Auf Projektbasis kooperiert CEDIM mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) im Projekt „Krisenmanagement bei einer großflächigen Unterbrechung der Stromversorgung am Beispiel Baden-Württemberg“, das federführend vom Institut für Industrielle Produktion (IIP) am Karlsruher Institut für Technologie organisiert wird.

Bei einem Treffen mit Vertretern des BBK am 19. Mai 2009 konnten weitere Schnittstellen definiert werden.

1) Risikokartierung für Deutschland:

Das BBK arbeitet an einer Risikokartierung für Deutschland. Die Bundesländer haben Informationen und Daten zur Gefährdung durch Naturkatastrophen und technologische Unfälle geliefert und ergänzen und verbessern diese auf jährlicher Basis. Das BBK hat eine Methode zur Risikobewertung entwickelt, die im Wesentlichen auf der Definition von Schutzgütern, die z.B. auch die Umwelt enthalten, basiert. Sie schließt alle Katastrophenarten ein und wird als Risikowerkzeug im Deutschen Notfallvorsorge-Informationssystem (deNIS II) zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse aus der Risikomatrix werden räumlich abgebildet unter Nutzung eines Geoinformationssystems. Das BBK greift auf ein Netzwerk von Behörden zurück, aus denen laufend oder gelegentlich Informationen in die Risikokarten einfließen. Diese Institutionen schließen z.B. den Deutsche Wetterdienst (DWD), das Bundesamt für Kartographie und das Robert Koch Institut ein.

2) Frühwarnung für meteorologische Gefahren:

Die Möglichkeiten, die in CEDIM entwickelte Windschadenskarte zur Frühwarnung (im Sinne von CEDIM) oder Vorwarnung (im Sinne des BBK) zu nutzen sollen überlegt werden. Nachdem das Interesse des DWD an eine Vorwarnung mit Angabe des Schadenspotenzials als Service zu betreiben signalisiert wurde, kann es die Rolle des BBK sein, entsprechende Unterstützung durch Feuerwehrverband und eventuell andere Organisationen zu gewinnen, nicht zuletzt um den genauen Inhalt und die Kommunikationswege der Vorwarnung zu bestimmen. Es wird ein vom BBK organisierter Workshop geplant.

3) Sicherheitsforschung

Sicherheitsforschung: Es gibt Interesse, an einem gemeinsamen Projekt CEDIM, BBK, CAE Elektronik und eventuell anderer Institutionen im Bereich der Sicherheitsforschung, das die Arbeit an Simulationswerkzeugen zur Entscheidungsunterstützung beinhaltet und möglichst auf den Vorarbeiten des LÜKEX Projekt 2004, die am IIP in diesem Jahr abgeschlossen werden, aufbaut. Weiter Informationen zu LÜKEX 2004 finden Sie in diesem Bericht. Fördermöglichkeiten seitens des BMBF und des Landes Baden-Württemberg werden geprüft.

III. Publikationen 2009

Apel, H., Merz, B. and Thieken, A.H.: Influence of dike breaches on flood frequency estimation. *Computers & Geosciences*, 35(5): 907-923, doi: 10.1016/j.cageo.2007.11.003. (2009)

Guse, B., Thieken, A. H., Castellarin, A. and Merz, B.: Deriving probabilistic regional envelope curves with two pooling methods. *Journal of Hydrology*, accepted (2009)

Guse, B., Castellarin, A., Thieken, A.H., and Merz, B.: Effects of intersite dependence of nested catchment structures on probabilistic regional envelope curves, *Hydrology and Earth System Sciences. Hydrology and Earth System Sciences Discussion*, 6(2), 2845-2892. (2009)

Guse, B., Thieken, A. H., Castellarin, A. and Merz, B.: Reliability of Probabilistic Regional Envelope Curves. *European Geosciences Union, General Assembly 2009*, 19. – 24. April 2009, Vienna, Austria, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU2009-4838. (2009)

Khazai, B., Bendimerad, F., Kilic, O., Khazai, B., Konukcu, A., Basmaci, E, Mentese, E. Y., Sunday, B.: "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster Risk Management in Istanbul", Los Angeles International Earthquake Conference, Session 2D: How to Assess Seismic Risk and Policies, Los Angeles, USA, November 12-14, 2008.

Khazai, B., Kilic, O., Khazai, B., Konukcu, A., Basmaci, E, Mentese, E. Y., Sunday, B.: "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster Risk Management in Istanbul", Asian Megacities Forum 2009, Mainstreaming Disaster Risk Management in Urban Development and Governance, Mumbai, India, April 22-24, 2009

Khazai, B.: "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster Risk Management in Istanbul", 5. Tagung des Katastrophennetzes "Vulnerabilität und Resilienz im Entwicklungszusammenhang", 18.-20. Juni, 2009 and der Katastrophenforschungsstelle in Kiel

Khazai, B., Wenzel, F., Kilic, O., Basmaci, A., Konukcu, B., Mentese, E. Y., Sungay, B.: "Megacity Indicator Systems (MIS) for Disaster Risk Management in Istanbul", *International Conference on Megacities: Risk, Vulnerability*

and Sustainable Development, September 7-9, 2009, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Leipzig, Germany.

Hiete, M. and Merz, M.: An Indicator Framework to Assess the Vulnerability of Industrial Sectors against Indirect Disaster Losses. In: Landgren, J., Nulden, U. & Van der Walle, B. (eds.), *Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference – Gothenburg, Sweden, May 2009*, Nr. 131.

Hofherr, T, and Kunz, M.: Assessment of extreme wind climatology for Germany. Submitted to *Climate Research*. (2009)

Kunz M., Sander, J. and Kottmeier, Ch.: Recent trends of thunderstorm and hailstorm frequency and their relation to atmospheric characteristics in southwest Germany. *International Journal of Climatology*, 16 pp., DOI: 10.1002/joc.1865. (2009)

Kunz, M., and Puskeiler, M.: High-resolution assessment of the hail hazard over complex terrain from radar and insurance data. To be submitted to *Meteorologische Zeitschrift*. (2009)

Kunz, M., and Mohr, S.: Application of extreme value statistics to wind speeds from climate models. Submitted to *Natural Hazards Earth System Science*. (2009)

Lüke, J., Wenzel, F. and Vogt, J.: Scenario-based impact analysis of disaster risk exploring potential implication for disaster prevention strategies in spatial and urban planning. *European Geosciences Union, General Assembly 2009*, 19. – 24. April 2009, Vienna, Austria, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU2009-9423. (2009)

Mahmut, B., Kilic, O., Khazai, B., Konukcu, A., Basmaci, E, Mentese, E. Y., Sunday, B.: "Istanbul Megacity Indicator Systems Project", *International Earthquake Symposium, Kocaeli 2009*, August 17-19, 2009

Merz, B., Elmer, F. and Thieken, A. H.: Significance of "high probability/low damage" versus "low probability/high damage" flood events. *Natural Hazards and Earth System Sciences*

(NHES), 9, 1033 – 1046. (2009)

Merz, M., Hiete, M. and Bertsch, V.: Multicriteria decision support for business continuity planning in the event of critical infrastructure disruptions. *Int. J. of Critical Infrastructures*, Vol. 5, Nos. 1/2, pp 156-174 (2009)

Petrow, Th., and Merz, B.: Trends in flood magnitude, frequency and seasonality in Germany in the period 1951 – 2002. *Journal of Hydrology*, 371, 129 – 141 doi: 10.1016/j.jhydrol.2009.03.024. (2009)

Petrow, T., Zimmer, J. and Merz, B.: Increase in the flood hazard through changes in frequency and persistence of circulation patterns. *Natural Hazards and Earth System Sciences (NHES)*, (submitted). (2009)

Poser, K., Kreibich, H., Dransch, D. (2009): Assessing volunteered geographic information for rapid flood damage estimation. In: *Proceedings of the 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science: Advances in GIScience*.

Poser, K., and Dransch, D.: Volunteered Geographic Information for Disaster Management with Application to Rapid Flood Damage Estimation. *Geomatica (In review)*. (2009)

Vorogushyn, S., Merz, B. and Apel, H.: Development of dike fragility curves for piping and micro-instability breach mechanisms. *Natural Hazards and Earth System Sciences (NHES)*, 9, 1383-1401, www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1383/2009. (2009)

Petrow, T. K., Merz, B., Zimmer, J.: Trends in flood magnitude and circulation patterns in Germany in the period 1951 – 2002. *Tag der Hydrologie 2009: Hydrologische Systeme im Wandel*, 26. – 27.03.2009, Kiel. (2009)

Poser, K., Kreibich, H., Dransch, D.: Assessing volunteered geographic information for rapid flood damage estimation. In: *Proceedings of the 12th AGILE International Conference on*

Geographic Information Science: Advances in GIScience. (2009)

Poser, K., Dransch, D.: Volunteered Geographic Information for Disaster Management with Application to Rapid Flood Damage Estimation, *Geomatica*, (in review)

Schulze, C.: Winterseminar der Gesellschaft für Regionalforschung. The identification of critical road infrastructures - The case of Baden-Wuerttemberg. Innsbruck, Österreich. Vortrag. (2009)

Thieken, A. H., Merz, B., Apel, H.: Assessment of large-scale flood events by different indicators. *European Geosciences Union, General Assembly 2009*, 19. – 24. April 2009, Vienna, Austria, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU2009-12460. (2009)

Uhlemann, S., Zimmer, J., Thieken, A. H., and Merz, B.: Understanding trans-basin floods. *European Geosciences Union, General Assembly 2009*, 19. – 24. April 2009, Vienna, Austria, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU2009-0. (2009)

Vorogushyn, S., Apel, H., Lindenschmidt, K.-E., Merz, B. : Analysis of flood hazard under consideration of dike breaches. *European Geosciences Union, General Assembly 2009*, 19. – 24. April 2009, Vienna, Austria, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU2009-5156-1. (2009)

Wenzel, F., Bendimerad, F., Merz, B.: Risk Estimates for Germany. *International Conference on the 250th Anniversary of the 1755 Lisbon Earthquake*, Lisbon, Portugal, 01. – 04. November 2005, In: *Mendes, V., Oliveira, CS., Azevedo, J., Ribeiro, A.: 1755 Lisbon Earthquake:revisited*, Bookseries: *Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering*, Vol. 7, 187 – 196 . (2009)