

# Kapitel 4

---

## *Ergebnisse aus dem Graduiertenkolleg „Naturkatastrophen“*

---

Mitherausgeber und Sitzungsleiter:

K. Czurda und U. Werner



# Das interdisziplinäre Graduiertenkolleg Naturkatastrophen der Universität Karlsruhe

K. Czurda

Institut für Angewandte Geologie, Universität Karlsruhe

Das Graduiertenkolleg "Naturkatastrophen" an der Universität Karlsruhe präsentiert Wege zur Gefahrenvorhersage, zur Einschätzung des Risikos und Prädiktion von Versicherungsschäden. Die einleitenden Gastreferate von **G. Berz** und **C. E. Bravi** befassen sich einerseits mit den Naturkatastrophenpotentialen im 21. Jahrhundert und der rezenten und gegenwärtigen Katastrophensituation am Beispiel Italien.

Gemäß der Statistik gestützten Prognose der Rückversicherungsgesellschaften nimmt die Häufigkeit großer Naturkatastrophen deutlich seit dem 16. Jahrhundert zu, verbunden mit exponentiell steigenden volkswirtschaftlichen Schäden. Der ungünstige Schadenstrend hält an. Die Versicherungsgesellschaften sehen die zunehmende Verstädterung, die Besiedelung und Industrialisierung hochexponierter Regionen, die Vulnerabilität moderner Technologien und die anthropogene Umweltveränderung als Hauptursachen an. Dies trifft sich selbstverständlich mit den sozioökonomischen Aspekten einer modernen Industriegesellschaft. Die naturwissenschaftliche, phänomonologische und modellierte Erkenntnis muss dabei über das generalisierte Muster der Schadensklassifikation hinausgehen und kann sich, dies nur exemplarisch, nicht damit begnügen, Erdbebenschäden per se als uniformes Ereignis zu betrachten, sondern hat zwischen den gänzlich unterschiedlichen Phänomenen Schäden als Folge der Erschütterung und Schäden aus seismologisch ausgelösten Rutschungen, Schlammströmen, etc., zu unterscheiden.

Die Situation in Italien auf Grund besonderer geologischer Vorbedingungen und klimatischer Extreme, nicht zuletzt auch die Risikoverstärkung durch menschlichen Eingriff, kann beispielhaft für fast jede Spielart katastrophaler Naturereignisse dienen. Erdbeben, Rutschungen, Bergstürze, Wildbachkatastrophen, Hochwässer, Stürme und Vulkanausbrüche prägen das Naturkatastrophenszenario eines Landes mit großem Anteil an Hochgebirgen und Vulkanen. Die Vorflutsituation der Po-Ebene und die lagunären Bedingungen an der Adria verschärfen die Situation. Große Felsgleitungen in den Vajont-Stausee waren zwar geologisch vorgegeben, aber durch menschlichen Eingriff ausgelöst worden.

Die Ergebnisse des Naturkatastrophenkollegs im engeren Sinne können folgenden Problemkrisen zugeordnet werden:

- Schadensminimierung durch modellierte Voraussage mit unscharfen Daten
- messdatengestützte Voraussage
- Risikoabschätzung und Versicherungsschäden
- Katastrophenmanagement

## Schadensminimierung durch modellierte Voraussage mit unscharfen Daten

Das Erkennen von Rutschungsgebieten und damit die Definition regionaler Risiken mit Hilfe von neuronalen Netzen ist ein Ansatz in der Arbeit von **T. M. Fernández-Steeger**, der von deterministischen und statistischen Ansätzen ausgeht. Nichtlineare Zusammenhänge werden gut dargestellt und auch unbekannte bzw. verrauschte Daten werden analysiert mit dem Ergebnis, dass an einem Modellareal geeichte Netze bis zu 85 % des Geländes richtig als stabil bzw. rutschgefährdet eingestuft werden. Generalisierungen auf unbekannte Gelände zeigen ebenfalls einen hohen

Erkennungsgrad. Dieser liegt bei 71 - 74 %. Das Modell geht durch die Einführung geologischer und geotechnischer Parameter deutlich über den trivialen und daher stark fehlerhaften Ansatz der probabilistischen Modellierung unter Zugrundelegung von Auslösern, z. B. Starkniederschlag, und Morphologie deutlich hinaus.

## Schadensminimierung durch messdatengestützte Voraussage

Die Methodik, die sich auf konkrete Ereignisse und gemessene Daten stützt, kann genauer Starkniederschläge, Stürme, Erdbeben etc. und ihre Folgen wie Hochwässer, Deichbrüche, Massenbewegungen etc. vorhersagen.

In der Arbeit von **M. Kunz** und **C. Kottmeier** zeigt die Datenanalyse, dass die Niederschlagszunahme von der Feuchte-Advektion, der Windgeschwindigkeit und der Schichtungsstabilität abhängt. Die Daten dazu, eingebracht in ein Modell basierend auf linearisierten, stationären und reibungsfreien Bewegungsgleichungen, lässt Aussagen über die räumliche Verteilung von Starkniederschlägen mit langer Andauer zu. **A. Scheuermann** und **J. Brauns** behandeln die Problematik der Stabilität von Deichen in Hochwassersituationen insbesondere im Hinblick auf den Durchtritt von Wasser. Die Durchlässigkeit des Deichmaterials, die Geometrie und der strukturelle Aufbau spielen eine erhebliche Rolle. Die Feuchteverteilung im Deichinnern ist eine maßgebliche Größe. Der Beitrag berichtet über Großversuche an einem naturmaßstäblichen Deichmodell. Die Hochwasserwarnung kann durch Bodenfeuchtemessungen erheblich verbessert werden, wie **W. Schädel** ausführt. Die von der Bodenfeuchte beeinflussten Prozesse der Abflussbildung führen über die Auswertung von Landsat-TM-Bildern zur Ausweisung von Hydrotopen. Das frühzeitige Erkennen kritischer Abflüsse verbessert die Hochwasserwarnung.

**H. Noppel** stellt heraus, dass die Topographie wesentlich die Verteilung der Windgeschwindigkeit beeinflusst. Clusteranalysen langjähriger Datenreihen führen zur Klassifizierung der großräumigen atmosphärischen Verhältnisse und in Kombination mit Simulationsergebnissen wird die räumlich gegliederte Auftretenswahrscheinlichkeit verschiedener Windgeschwindigkeiten ermittelt. Datengestützt muss auch die Prädiktion von Felsstürzen und Bergstürzen - häufige katastrophale Ereignisse in Gebirgsregionen - gesehen werden. Darauf nimmt die Arbeit von **V. Berceanu** Bezug. Sie verknüpft physikalische Parameter mit deterministischen Daten und kommt mit Hilfe eines GIS zu einer Computersimulation der drohenden Katastrophe.

## Risikoabschätzung und Versicherungsschäden

Die Versicherungswirtschaft schätzt katastrophale Ereignisse ab, indem sie Risiken mit Hilfe der Statistik modelliert. Ein wesentlicher Teil der Problematik um den Risikobegriff ist multidisziplinär und in vielen Aspekten transdisziplinär, d. h. von wissenschaftlichen Disziplinen allein nicht lösbar oder hinter diesen liegend. Hier kommen massenpsychologische Phänomene ins Spiel, d. h. nicht nur die reale Risikoanalyse verbunden mit sachlicher, managementbedingter Risikobewältigung bestimmt das Vorsorgeausmaß, sondern eine Art Risikokommunikation, also das Reden und Denken über Risiken. Diesem Ansatz folgen auch die Arbeiten des gegenständlichen Naturkatastrophenkollegs.

**U. Wagner** schätzt Risiken mit fuzzy Methoden ab, indem er vage Informationen in mehrstufigen Wahrscheinlichkeitsmodellen darstellt. Die Entscheidungsfindung wird transparent, indem unscharfe Daten nicht in einer Zahl ausgedrückt, sondern mit einer Menge beschrieben werden. **R. Mechler** zeigt am Beispiel des 1998 vom Hurrican Mitch schwer heimgesuchten Nicaragua, unter welchen Umständen ein Risikotransfer eine kosteneffiziente Strategie darstellt. Transfer bedeutet Risikoübertragung auf die Versicherungswirtschaft und ergänzt Risikovermeidungsmaßnahmen.

Vielfach sind höher entwickelte Volkswirtschaften risikoneutral, d. h. sie absorbieren Risiken intern. Für Entwicklungsländer gilt dies i. a. nicht, und geeignete Formen des Transfers müssen gefunden werden. Am Beispiel volkswirtschaftlicher Schäden und Versicherungsschäden großer

Naturkatastrophen wendet **P. Ender** ein stochastisches Modell für mehrdimensionale Daten, die sich aus Einzelschäden aggregieren, an. Das Modell ist modular aufgebaut, d. h. die Randverteilung und eine Kopulafunktion werden unabhängig voneinander bestimmt. Mit der Einschätzung von Naturrisiken auf Grund intuitiver Wahrnehmung und Bewertung beschäftigt sich die Arbeit von **T. Plapp**. Bis zu einem gewissen Ausmaß hat Intuition Konsequenzen auf präventive Maßnahmen und damit Einfluss auf die von der Gesellschaft zu tragenden Kosten einer Naturkatastrophe einschließlich der Höhe von Versicherungsprämien.

## Katastrophenmanagement

Das Management technischer wie natürlicher Katastrophen beginnt mit dem Management der diesbezüglichen Risiken und einer Organisationspsychologie. Dabei muss die Organisation als ein Ganzes und im Zusammenhang mit ihrer Umgebung verstanden werden. Unter Anwendung von Erfahrungswerten und moderner Techniken müssen die vorher definierten Organisationsziele real erreicht werden können. Das technische Management, das z. B. den Einsatz der Rettungskräfte, der Baumaschinen, der Räumgeräte etc. organisiert, beinhaltet auch präventive Maßnahmen, die Schadensszenarien beschränken und das Katastrophenmanagement erleichtern. **M. Bostenaru Dan** führt aus, wie seismische Risiken durch Verstärkung vorhandener Bauten reduziert werden. Dabei geht es nicht um die Bautechnik, sondern um das Entwickeln eines strategischen Planungssystems unter Einbeziehung ökonomischer, sozialer und verwaltungsbezogener Richtlinien. Das Rahmenwerk soll Experten bei der Prioritätensetzung konzeptionell unterstützen. In der Arbeit von **M. Kauffmann** wird die Erkennung von Gebäudeschäden aus Bildsequenzen erläutert. Bildfolgen von terrestrischen oder Schrägaufnahmen von Gebäudefassaden lassen schwere Schäden erkennen. Radiometrische Merkmale der Gebäudebildflächen und die daraus abgeleitete räumliche Geometrie der Schäden am gesamten Gebäude führt zu einer Methode die bestimmte transformationsinvariante Merkmale auch ohne vollständige Rekonstruktion der Aufnahmesituation erkennen lassen. **S. Gentes** arbeitet heraus, welche aufeinander abgestimmten Räumgeräte die Bergung von Verschütteten optimieren. Außerdem wird die Automatisierung des Saugrüssels eines Saugbaggers unter Anwendung von Ultraschall dargestellt.