



Originally published as:

Friedrich, J., Grünthal, G., Merz, B., Radtke, K. S., Raschke, M., Schwarz, J., Thieken, A. H., Allmann, A. (2001): Synopse der Naturgefahren für die Stadt Köln - eine Strategie, (Schriftenreihe des DKKV), 2. Forum Katastrophenvorsorge 'Extreme Naturereignisse - Folgen, Vorsorge, Werkzeuge' (Leipzig 2001), Leipzig, 352-363.

Synopse der Naturgefahren für die Stadt Köln -Eine Strategie-

J. Friedrich¹, G. Grünthal¹, B. Merz¹, K. Radtke³, M. Raschke², J. Schwarz²,
A. Thieken¹, A. Allmann⁴

¹GeoForschungsZentrum Potsdam, ²Bauhaus-Universität Weimar, ³Universität
Leipzig, ⁴Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft

Zusammenfassung

Für die Optimierung von Maßnahmen der Katastrophenvorsorge und Katastrophenbewältigung ist es notwendig zu wissen, auf welche Ereignisse sich Bevölkerung und Katastrophenmanagement einzustellen haben. Mögliche extreme Naturereignisse und ihre erwarteten Folgen sind im Voraus zu durchdenken. Weiterhin ist ihre Bedeutung für die Vorsorge festzulegen: Welchen Stellenwert haben unterschiedliche Ereignisse und mit welchem Aufwand soll man sich gegen welche Ereignisse schützen? Diese Fragen erfordern eine Analyse unterschiedlicher Ereignisse derselben Naturgefahr, aber auch die Gegenüberstellung des Risikos durch verschiedene Naturgefahren in einer Region. Im Deutschen Forschungsnetz Naturkatastrophen wird das Risiko für die Naturgefahren Erdbeben, Hochwasser und Sturm für das Rheinland abgeschätzt. Ziel dieser Abschätzungen ist unter anderem der Vergleich dieser drei Naturgefahren für die Stadt Köln. Dort überlagert sich ein besonders großes Schadenspotenzial mit einer vergleichsweise großen Gefährdung. Mit wissenschaftlich fundierten Analysen und Szenarien sollen mögliche Schadensereignisse einschließlich einer Abschätzung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit untersucht werden. Darauf aufbauend sollen diese Naturgefahren systematisch analysiert und, konzeptionell vergleichbar, charakterisiert werden. Dabei sind die unterschiedlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten und die unterschiedlich schweren Auswirkungen im Ereignisfall zu berücksichtigen. Der Beitrag stellt die Konzeption und erste Ergebnisse dieser vergleichenden Risikoabschätzung dar.

Abstract

The optimization of measures for disaster prevention and management requires the knowledge about hazardous events and their likelihood. Probable extreme natural events and their consequences need to be considered in advance. Further, it is necessary to consider the importance of the disasters with regard to prevention measures: What is the significance of certain events? What is the appropriate effort for protection measures? The answer to these questions requires analysis of events of the same hazard as well as the comparison of risk from several hazards occurring in a region. The German Research Network Natural Disasters assesses the risk of earthquakes, floods and storms for the region of Cologne. One of the goals is the comparison of risks by these natural disasters for the city of Cologne. Cologne exhibits a high damage potential together with a high hazard. With the help of scenarios and analysis of hazards probable damaging events and their likelihood will be investigated. Special attention will be drawn on the probabilities of events and their consequences. In this contribution we present the outline and first results of the comparing risk assessment for Cologne.

Ziel der Synopse

Das Rheinland und der Raum Köln sind nicht nur von häufigen Hochwassern betroffen, sondern auch durch Stürme und Erdbeben gefährdet. Köln ist ein industrielles und urbanes Ballungsgebiet, wo hohe Sachwerte und viele Menschen auf engem Raum konzentriert sind. Das macht Köln anfällig für Naturgefahren. Das Deutsche Forschungsnetz Naturkatastrophen bietet durch die parallele Analyse der Wirkungsketten dieser drei Naturgefahren, vom auslösenden Naturereignis bis zur Schadensabschätzung für den Raum Köln einen hervorragenden Ausgangspunkt für einen innovativen Ansatz einer vergleichenden Risikoanalyse und -bewertung.

Mit einer vergleichenden Risikoanalyse, d.h. einer vergleichenden Analyse der Auftretenshäufigkeiten von verschiedenen Naturereignissen und deren erwarteten Auswirkungen, kann man aussagen, welchen Stellenwert verschiedene Naturgefahren für Köln haben, und mit welcher Wahrscheinlichkeit und Intensität sie auftreten. Daran schließt eine vergleichende Risikobewertung der Naturgefahren an. Das Ziel einer vergleichenden Risikobewertung ist, bei Entscheidungsträgern in Politik und Wirtschaft, Standortplanern, Katastrophen- und Nothilfeorganisationen und Versicherungen Handlungsbedarf für Schutzmassnahmen zu identifizieren und Risikobewusstsein zu schaffen. Sie bildet daher die Grundlage zur Optimierung von Katastrophenvorsorge und Nothilfe.

Ausgangssituation

Bisher wurden Naturgefahren in Deutschland vergleichend bewertet. Geht man allein von den Beobachtungen der letzten 30 Jahre aus, dann werden die meisten volkswirtschaftlichen Schäden durch Stürme verursacht (Abb. 1). Nach einer Statistik der Münchener Rückversicherungsgesellschaft (Münchener Rück 1999) wurden zwischen 1970 und 1998 75% der volkswirtschaftlichen Schäden aufgrund von Naturgefahren, durch Winterstürme, Gewitterstürme und Hagelstürme verursacht. Nur 19% der Schäden resultierten aus Überflutungen. Die Schäden durch Erdbeben waren mit 1% vergleichbar gering. Würde man dieser Betrachtung folgen, müssten die meisten Anstrengungen und finanziellen Mittel in den Schutz vor Sturmschäden investiert werden. Für eine ausgewogene Vorsorge ist eine Betrachtung der letzten Jahre jedoch unzureichend. Es sind hierfür auch die seltenen und mit grossen Auswirkungen verbundenen Ereignisse zu betrachten. Deshalb gehen die Rückversicherungen vom Schadenspotenzial möglicher extremer Naturereignisse aus. Hier sieht die Situation völlig anders aus. Das höchste Schadenspotenzial geht mit 25-200 Mrd. DM von Erdbeben aus, Rheinüberschwemmungen können einen Schaden von 20 Mrd. DM verursachen, von extremen Stürmen und Hagelstürmen erwartet man einen Schaden von 15 Mrd. DM (Abb. 2).

Im DFNK wird bei der Synopse der Naturgefahren auch für sehr seltene Ereignisse die Auftretenswahrscheinlichkeit in die Betrachtungen einbezogen. Mit Hilfe statistischer Verfahren werden Auftretenswahrscheinlichkeiten und mögliche Schäden abgeschätzt, um damit einen Risikovergleich verschiedener Naturgefahren auf einer einheitlichen, vergleichbaren Grundlage durchzuführen.



Abb. 1: Prozentuale Verteilung der volkswirtschaftlichen Schäden durch Naturgefahren in Deutschland zwischen 1970 und 1998 (nach Münchener Rück 1999).

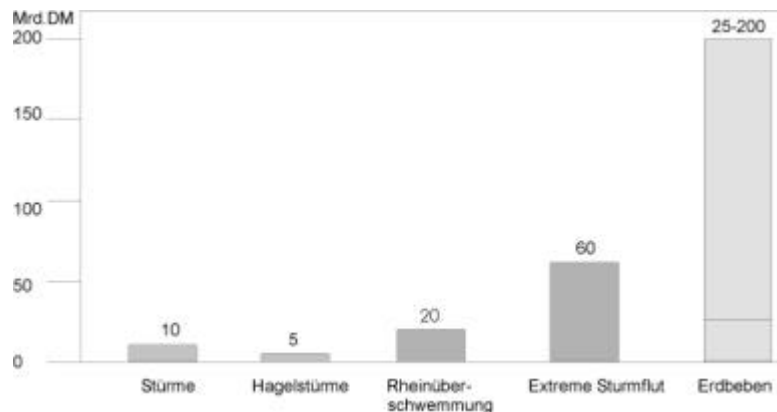


Abb. 2: Schadenspotenzial von Naturgefahren in Deutschland (nach Münchener Rück 1999).

Vergleichende Risikoanalyse und Bewertung in der Schweiz (KATANOS-Studie)

Eine Studie „Katastrophen und Notlagen in der Schweiz“ entstand Mitte der neunziger Jahre im Auftrag des Schweizerischen Bundesamtes für Zivilschutz (BZS 1995). Diese KATANOS-Studie gibt eine vergleichende Übersicht der Risiken durch Naturgefahren, gesellschaftliche Notlagen und technische Gefahren für die gesamte Schweiz. Demnach geht dort das höchste Risiko mit 60% von Naturgefahren aus, 30% und 10% der Risiken entfallen auf gesellschaftliche Notlagen und technische Gefahren. Betrachtet man exklusiv die Naturgefahren, dann machen Erdbeben den größten Anteil am gesamten gewichteten Risiko aus, gefolgt von Hochwasser (Abb. 3). Weiterhin zeigt die Studie deutlich, dass in der Schweiz eine Diskrepanz zwischen dem tatsächlichen Risiko und den aufgewendeten öffentlichen Geldern für Schutzmaßnahmen besteht: Mehr als 50% der Gelder wurden in Hochwasserschutzmaßnahmen, nur wenige Prozent in Erdbebenschutzmaßnahmen investiert. Diese Ergebnisse führten unter anderem zur Umsetzung von Bauvorschriften zur Erdbebensicherung von öffentlichen Gebäuden.

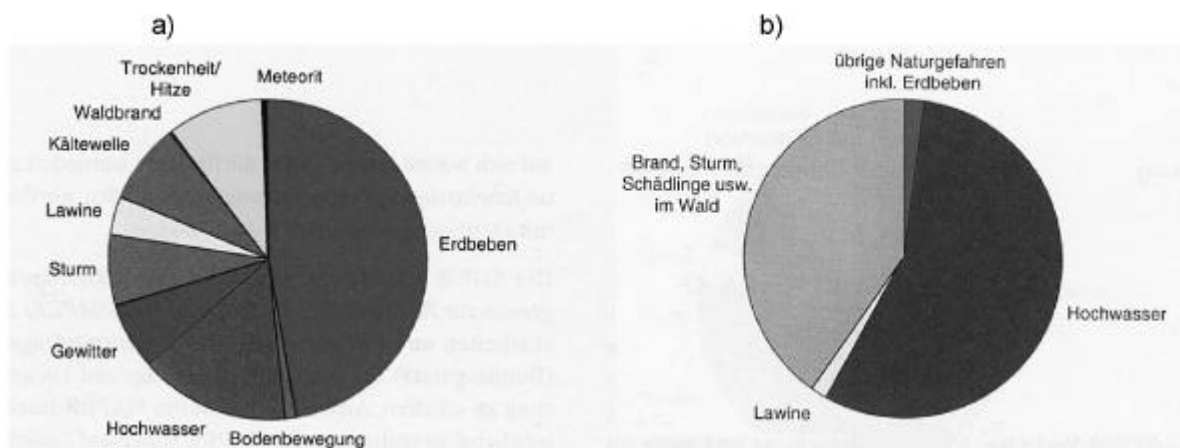


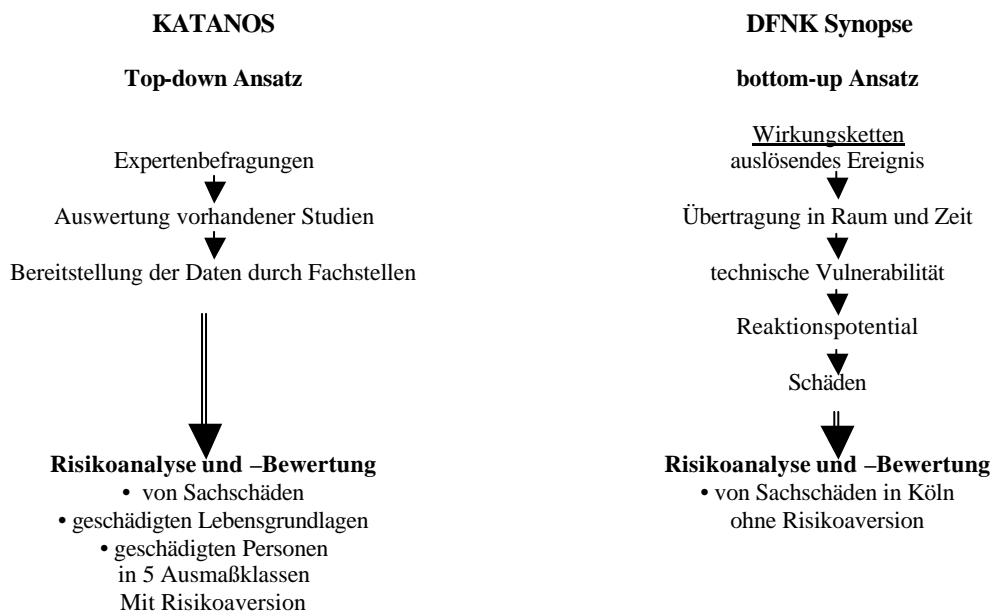
Abb. 3: a) Anteile der Naturgefahren am gesamten gewichteten Risiko infolge Naturkatastrophen in der Schweiz" (KATANOS, Bundesamt für Zivilschutz, 1995), b) Anteile der Aufwendungen aus öffentlicher Hand für Schutzmaßnahmen für verschiedene Naturgefahren laut Angaben der Bundesstellen (1994, aus Schweizerische Gesellschaft für Erdbeben 1998).

Für die KATANOS-Studie wurde ein top-down Ansatz benutzt. Das bedeutet, der Schwerpunkt liegt in der detaillierten Risikoanalyse und Bewertung der Schadensindikatoren Sachschäden, geschädigte

Lebensgrundlagen und geschädigte Personen in fünf Ausmaßklassen für die gesamte Schweiz, unter Berücksichtigung der Risikoaversion und der Grenzkosten. Die notwendigen Informationen stammen aus Expertenbefragungen, Auswertung vorhandener Studien und bereitgestellter Daten von Fachstellen ein (Tab.1). Die Grenzkosten sind Kosten pro Schadeneinheit, welche die Gesellschaft höchstens bereit ist, aufzuwenden, um Maßnahmen zur Risikoreduktion zu ergreifen. Ereignisse mit großen Schäden werden viel intensiver wahrgenommen und bewertet als die viel zahlreicheren Ereignisse mit eher kleinen Schäden. Der statistische Erwartungswert drückt diesen Effekt, die Aversion gegenüber Katastrophenereignissen, nicht aus. In der KATANOS-Studie wurden deshalb durch die Einführung von Aversionsfaktoren große Schadensausmaße überproportional stark gewichtet. Die Höhe des gewichteten Risikos (Abb. 3a) wird sehr stark durch diese Aversionsfaktoren beeinflusst. Sie sind für den großen Beitrag des Erdbebenrisikos am Gesamtrisiko verantwortlich. Da diese Aversionsfaktoren eine Risikobewertung enthalten, sind die Zahlenwerte des gewichteten Risikos vorsichtig zu verwenden. Die Schadensindikatoren sind Sachschäden, geschädigte Lebensgrundlagen, Unterstützungsbedürftige, Evakuierte und physisch geschädigte Personen. Die fünf Ausmaßklassen beziehen sich auf die Größe der betroffenen räumlichen Einheit, die mit der Bewältigung der Schäden überfordert ist, das sind „Alltag“, Gemeinde, Stadt/Region, Kanton und Bund (BZS 1995).

Tabelle 1: Vergleich des methodischen Vorgehens in der KATANOS-Studie (BZS 1995) und in der Synopse der Naturgefahren des DFNK:

Methodik



Methodik der Synopse im DFNK

Gefährdungsanalyse durch einen Bottom-up Ansatz

In der Synopse der Naturgefahren für den Raum Köln wird ein bottom-up Ansatz verfolgt (Tab. 1). Das bedeutet, vom auslösenden Ereignis ausgehend, werden aufbauend die einzelnen Faktoren der Wirkungsketten von Sturm, Hochwasser und Erdbeben untersucht und mit den erhobenen Daten eine vergleichende Risikoanalyse der Sachschäden durchgeführt (Tab. 2). Der Schwerpunkt liegt bei detaillierten Gefahrenanalysen von Sturm, Hochwasser und Erdbeben, die in den Teilprojekten der jeweiligen Cluster erfolgten.

Aus ermittelten Zeitreihen von in Form von Katalogen von Hochwasserereignissen, Erdbeben und Stürmen werden mit probabilistischen Methoden Gefährdungskurven errechnet (Abb. 4). Das Maß für die Intensität der Gefährdung ist beim Sturm die Windgeschwindigkeit (m s^{-1}), beim Hochwasser die Abflussrate ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) an einem Pegel und beim Erdbeben die Erschütterungsintensität oder die Bodenbeschleunigung (m s^{-2}). Aus der statistischen Verteilung der Intensitäten ergibt sich eine Gefährdungskurve für jede Naturgefahr. Die Gefährdungskurven geben an, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Intensität überschritten wird.

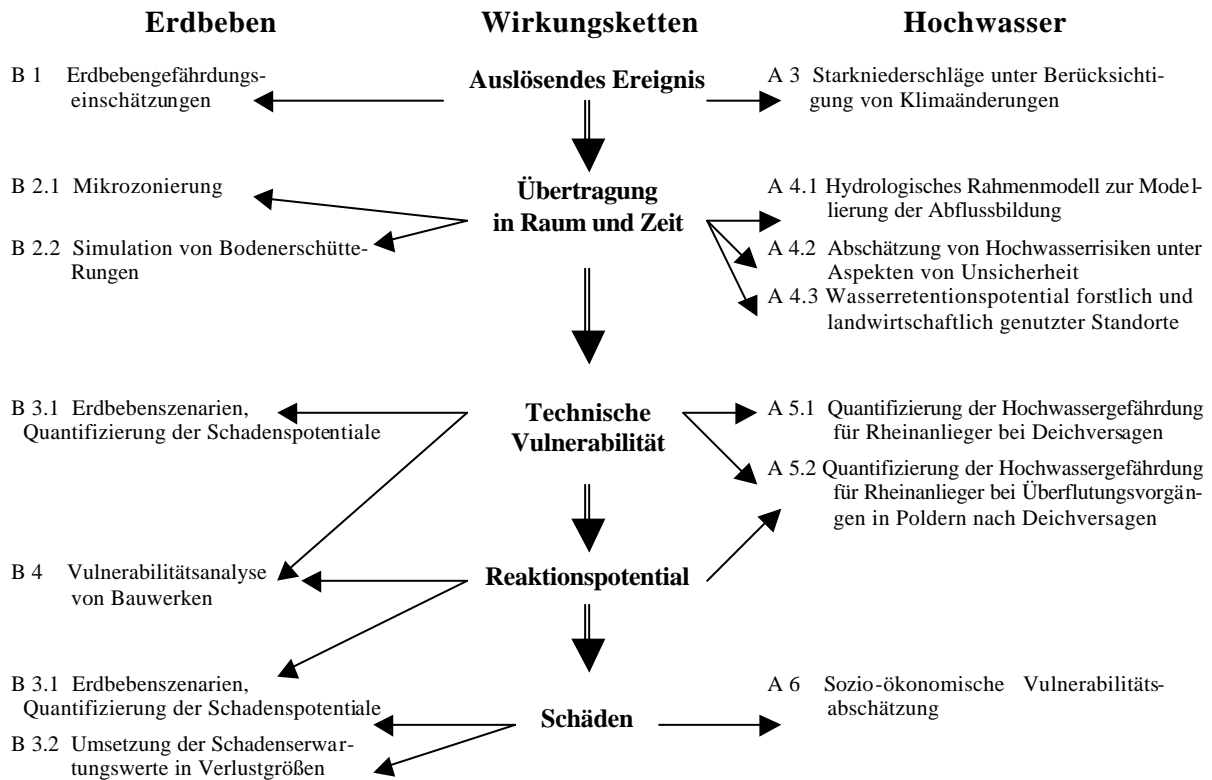


Tabelle 2: Wirkungsketten der Naturgefahren am Beispiel von Hochwasser und Erdbeben mit zugeordneten Teilprojekten des DFNK.

Risikoanalyse

Infolge der unterschiedlichen Parameter zur Stärkeklassifizierung der verschiedenen Naturgefahren sind die einzelnen Gefährdungskurven nicht vergleichbar. Um eine Vergleichbarkeit zu erzielen, müssen aus den Intensitätsparametern einheitliche Schadensindikatoren abgeleitet werden. Daher sollen für verschiedene Gefährdungsszenarien Gebäudevulnerabilitäten unter Einbeziehung der Sachwerte (Werteverteilung) abgeschätzt werden (Abb. 4). Daraus können Risikokurven für jede Naturgefahr erstellt werden. Aus den Risikokurven ist abzulesen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Sachschaden infolge eines Naturereignisses überschritten wird. Auf dieser Basis sind unterschiedliche Naturgefahren miteinander vergleichbar.

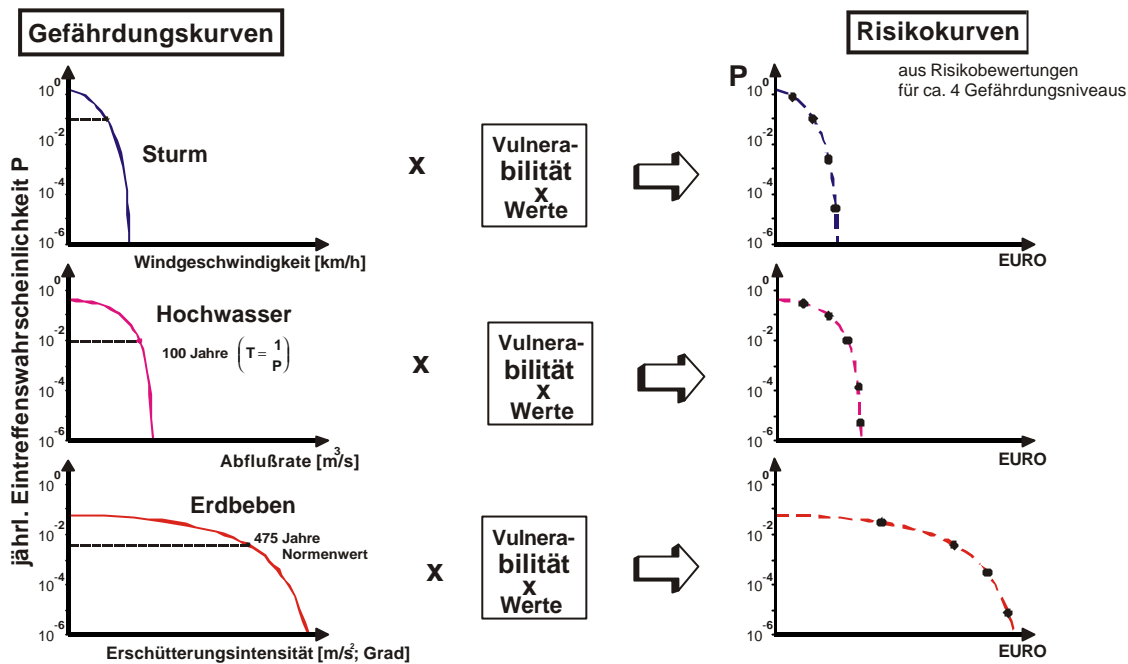


Abb. 4: Modellkonzept für die Ableitung von Risikokurven aus Gefährdungskurven.

Abschätzung der Vulnerabilität durch gebäudespezifische Schadenfunktionen am Beispiel von Erdbebenschäden

Unter Vulnerabilität ist die Anfälligkeit von Sachgegenständen/Gebäuden gegen die Einwirkung von Sturm, Hochwasser und Erdbeben zu verstehen. Eine Abschätzung der Gebäudevulnerabilität erfolgt im DFNK im Cluster „Risikoanalyse Erdbeben“ in den Teilprojekten „Umsetzung von Erdbebengefährdungsaussagen in Risikoaussagen“ und „Identifikation von Bauwerken mit erhöhtem Erdbebenrisikopotential“. Detaillierte Vulnerabilitätsuntersuchungen erfordern die Erfassung der Bauwerksbestandes und die Bewertung der Bauwerksobjekte, wobei stets zu berücksichtigen bleibt, dass die Bauwerke durch die Naturereignisse in verschiedenartiger Weise und auch in sehr unterschiedlichen Bauwerksbereichen beansprucht werden. Derartige Bauwerksaufnahmen setzen Kapazität, die im notwendigen Umfang nicht zur Verfügung steht, voraus. Bevor eine Schätzung der Vulnerabilität der Bauwerke in Hinblick auf mögliche Erdbebeneinwirkungen erfolgen kann, muss der Bauwerksbestand kartiert werden (Abb. 5). Dabei sind für die Empfindlichkeitsschätzung Informationen über die Bauweise, Etagenanzahl, Regelmäßigkeit sowie den Zustand der Bausubstanz wichtig. Für die Einschätzung möglicher Folgeschäden oder monetärer Verluste sind Angaben über die Nutzung der Gebäude wichtig.

Für die Erfassung des Bauwerksbestandes werden am Anfang alle zur Verfügung stehenden Informationen wie Katasteramtspläne, topographische Karten, Flächennutzungspläne u.a. herangezogen. Für die Ermittlung fehlender Informationen wird der Bauwerksbestand vor Ort besichtigt bzw. begangen. Da in einer Großstadt wie Köln nicht jedes Bauwerk besichtigt werden kann, sind repräsentative Stichproben zu ermitteln, in Form von wenigen größeren Testgebieten oder über die Stadt verteilten vielen kleineren Bebauungsgebieten. Für die vergleichende Risikoanalyse in Köln müssen die Ergebnisse aus den repräsentativen Stichproben auf das gesamte Stadtgebiet extrapoliert werden.

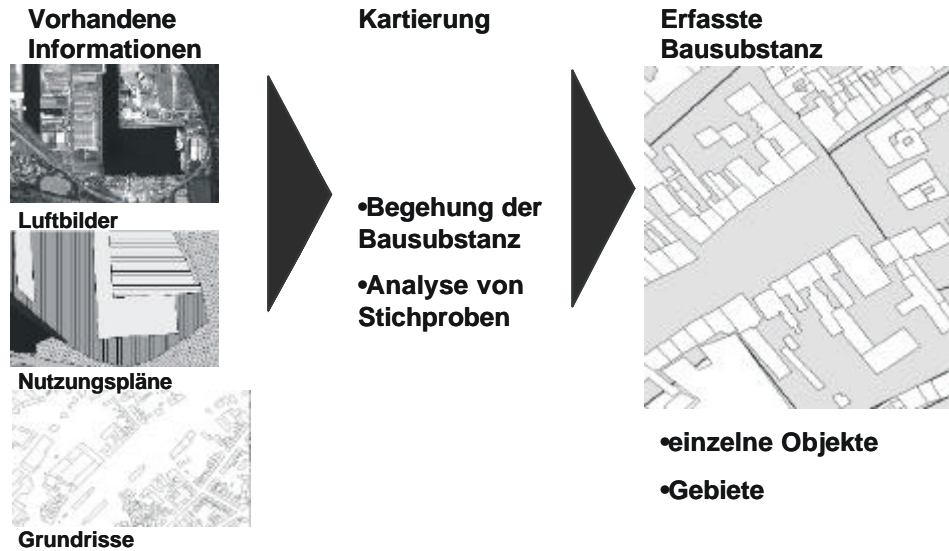


Abb. 5: Erfassung der Bausubstanz.

Die Bewertung der Vulnerabilität der Bauweisen erfolgt zunächst anhand der Europäischen Makroseismischen Skala EMS-98 (Grünthal et al. 1998) auf empirisch abgesicherter Grundlage (Abb. 6). Zunächst werden die vorgefundenen Bauweisen in die charakteristische Verletzbarkeitsklasse (*vulnerability class*) eingeordnet. Die Intensitätsbeschreibungen der EMS-98 werden zur Ableitung von Schadensverteilungen in Abhängigkeit von der lokalen Bausubstanz herangezogen. Des Weiteren wird der Einfluss des lokalen Untergrundes betrachtet (Schwarz et al., 2001). Neben dieser empirisch-statistischen Vorgehensweise werden auch konkrete Bauwerksberechnungen durchgeführt. Dieser analytische Ansatz zielt vornehmlich auf die Ermittlung der konkreten Schadenszonen unter dem von der Einwirkungsintensität abhängigen Schädigungsgrad mittels quasistatischer Tragwerksberechnungen (*Push-Over-Analyse*). Hier können ausgehend vom Verformungszustand des Gebäudes Aussagen über die weitere Nutzungsmöglichkeit bzw. den Ertüchtigungsbedarf abgeleitet werden.

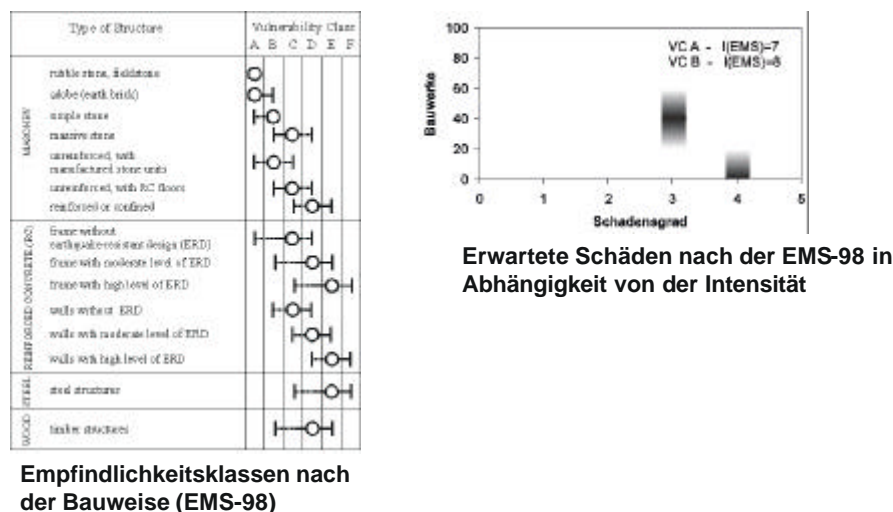


Abb. 6: Bewertung der Bausubstanz auf empirischem Weg.

Ermittlung der Werteverteilung

Da die Vulnerabilitätsanalyse nur den Schädigungsgrad der Gebäude angibt, müssen diese mit den Sachwerten der Gebäude verknüpft werden, um zu einem monetären Schadenindikator für die Sachschäden zu gelangen. Dafür werden die versicherten Sachwerte im betroffenen Gebiet von der Münchener Rückversicherungsgesellschaft zur Verfügung gestellt. Die Verwendung dieser Daten stellt einen Kompromiss dar, da sie relativ ungenau sind und nur Informationen zu privat versicherten Werten für ein grobes Raster enthalten. Diese Daten geben keinen Aufschluss über den Gebäudezustand, Wert des Gebäudeinhaltes und Werte öffentlicher Gebäude. Wir werden keine Risikonachweise öffentlicher oder nicht versicherter Gebäude, oder industrieller Anlagen erbringen können, da dazu sowohl die Datengrundlage als auch die Kapazität im laufenden Projekt nicht vorhanden ist.

Risikobewertung

Durch die Monetarisierung des Risikos mit dem Schadensindikator Sachschäden sind die Risikokurven von Sturm, Hochwasser und Erdbeben vergleichbar. Aus der Integration der Risikokurven erhalten wir prozentuale und absolute Verlustzahlen für Sachschäden durch Naturgefahren in Köln (Abb. 7). Darüber hinaus kann der Vergleich der Naturgefahren auch auf verschiedenen Gefährdungsniveaus (Wiederkehrintervalle der Schadensereignisse) erfolgen.

Die Risikoanalysen werden abschließend unter Berücksichtigung der Aufwendungen für verschiedene Schutzmassnahmen und der Kapazitäten in Katastrophenfall verglichen. Ein Risikovergleich kann so Lücken in der Katastrophenvorsorge verdeutlichen und die Möglichkeit bieten, frühzeitig entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung des Katastrophenschutzes einzuleiten.

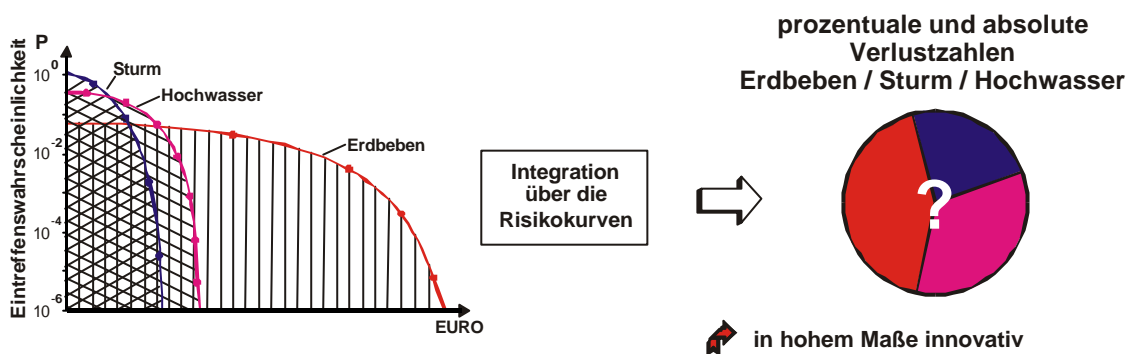


Abb. 7: Konzept für Vergleich der Risiken durch Sturm, Hochwasser und Erdbeben.

Erste Ergebnisse

Stand der Synopse im Deutschen Forschungsnetz Naturkatastrophen

Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden Gefährdungskurven für Sturm, Hochwasser und Erdbeben, sowie eine vorläufige Risikokurve für Hochwasser abgeleitet. Die Gefährdungskurven basieren auf gemessenen Zeitreihen der Naturereignisse, die mit statistischen Verfahren ausgewertet wurden. Dabei wurde in den Clustern etwas unterschiedlich vorgegangen.

Gefährdungskurve für Sturm

Aus einer 31-jährigen Zeitreihe von Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe der Station Köln (1971-2001) wurde mit der Verteilung der Extreme nach Gumbel Typ I die Schwellgeschwindigkeiten zu den gegebenen Wiederkehrperioden 10a, 50a, 100a und 475a extrapoliert (Abb. 8). Da für Schäden an Gebäuden nicht die mittlere, sondern die Böengeschwindigkeit relevant ist, wurde ein einfaches Modell nach Drimmel (1977) angewendet, um die Spitzenböengeschwindigkeiten zu berechnen. Dabei wird stürmisches Wetter vorausgesetzt, was eine gute Durchmischung und damit eine neutrale Schichtung bedeutet. Der Böenfaktor ist hierbei vor allem abhängig von der Rauigkeit

und der Höhe der Strömungshindernisse. Die resultierende vorläufige Gefährdungskurve ist Abb. 8 zu entnehmen.

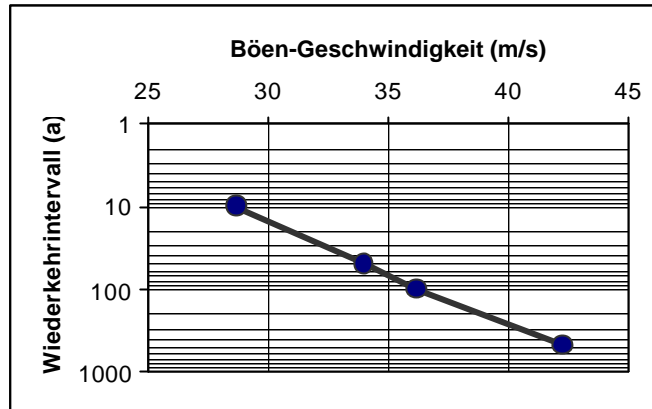


Abb. 8: Vorläufige Gefährdungskurve für Sturm.

Gefährdungskurve für Hochwasser

Die Gefährdung der Stadt Köln durch Hochwasserereignisse wird in einem ersten Ansatz durch die Extremwertverteilung der Abflüsse (oder Wasserstände) am Pegel Köln beschrieben. Da extremwertstatistische Auswertungen mit großen Unsicherheiten behaftet sind, ist es wichtig, diese zu berücksichtigen. Die Unsicherheit hängt von der verwendeten Verteilungsfunktion (Modellunsicherheit) und deren Parameterunsicherheit ab. Die Parameterunsicherheit wird von der Länge und der Streuung der verwendeten Stichprobe beeinflusst. Für die Serie der jährlichen maximalen Abflüsse am Pegel Köln von 1880 bis 1999 (AMS18801999) wurden Modell- und Parameterunsicherheit mit vier verschiedenen Verteilungsfunktionen (Gumbel Typ I-, Pearson-III-, Weibull- und log-Normalverteilung) geschätzt. Daraus wurde eine mittlere Verteilung der Abflüsse und deren Unsicherheit berechnet. Diese sind in Abb. 9 dargestellt. Damit ergibt sich z. B. für ein 100-jähriges Ereignis (mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $P = 0.01$ pro Jahr) ein Abfluss von $11600 \text{ m}^3/\text{s}$ oder ein Wasserstand von etwa 11.10 m am Pegel Köln.

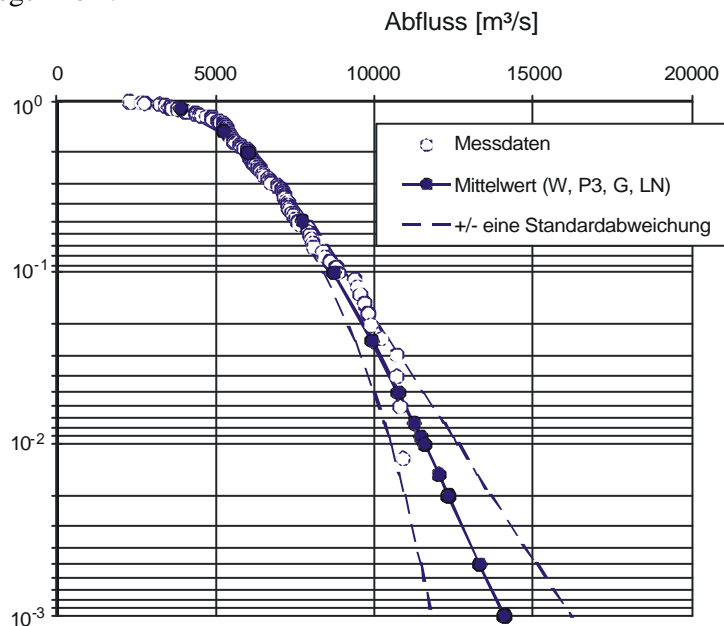


Abb. 9: Gefährdungskurve für Hochwasser.

Gefährdungskurve für Erdbeben

Die vorläufige Gefährdungskurve basiert auf einer mehr als 800 Jahre umfassenden Zeitreihe, wobei nur die stärksten Beben über einen solchen Zeitraum erfasst und die schwächeren Beben z. T. nur für die letzten Jahrzehnte vollständig katalogisiert sind. Unter Eliminierung von Vor- und Nachbeben ist die Bebenabfolge Poisson-verteilt. Unter deren Annahme wird mit einem Entscheidungsbaum-Modell die Wahrscheinlichkeit des Erreichens oder Überschreitens bestimmter Bodenbeschleunigungswerte an der zu untersuchenden Lokation bestimmt (Grünthal u. Wahlström, 2001). Die Entscheidungsbauentechnik gestattet die Berücksichtigung der Fehler sämtlicher Eingangsgrößen, wobei sowohl epistemische als auch aleatorische Fehlerbetrachtungen vorgenommen wurden. Die Fehlerbetrachtungen gestatten, die Gefährdungskurven in Form ihrer Fraktile anzugeben, wobei in der Abbildung neben der Median-Kurve die halben und ganzen Standardabweichungen angegeben sind. Die explizit genutzten Eingangsgrößen umfassen: Quellregionenmodelle, die Parameter der exponential verteilten Magnitudenhäufigkeiten anhand seismotektonischer Kriterien und Wahrscheinlichkeitsdichten erwarteter Maximalmagnituden in den Quellregionen, Herdtiefenverteilungen und Abminderungsrelationen für den betrachteten Erschütterungsparameter mit der Entfernung. Die Mehrzahl dieser Eingangsgrößen sind im Rahmen des laufenden Projektes Gegenstand weiterer Untersuchungen und daher momentan noch als vorläufig anzusehen.

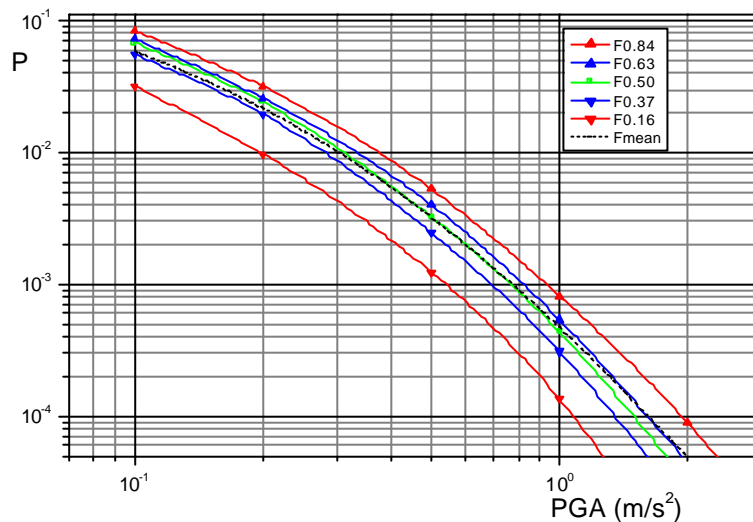


Abb. 10: Gefährdungskurve für Erdbeben.

Risikokurve Hochwasser

Auf der Basis der extremwertstatistischen Auswertungen am Pegel Köln und mit Hilfe von Studien, die im Auftrag der Stadt Köln das Hochwasserschadenpotenzial in der Stadt Köln für einige Szenarien abgeschätzt haben (Rodriguez und Zeisler, 1998), ist es mit probabilistischen Methoden möglich, bereits eine (vorläufige) Risikokurve Hochwasser mit Angaben zur Unsicherheit vorzulegen (Thieken et al. 2001, in diesem Band). Die in Abb. 11 dargestellte Risikokurve ist für den bestehenden Hochwasserschutz in der Stadt Köln gültig. Dabei gibt die mittlere Risikokurve, die dem 50%-Fraktile der Querverteilungen entspricht, z.B. für ein 100-jähriges Schadensereignis (mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $P = 0.01$ pro Jahr) einen Sachschaden von etwa 1 Mrd. DM an.

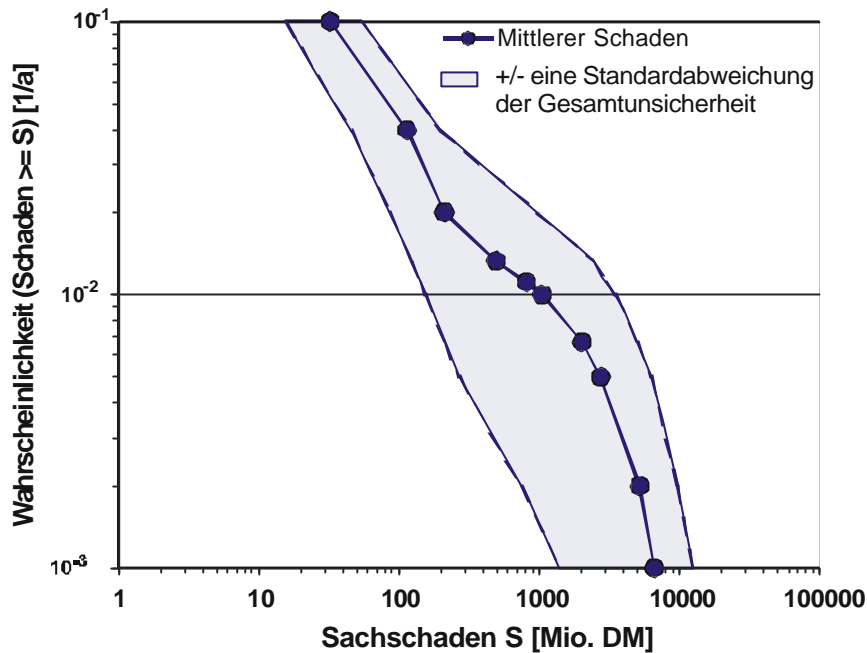


Abb. 11: Vorläufige Risikokurve für Hochwasser.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung der Naturgefahren für die Stadt Köln im Deutschen Forschungsnetz Naturkatastrophen bietet eine hervorragende Grundlage für eine vergleichende Analyse der Risiken durch Sturm, Hochwasser und Erdbeben.

Die Synopse der Naturgefahren für die Stadt Köln ist ein innovativer Ansatz. Mit statistischen Verfahren werden Auftretenswahrscheinlichkeiten von Naturereignissen und mögliche Schäden abgeschätzt und nach Monetarisierung die Risiken vergleichbar.

Am Ende des Projektes „Deutsches Forschungsnetz Naturkatastrophen“ (DFNK) werden Grundlagen, für eine Risikobewertung durch Naturgefahren in Köln bereitgestellt, die eine realistische Abschätzung möglicher Sachschäden in Abhängigkeit von den jeweiligen Ereignisszenarien ermöglichen. Die Teilprojekte des DFNK wurden in der ersten (dreijährigen) Bearbeitungsphase so konzipiert, dass am Ende detaillierte Gefährdungsanalysen für die einzelnen Naturkatastrophen vorliegen. Die Risikoanalyse für Sturm, Hochwasser und Erdbeben ist zunächst auf den Bauwerksbestand und für Hochwasser zusätzlich auf Gebäudeinventare ausgerichtet. Die Vorhaben sollen zu einer realistischen Abschätzung der Schadenpotentiale im Großstadtraum beitragen.

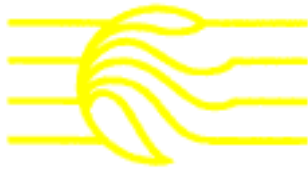
Eine umfassende Synopse der Naturgefahren für Köln mit Betrachtung weiterer Schadensindikatoren und die Anwendung der entwickelten Methodik auf andere gefährdete Regionen setzt die Weiterführung des „Deutschen Forschungsnetzes Naturkatastrophen“ oder entsprechender Forschungsaktivitäten voraus. So wäre zu gewährleisten, durch nutzerorientierte Produkte eine breite Akzeptanz und Unterstützung staatlicher Stellen und Versicherer zu finden.

Danksagung

Das Deutsche Forschungsnetz Naturkatastrophen wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert Förderkennzeichen 01SFR9969/5, mit Unterstützung des GeoForschungsZentrums Potsdam.

Literatur

- BZS Bundesamt für Zivilschutz, 1995: KATANOS - Katastrophen und Notlagen in der Schweiz- Eine vergleichende Übersicht. 1-77.
- Drimmel, J., 1977: Die Abschätzung maximaler Sturmböen über aerodynamisch unterschiedlichen Landschaften. Wetter und Leben, 29, 71-74.
- Grünthal, G. (ed.), 1998: European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Seismologie, Volume 15, Luxembourg 1998.
- Grünthal, G. und R. Wahlström, 2001: Sensitivity of parameters for probabilistic seismic hazard analysis using a logic tree approach. Journal of Earthquake Engineering, 5, 3, 309-328.
- Münchener Rück, 1999: Naturkatastrophen in Deutschland - Schadenerfahrungen und Schadenpotential. 1-99.
- Rodriguez, R. und P. Zeisler, 1998: Ermittlung der Hochwasserschadenspotenziale in den überflutungsgefährdeten Gebieten der Stadt Köln. Gutachten im Auftrag der Stadt Köln, Hochwasserschutzzentrale.
- Schwarz, J., M. Raschke und H. Maiwald, 2001: Seismische Risikokartierung auf der Grundlage der EMS-98: Fallstudie Ostthüringen. Tagungsband des Zweiten Forums Katastrophenvorsorge, Leipzig.
- Thielen, A., B. Merz und G. Blöschl, 2001: Ein probabilistischer Modellansatz zur Abschätzung von Hochwasserrisiken und ihrem Unsicherheiten. Tagungsband des Zweiten Forums Katastrophenvorsorge, Leipzig.



**Deutsches Komitee
für Katastrophenvorsorge e.V. (DKKV)**

German Committee for Disaster Reduction
within the International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)

Zweites Forum Katastrophenvorsorge

24. – 26. September 2001

Zweites Forum
Katastrophenvorsorge

24.-26.
September 2001
Leipzig

**"Extreme Naturereignisse - Folgen,
Vorsorge, Werkzeuge"**

Herausgegeben von
G. Tetzlaff, T. Trautmann, K. S. Radtke

Bonn und Leipzig 2002