



Originally published as:

Bittner, R., Günther, K., Merz, B. (2009): Naturkatastrophen in Deutschland. - Hochwasserschutz und Katastrophenmanagement, 6, 7-10

## **Naturkatastrophen in Deutschland**

### **Einleitung**

Extreme Naturereignisse sind dem dynamischen Planet Erde immanent und damit Bestandteil unserer Umwelt. Sie können auch in Deutschland zu enormen Schäden führen. Ob aus Naturereignissen Katastrophen werden, hängt von der Anfälligkeit und Vorsorge der Gesellschaft ab. Anzahl und Intensität solcher Extremereignisse sind starken Schwankungen unterworfen. Aufgrund der treibhausbedingten Erhöhung der sensiblen und latenten Energieanteile in der Atmosphäre ist künftig mit einer Zunahme von wetterbedingten Extremereignissen zu rechnen. Jedoch lassen vor allem zunehmende Wertekonzentration und Anfälligkeit höhere Schäden durch Naturgefahren erwarten.

### **Welche Naturgefahren drohen in Deutschland?**

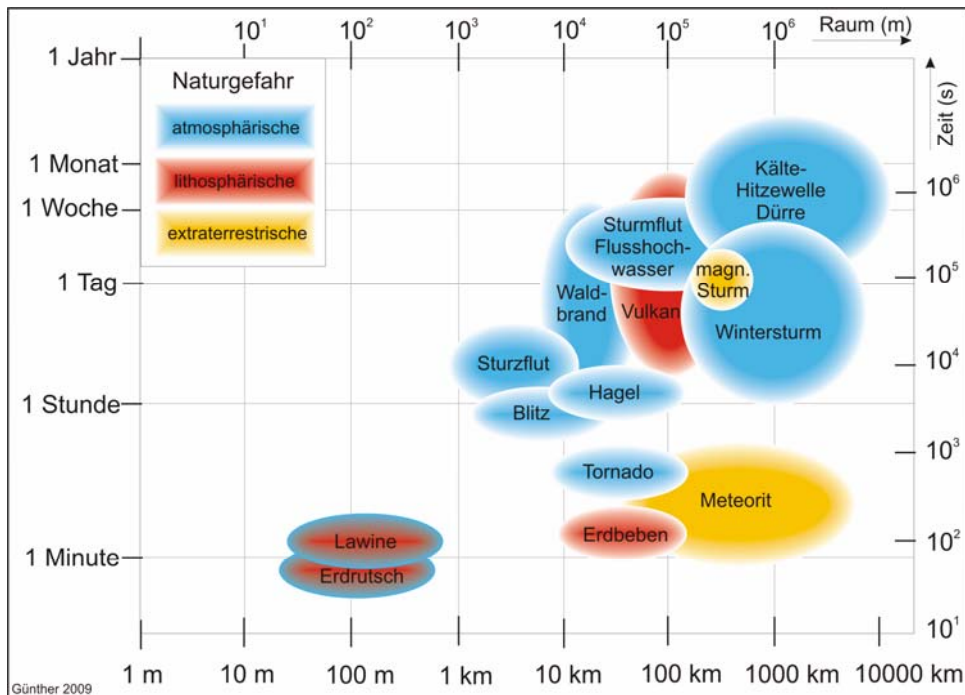
Atmosphäre und Lithosphäre sind die Hauptquellen von extremen Naturereignissen. So lassen sich Stürme, Starkniederschläge, Hagelereignisse, Hitze- und Kältewellen sowie Blitzschlag den direkten atmosphärischen Auswirkungen zuschreiben. Daraus resultieren Sturmfluten an den Küsten, Sturzfluten in steilen Einzugsgebieten oder in bebauten Gebieten und Überflutungen durch Flusshochwasser. Auch Dürreperioden aufgrund lang anhaltend hoher Temperaturen mit großen Verdunstungsraten sowie Waldbrände sind indirekte atmosphärische Auswirkungen. Die Prozesse der festen Gesteinshülle bis 100 km Tiefe können Erdbeben und Vulkanausbrüche hervorrufen. Obgleich es in Deutschland momentan keine aktiven Vulkane gibt, sprechen Vulkanologen dennoch von der Möglichkeit, dass es in der Eifel wieder zu Eruptionen kommen kann. Erdbeben, Muren und Lawinen können atmosphärisch oder lithosphärisch bzw. durch eine Interaktion verschiedener Auslöser verursacht werden. So kann eine Hangrutschung durch leichtere Erdbeben im Zusammenspiel mit atmosphärischen Vorbedingungen wie lang anhaltende Niederschläge und mächtige Schneeeinflagen ausgelöst werden.

Selten bedacht und dennoch möglich sind extraterrestrisch verursachte Naturgefahren. Solare Eruptionen führen zu magnetischen Stürmen, die beispielsweise großräumige Stromausfälle infolge von Störströmen in Überlandleitungen oder Fehlfunktionen von Satelliten mit Störungen von Navigations- oder Kommunikationssystemen nach sich ziehen können. Die denkbar verheerendsten Naturkatastrophen sind Meteoriteneinschläge mit Einschlagkratern bis zu mehreren 100 Kilometern Durchmesser und globalen Auswirkungen. Außerdem ist noch der Mensch als Auslöser oder Verstärker von Katastrophen zu nennen, z.B. bei vorsätzlich gelegten Waldbränden oder bei Lawinen und Erdbeben auf entwaldeten Flächen. Letztes vom Menschen verursachte Ereignis war der Erdbeben auf einer ehemaligen Abraumhalde eines Braunkohletagebaus im Sachsen-Anhaltischen Nachterstedt im Juli 2009. Erdmassen rutschten 40 m tief in einen Tagebaurestsee und rissen mehrere Gebäude mit sich. Diese Katastrophe forderte drei Todesopfer und Menschen 41 verloren ihr Obdach.

Welche volkswirtschaftliche Gesamtschäden Naturgefahren verursachen können, zeigen die letzten großen Naturkatastrophen in Deutschland, der Wintersturm Kyrill 2007 mit 4,2 Mrd. Euro (Münchener Rück 2008) und das Elbe-Hochwasser 2002 mit 11,8 Mrd. Euro (Münchener Rück 2007). Betrachtet man alle Naturereignisse im Zeitraum von 1970 bis 1998, so wird deutlich, dass Sturmereignisse die teuersten Naturgefahren in Deutschland sind. Sie machen 75% des volkswirtschaftlichen Gesamtschadens aus. 19% werden durch Flussüberschwemmungen und Sturzfluten, 5% durch weitere atmosphärisch bedingte Gefahren wie Hitzewellen, Frost und Waldbrände verursacht. Erdbeben und Erdrutsche haben in diesen drei Dekaden einen geringen Anteil von 1% zum volkswirtschaftlichen Gesamtschaden beigetragen (Münchener Rück 1999). Aus diesen Zahlen lässt sich jedoch nicht schließen, dass Erdbeben und Sturmfluten vernachlässigbar sind. Überschlägige Berechnungen schätzen, dass worst-case Ereignisse (z.B. Sturmflut im Raum Hamburg, Starkbeben bei Köln oder Frankfurt) zu volkswirtschaftlichen Schäden in der Größenordnung von mehreren Zehnern Milliarden Euro führen können. So haben beispielsweise paläoseismologische Untersuchungen ein Erdbeben mit einer Momentenmagnitude von 6.7 in der nieder-rheinischen Bucht in der Nähe von Köln nachgewiesen. Ein Vergleich von Hochwasser- und Erdbebenrisiko für das Stadtgebiet Köln zeigte, dass für Extremereignisse mit kleinen Eintrittswahrscheinlichkeiten (kleiner ca. 200-jährliches Ereignis) die Auswirkungen eines Erdbebens diejenigen eines Hochwassers übertreffen (Grünthal et al. 2006).

### **Räumlicher und zeitlicher Wirkungsbereich von Naturgefahren**

In Abb. 1 sind mögliche Naturgefahren für Deutschland mit ihren räumlichen und zeitlichen Wirkungsbereichen dargestellt. Ereignisse mit kleinem, lokal begrenztem Einflussbereich von bis zu 10 km sind vor allem konvektive Starkniederschlagsereignisse und Sturzfluten, Gewitter, Blitzschläge und Hagel. Sehr lokal wirken auch Lawinen und Erdmassentransporte wie Hangrutschungen, Muren und Bergstürze. Andere Naturgefahren können deutlich größere Gebiete betreffen. So weisen Tornados Zuglängen von bis zu 100 km auf, wohingegen die wirksame Zugbreite meist nicht größer als 500 m ist. Auch Überschwemmungen durch Sturmfluten, wie 1962 in Hamburg und Bremen, oder Flusshochwasser, wie 2002 an Elbe und Donau, sind regional oder über-regional entlang von Küstenabschnitten oder Flusstälern, bis auf mehrere 100 km, wirksam. In diese Kategorie fallen auch Erdbeben, Vulkanausbrüche und magnetische Stürme. Deutschlandweit, also mit Einflussbereichen größer 500 km, wirken Naturgefahren wie Winterstürme mit Windfeldbreiten bis zu 1000 km und Zuglängen bis zu 5000 km. Ebenso für die Gesamtfläche Deutschlands wirksam sind Kälte- und Hitzewellen. Aus Trockenheit und Dürre können Schäden in der Landwirtschaft ganzer Regionen, beeinträchtigte Binnenschifffahrt und Engpässe in der Stromproduktion durch unzureichende Kühlleistung der aufgewärmten Flüsse resultieren.



**Abb. 1: Räumliche Wirkungsbereiche und Dauer von Ereignissen für Naturgefahren in Deutschland.** Dargestellt sind Gesamt ereignisse, also die Summe aller Schaden verursachenden Einzelereignisse. Z.B. Blitze als Einzelereignis einer weiträumig wirkenden Gewitterzelle.

Die Dauer von extremen Naturereignissen ist unterschiedlich. Die Zeitskala reicht dabei von wenigen Sekunden bis hin zu Monaten. In den meisten Fällen gilt, dass eine längere Wirkdauer zu höheren Schäden führt. Kurze Ereignisdauern von Sekunden und Minuten haben Blitzschlag, Tornados, Massenbewegungen und Lawinen, sowie Erdbeben und Meteoriteneinschläge. Letztere haben bei extrem kurzer Wirkdauer aber eine so große Energiefreisetzung, dass sie Gebiete von der Größe Deutschlands verwüsten könnten. Davon zeugt das Nördlinger Ries auf der Schwäbischen Alb, ein Einschlagkrater mit 24 km Durchmesser, der vor ca. 14,5 Mio. Jahren entstand (Münchener Rück 1999). Hagel, Starkniederschläge, Sturzfluten, Winterstürme, Waldbrände, Überschwemmungen, Vulkanausbrüche und magnetische Stürme wirken länger, meist dauern sie Stunden bis hin zu wenigen Tagen an. Einige Tage bis wenige Monate dauern insbesondere Kälte- und Hitzewellen. Vor allem lang anhaltend hohe Temperaturen sind eine große Belastung für das menschliche Herz-Kreislaufsystem und führen immer wieder zu zahlreichen Hitzetoten. So geschehen im Rekordsommer 2003, als von Juni bis August die mittlere Temperatur um  $3,4^\circ\text{C}$  über dem klimatologischen Durchschnittswert des Zeitraums 1961-1990 lag. In Deutschland waren 9000, in ganz Europa über 70000 Todesopfer zu beklagen. Der volkswirtschaftliche Gesamtschaden wurde auf 1,3 Mrd. Euro beziffert (Münchener Rück 2008 und 2009).

### Höheres Risiko durch Naturereignisse?

Die Schäden durch extreme Naturereignisse sind in den letzten Jahrzehnten global, aber auch in Deutschland dramatisch gestiegen. Zu diesem Anstieg tragen vielfälti-

ge Einflüsse bei, wie z.B. zunehmende Besiedlung von gefährdeten Bereichen, Akkumulation von Werten, veränderte Anfälligkeit durch zunehmende Vernetzung unserer Gesellschaft, oder der Klimawandel. Aufgrund der Vielfältigkeit dieser Einflüsse und der Zufälligkeit der verursachenden Naturprozesse ist es bis heute kaum möglich, die einzelnen Anteile der verschiedenen Einflüsse zu beziffern.

Im Zusammenhang mit atmosphärisch bedingten Naturgefahren wird der Klimawandel häufig als der Hauptverursacher für die steigenden Schäden gesehen. Aufgrund des Anstiegs der globalen Oberflächentemperatur verändern sich Häufigkeit und Magnituden von klimatischen Extremereignissen. So nehmen Energie- und Wassergehalt der Atmosphäre zu, was auch eine Erhöhung des Potenzials für Gewitterstürme zur Folge hat (Kron, Ellenrieder, 2008). Ebenso werden Winterstürme durch den Klimawandel beeinflusst. Diese haben eine große geographische Ausdehnung über ganz Europa und können hohe Schäden hervorrufen. Der Klimawandel nimmt entscheidenden Einfluss auf die Zugbahnen der Winterstürme, die sich dadurch weiter nach Norden verschieben. Dabei wird der Kerndruck dieser Luftmassen gesenkt und einzelne Ereignisse können verheerender sein als bisher (Planat, 2009).

Witterung und Klima lassen sich zusammenfassend durch die Charakterisierung der atmosphärischen Zirkulationsformen („Großwetterlagen“) beschreiben. In mehreren Untersuchungen wurde in den letzten Jahren die Änderung der Auftretenshäufigkeiten von Großwetterlagen untersucht (z. B. Bronstert, 2006, Petrow et al., 2009). Dabei wurde für die Wintermonate eine statistisch signifikante Zunahme der zonalen Westlagenhäufigkeiten nachgewiesen. Deren Auftreten korreliert wiederum mit großräumigen und langandauernden Niederschlägen für bestimmte Regionen Mitteleuropas (z. B. Südwestdeutschland), so dass sich weiterhin eine Korrelationen zwischen den Zunahmen dieser Wetterlagen und gehäuften Hochwasserereignissen in den Wintermonaten ableiten lassen. Für Nordostdeutschland sind diese Westwetterlagen weniger relevant. Hier wurde eine erhöhte Auftretenswahrscheinlichkeit der Wetterlage „Hochdruckbrücke über Mitteleuropa (BM)“ und der TrM-Wetterlage (TrM: Trog über Mitteleuropa) mit der sogenannten Vb-Zugbahn von Tiefdruckgebieten in den Sommermonaten anhand der langjährigen Zeitreihe von Wetterlagen seit 1881 analysiert. Erstere ist mit Trockenheiten in den Sommermonaten verbunden, wohin gegen die zweite Wetterlage große Hochwasserereignisse auslösen kann.

Auch für die Entstehung von Hochwassern aufgrund der Schneeschmelze können Klimaänderungen einen beträchtlichen Einfluss haben. Durch veränderte Temperaturen werden Zeitpunkt, Intensität und Abfolge von Schneeschmelzereignissen variiert. Auch kann die zeitliche Veränderung von Schneeakkumulation und Schneeschmelze in Verbindung mit einer zeitlichen Änderung des Regenverhaltens zu einer nachteiligen Überlagerung von Hochwasserereignissen aus Schneeschmelze und Starkniederschlägen und dann zu einer Zunahme des Spitzenabflusses führen. Bronstert (2006) diskutiert die Relevanz dieses hydrologisch-klimatologischen Zusammenhangs für das Rheineinzugsgebiet. Dort könnten möglicherweise zukünftig das gehäufte frühere Auftreten von Schmelzhochwassern aus dem alpinen Gebiet mit Regenhochwassern aus dem Mittelgebirge zu einem deutlich erhöhten Überflutungsrisiko am Mittel- und Niederrhein führen. Auf der anderen Seite würde ein verminder-

ter Abfluss aus den Gletscher- und Schneegebieten im Sommer und Frühherbst Niedrigwasserereignissen wahrscheinlich werden lassen (Bronstert 2006).

Für Deutschland wurde durch eine Analyse von Hochwasserzeitreihen von über 100 Einzugsgebieten die Veränderung der Hochwassergefährdung während der letzten fünf Dekaden untersucht (Petrow et al., 2008 und 2009). Es wurde gezeigt, dass die Hochwassergefährdung im Winterhalbjahr im Westen, Süden und im Zentrum Deutschlands zugenommen hat. Die Änderungen der Hochwassergefährdung im hydrologischen Sommerhalbjahr sind gering. Aufgrund der Detektion von räumlich und saisonal kohärenten Trends – über Einzugsgebietsgrenzen hinweg – kann angenommen werden, dass es sich um klimabezogene Veränderungen handelt und nicht um zufällige lokale und durch anthropogene Eingriffe in den Einzugsgebieten hervorgerufene Trends.

Trotz solcher ersten Hinweise auf ungünstige Einflüsse des Klimawandels auf atmosphärisch bedingte Naturereignisse, sind seine Auswirkungen auf die verschiedenen Naturgefahren auf regionaler Skala noch weithin unklar. Zu den wenigen Studien, die versuchten, den Beitrag des Klimawandels auf den Anstieg von Schäden durch Naturgefahren zu quantifizieren, gehört der Arbeit von Barredo (2009). Für den Zeitraum 1970-2006 wurde eine Zeitreihe der volkswirtschaftlichen Schäden aufgrund großer Hochwasser in 31 europäischen Ländern erstellt. Diese Zeitreihe zeigt deutlich größere Schäden in jüngerer Zeit. In einem zweiten Schritt wurde die Zeitreihe normalisiert, d.h. Effekte aufgrund Inflation, Bevölkerungswachstum und ökonomischem Wachstum wurden herausgerechnet. Diese normalisierte Zeitreihe der Hochwasserschäden zeigt keinen signifikanten Trend, d.h. der Anstieg der Hochwasserschäden der letzten Jahrzehnte in Europa lässt sich allein mittels sozio-ökonomischer Faktoren erklären.

### **Umgang mit extremen Naturereignissen**

Ob sich extreme Naturereignisse zu Katastrophen ausweiten, hängt von der Vorsorge der Gesellschaft und ihrer Reaktion in Krisensituationen ab. Denn Katastrophen durch extreme Naturereignisse werden nicht durch die Natur allein bestimmt, sondern vor allem durch die Art und Weise, wie die betroffenen Menschen mit Ereignissen umgehen, die den gewöhnlichen Schwankungsbereich überschreiten (Merz, Emmermann, 2006). Somit spielen gesellschaftliche Veränderungen eine wichtige Rolle. Die Zeitskala der erwarteten Klimaänderung ist vergleichbar mit dem Planungshorizont für neue Bauten, Infrastrukturanlagen und Raumnutzungsentscheidungen. Die Berücksichtigung des Faktors Wetter-Klima-Naturkatastrophen als eine sich ändernde Rahmenbedingung wird für Planungsaufgaben immer wichtiger (Planat, 2009).

Aussagen über die zukünftige Entwicklung des Klimas und die regionalen Auswirkungen von Klimaänderungen sind mit sehr großen Unsicherheiten behaftet. Deshalb sind anpassungsfähige Lösungen gefragt, die den heutigen Bedürfnissen genügen und sich flexibel an möglicherweise deutlich andere zukünftige Anforderungen anpassen lassen. So kann ein Frühwarnsystem einfacher an neue Randbedingungen angepasst werden als etwa bauliche Schutzmaßnahmen. Eine Erhöhung des Risikobewusstseins und der Selbsthilfe der Bevölkerung ist eine sinnvolle Maßnahme zur Risi-

koreduzierung – unabhängig davon, ob und wie stark der Klimawandel Häufigkeit und Magnitude von Naturereignissen erhöht.

## Literatur

Barredo, J.I. (2009): Normalised flood losses in Europe: 1970–2006. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 97-104.

Bronstert, A. (2006): Mögliche Einflüsse der Klimaänderungen auf Hochwasser und Dürreereignisse. Workshop des DKKV und ARL, Hannover.

Grünthal, G., Thieken, A., Schwarz, J., Radtke, K., Smolka, A., Merz, B. (2006): Comparative risk assessments for the city of Cologne – storms, floods, earthquakes. *Natural Hazards* 38(1-2), 21-44.

Kron, W., Ellenrieder, T. (2008): Zunehmende Wetterschäden: Was kostet das die Versicherungswirtschaft? *Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung*, Heft 24.08.

Merz, B., Emmermann, R. (2006): Zum Umgang mit Naturgefahren in Deutschland: Vom Reagieren zum Risikomanagement. *GAIA* 15/4 (2006); 265-274.

Münchener Rück. (2009): Globus der Naturgefahren – Globe of Natural Hazards, Version 2009. DVD-ROM.

Münchener Rück. (2008): Topics Geo. Naturkatastrophen 2007. Analysen, Bewertungen, Positionen. Edition Wissen.

Münchener Rück. (2007): Zwischen Hoch und Tief. Wetterrisiken in Mitteleuropa. Edition Wissen.

Münchener Rück. (1999): Naturkatastrophen in Deutschland. Schadenerfahrungen und Schadenpotentiale.

Petrow, T., Zimmer, J., Merz, B. (2009): Changes in the flood hazard in Germany through changing frequency and persistence of circulation patterns. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1409-1423.

Petrow, T., Delgado, J.M.M., Merz, B. (2008): Trends in der Hochwassergefährdung in Deutschland (1951 bis 2002) und Konsequenzen für die Bemessung. *Wasserwirtschaft* 11/2008.

Planat (2009): Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT. Geographisches Institut der Universität Bern/Schweiz, <http://www.planat.ch/> (letzter Zugriff: Sept. 2009).