



# Probabilistisches Erdbebenmodell Deutschland

Glücklicherweise liegt Deutschland nicht wie Japan oder Mexiko am Rand der großen tektonischen Platten, an denen regelmäßig schwere Erdbeben mit Magnituden von 8 und größer auftreten können. Allerdings gibt es in Europa eine solche Plattengrenze im Mittelmeerraum; sie beginnt in Südspanien und verläuft über Italien und Griechenland bis nach Vorderasien. Aufgrund der Kontinentaldrift wirken auf Mitteleuropa die Kräfte der fortwährend nach Norden drängenden afrikanischen Platte ein. Der afrikanische Kontinent kollidiert mit der eurasischen Platte und hat hierdurch die Alpen um mehrere Kilometer emporgehoben. Auch heute noch hebt sich das Gebirge um einige Millimeter pro Jahr. Zusätzlich wirkt die Spreizungszone im Mittelatlantik, an der fortlaufend neues Krustenmaterial erzeugt wird und die Kontinentalplatten zu beiden Seiten des mittelatlantischen Rückens auseinander treibt, von Westen her auf Mitteleuropa ein. Als dritte Komponente wirkt sich die Absenkung des Nordseebeckens auf das Kräftezusammenspiel in Europa aus.

Die an den Rändern wirkenden Kräfte werden auf die gesamte eurasische Platte übertragen und führen dadurch im Inneren zu hohen Spannungen. Diese wirken auf geologische Schwachstellen, z. B. Nahtstellen an früheren Plattenrändern, die in der Zwischenzeit zusammengeschweißt wurden und keine aktiven Ränder mehr darstellen. In Deutschland liegen diese Schwächezonen im Oberrheingraben, in der Niederrheinischen Bucht, im Bereich der Nordalpen und im Böhmischem Massiv. Die so genannten Intraplattenbeben haben in Deutschland nur moderate Maximalmagnituden von 6 - 7. Da die oberflächennahen Beben aber regelmäßig in einer Tiefe von nur 10 - 20 km stattfinden, können sie erhebliche Auswirkungen an der Erdoberfläche im näheren Umkreis des Bebens haben. Zudem liegen einige Erdbebenherde in der Nähe großer Ballungszentren, so dass schon ein moderates Erdbeben mit einer Magnitude von 6,5 ausreicht, um hohe Schäden zu verursachen.

## MODELLBESCHREIBUNG

Um die Erdbebengefährdung in Deutschland geeignet abschätzen zu können, hat die Gen Re ein eigenes Erdbebenmodell entwickelt, das alle relevanten Erdbebenzonen in Deutschland und im angrenzenden Ausland (Benelux, Frankreich, Österreich, Schweiz) beinhaltet.

Grundlage für die Modellierung ist ein Katalog von bekannten, in historischer Zeit aufgetretenen Erdbeben. Für das Modell der Gen Re wurde der Katalog des Geoforschungszentrums Potsdam verwendet und aktualisiert, wobei viele historische Beben rekonstruiert und deren Magnitude anhand von diversen Beobachtungen wie Schäden an Gebäuden sowie ihrer Ausdehnung abgeschätzt wurden. Gemäß der oben beschriebenen Erdbebenaktivität wurde Deutschland in seismogene Zonen eingeteilt, die die beobachteten historischen Beben geologisch den jeweiligen Störungszonen zuordnen. Die Erdbebengefährdung wird dann pro seismogener Zone ermittelt. Durch Diskretisierung in Magnitudenintervalle werden einzelne Szenarien (Magnitude und Frequenz) definiert und die entsprechenden Erdbebenherde an den möglichen Quellorten positioniert, wobei auch Beben im angrenzenden Ausland, z. B. in den Niederlanden oder der Schweiz, berücksichtigt werden. Pro seismogener Zone werden bis zu 400 unterschiedliche Beben simuliert.

Der lokale geologische Untergrund (z. B. Lockersediment) wirkt auf die ankommenden seismischen Wellen wie ein Filter, in dem das seismische Signal entweder verstärkt oder gedämpft, phasenverschoben und in seiner Dauer verändert werden kann. Dabei spielt die Mächtigkeit der Sedimente für die Dauer und Verstärkung eine wesentliche Rolle. Liegt die dominante Periode der seismischen Bodenerschütterung in der Nähe der Eigenperiode des Gebäudes, kommt es zu Frequenzverstärkungen (Resonanzschwingungen), und das Gebäude kann signifikant geschädigt werden. Im Extremfall können die Erschütterungen durch Resonanzeffekte um bis zu einen Faktor von 30 verstärkt werden. Für die Modellierung gehen die Bodeninformationen als gesonderter Parameter ein und modifizieren die Erdbebenstärke an jedem Ort des zugrunde liegenden Simulationsrasters.

Die Schadenanfälligkeit von Gebäuden hängt unter anderem von der Bauweise, den Baumaterialien und dem jeweiligen Untergrund ab. Für jede Gebäudeklassifizierung werden sog. Verwundbarkeitskurven eingesetzt. Die Differenzierung nach Bauartklassen wird nun im Modell auf besiedelte Flächen angewendet. Dazu wurden die sog. Corine-Landnutzungskodierungen für Deutschland verwendet. Diese Landnutzungsdaten geben eine Einteilung der bebauten Fläche in Wohnbebauung, Gewerbegebiete und Industrieflächen an.

## SIMULATIONSMETHODE

Zunächst wird eine hoch auflösende Rasterung der Erdbebenzonen und Siedlungsflächen durchgeführt. Die Auflösung des Modells beträgt 500 x 500 m in Ost-West- bzw. Nord-Süd-Richtung. Für jede mögliche Quelle wird dann die Entfernung zwischen dem Beben und dem möglichen Objekt berechnet. Für die in Deutschland zurzeit noch übliche gröbere Aufteilung der Aggregate auf fünfstellige Postleitzahlen wird ein mittlerer Schadengrad pro Postleitzahlenzone aus allen Rasterpunkten mit Siedlungsflächen ermittelt. Aus der Entfernung und den jeweiligen Untergrundbedingungen wird dann die zu erwartende Erschütterung errechnet und mittels Verwundbarkeitskurven in Schäden transformiert. Die Schäden werden über alle betroffenen Zonen aggregiert und einem Szenario als Gesamtschaden zugeordnet. Im Ergebnis erhalten wir auf diese Weise eine vollständige Beschreibung des Erdbebenrisikos in Deutschland mit allen denkbaren Erdbebenstärken und Erdbebenherden.

Insgesamt werden ca. 13.000 verschiedene Beben simuliert, die alle bekannten Erdbebenzonen und mögliche Erdbebenstärken repräsentieren. Die Ergebnisse können nun für jedes Portefeuille in Form einer Exzesswahrscheinlichkeitskurve des Schadens dargestellt werden. Auf dieser Kurve lässt sich ablesen, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass eine bestimmte Schadenhöhe überschritten wird. Auch können wir den jährlichen Schadenbedarf (als Aggregation der Einzelschäden multipliziert mit ihrer Frequenz) aus der Gefahr Erdbeben berechnen. Weiterhin lassen sich diese Informationen zur Strukturierung von Erst- und Rückversicherungsverträgen, zur Preisfindung von Portefeuille-Deckungen, für Kumulzwecke zur Abschätzung des Schadenpotenzials aus einer Vielzahl von Verträgen oder zur Berechnung des Jahresaggregatschadens eines Portefeuilles verwenden.



[genre.com](http://genre.com)

General Reinsurance AG  
Theodor-Heuss-Ring 11  
50668 Köln  
Tel. +49 221 9738 0  
Fax +49 221 9738 494

© General Reinsurance AG 2013

Foto: © Roger Rössmeyer/corbis

*Diese Informationen wurden von der Gen Re zusammengestellt und dienen als Hintergrundinformationen für unsere Kunden sowie unsere Fachmitarbeiter. Die Informationen müssen eventuell von Zeit zu Zeit überarbeitet und aktualisiert werden. Sie sind nicht als rechtliche Beratung anzusehen. Bitte sprechen Sie mit Ihrem Rechtsberater, ehe Sie sich auf diese Informationen berufen.*