

Wo in Deutschland die Erde bebt

Gottfried Grünthal

Für Menschen fühlbare Erdbeben gehören in Deutschland zu den seltenen Naturphänomenen. Die überwiegende Mehrzahl der **Erdbebenherde** konzentriert sich auf drei Schwächezonen in der Erdkruste: das Rheingebiet, die Schwäbische Alb sowie Ostthüringen und Westsachsen mit dem Vogtländischen Schwarmbebengebiet. Daneben werden auch weitreichende Wirkungen von Beben außerhalb des Landes beobachtet. So erschütterte beispielsweise das Roermond-Erdbeben (Niederlande) am 13. April 1992 ($M=5,9$, $I_0=VII$) Teile

von Nordrhein-Westfalen (**Foto**), Rheinland-Pfalz und benachbarte Bundesländer (**Beitrag Pelzing, S. 46**). Das Friaul-Erdbeben (Italien) am 6. Mai 1976 ($M=6,4$, $I_0=IX-X$) wurde in weiten Teilen von Bayern, Sachsen und Thüringen gespürt und strahlte bis nach Berlin. Die Erdbebenaktivität ist in Deutschland zwar vergleichsweise gering, aber keinesfalls vernachlässigbar. Zahlreiche Schaden verursachende Beben sind aus der Vergangenheit bekannt **3**. Die Zeitspannen dazwischen sind jedoch derart groß, dass die Gefährdung im Vergessenheit gerät. Seit Beginn historischer Überlieferungen vor ca. 1000 Jahren sind innerhalb des heutigen Staatsgebiets insgesamt weniger als 10 Beben durch einstürzende Häuser bekannt geworden. Unmittelbar jenseits der heutigen Grenzen haben sich in

vollständiger Schutz vor Naturgefahren ist jedoch nie zu erreichen. Die Epizentrenkarte der bisher beobachteten Bebenaktivität in Deutschland **4** verdeutlicht, dass die Bebenherde nicht gleichmäßig in der Fläche verteilt sind, sondern sich in wenigen Zonen einer erhöhten Bebenaktivität konzentrieren. Die höchste Bebenaktivität weist die **Seismizitätszone** des Rheingebietes auf, die sich im Süden vom Raum Basel bis in den Raum Köln im Norden erstreckt und sich von dort weiter westlich bis in das niederländische Limburg und nach Belgien fortsetzt. Einen Seismizitätsschwerpunkt im Nieder Rheingebiet stellt der Raum Aachen-Düren dar. Weitere Schwerpunkte befinden sich im nördlichen Oberrheingebiet und im südlichen Teil des Oberrheingrabens. In der Bebenzone der Schwäbischen Alb mit dem Schwer-

Das **Epizentrum** bezeichnet die auf die Erdoberfläche projizierte Lokation des **Erdbebenherdes** (Hypozentrum) bzw. bei größeren Erdbeben des Punktes, von dem die Ruptur auf der Erdbebenherdfläche ihren Ausgang nimmt.

Die Intensität I stellt eine Klassifizierung der Stärke der Bodenerschütterungen auf der Grundlage beobachteter Effekte in einem begrenzten Gebiet wie einer Ortschaft dar. Als Einschätzungsgrundlage dienen die Effekte auf Menschen und Objekte in Häusern sowie das Ausmaß an Gebäudeschäden. Intensitäten sind ein grobes, jedoch robustes Maß zur Stärkeklassifizierung, unterteilt in 12 Intensitätsgrade:

- I nicht gefühlt
- II vereinzelt gefühlt
- III schwach
- IV größtenteils beobachtet
- V stark
- VI leichte Schäden
- VII schadenbringend
- VIII stärker schädigend
- IX zerstörend
- X sehr zerstörend
- XI verwüstend
- XII vollständig verwüstend

Über dem **Hypozentrum** ist die Intensität am größten (maximale oder **Epizentralintensität**) und nimmt mit zunehmender Entfernung vom Epizentrum in Abhängigkeit von der Tiefe des Bebenherdes ab. Intensitäten bieten die einzige Möglichkeit, historische vorinstrumentelle Beben zu klassifizieren.

Die **Magnitude (M)** ist ein von Charles Richter 1935 eingeführtes instrumentelles Maß zur Stärkebestimmung von Beben. Sie wird aus dem Logarithmus des maximalen Ausschlags von Seismographen unter Berücksichtigung der Entfernung zum Erdbebenherd bestimmt. So entspricht die Magnitude 4 einem Beben, welches in 100 km Entfernung mit einem maximal 2800-fach vergrößerten Wood-Anderson-Seismographen aufgezeichnet, einen maximalen Ausschlag auf dem Seismogramm von 1 cm ergibt.

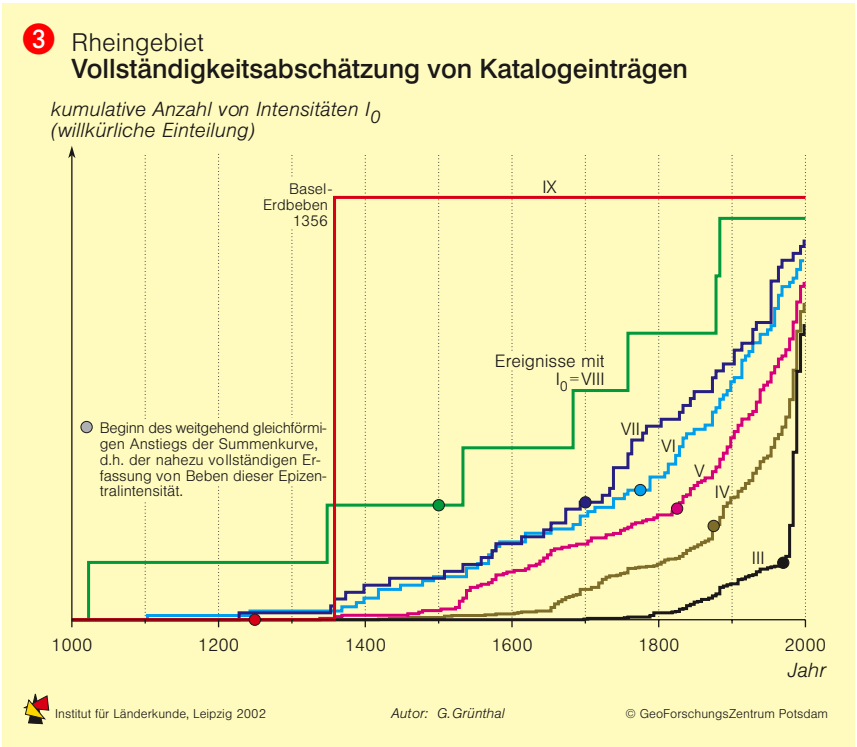
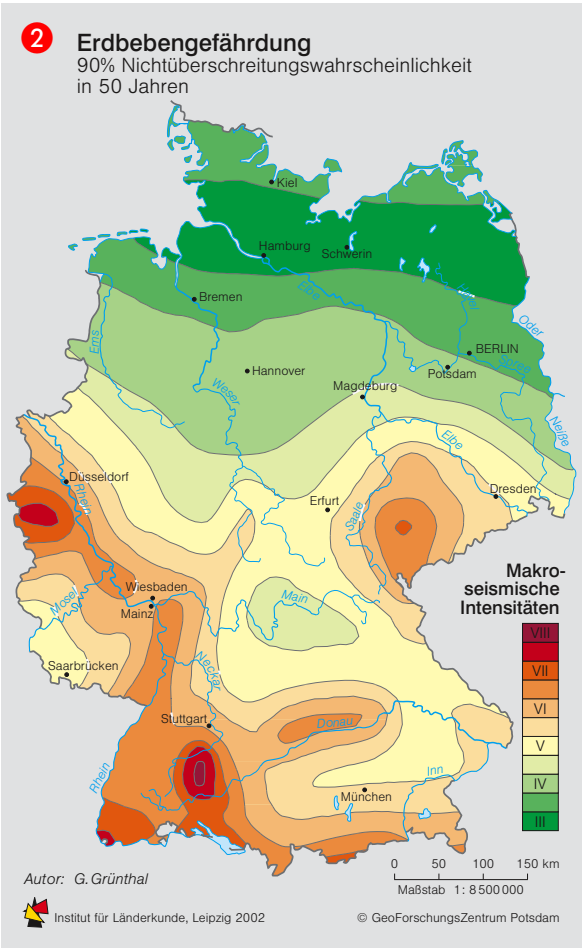
Die **Momentmagnitude** ist ein physikalisch begründetes und mit den übrigen Magnitudenarten abgestimmtes Stärkenmaß auf der Grundlage eines mechanischen Modells einer schlagartig aktivierten Störungsfläche als Reaktion auf eine Spannungsbeanspruchung. Die größte bisher beobachtete Momentmagnitude wurde 1960 mit einem Wert von 9,5 beim Chile-Erdbeben erreicht.

Zwischen den Magnitudenarten und der Intensität bestehen Umrechnungsbeziehungen, um die verschiedenen Größen ineinander zu überführen und auch historische Beben in Form von Magnituden zu klassifizieren.

1

Ausgewählte Schadenbeben der letzten 250 Jahre

Datum	Ort und maximale Intensität	Magnitude	Tote; beschädigte Gebäude (bG); Schadenshöhe
18.02.1756	Düren (östl. Aachen)	VIII	6,1 Tote
26.08.1878	Tollhausen (westl. Köln)	VIII	5,9 Tote
16.11.1911	Albstadt (südl. Tübingen)	VIII	6,1 6250 bG; 0,75 Mio. RM
27.06.1935	Saulgau (nord-östl. Konstanz)	VII-VIII	5,8
28.05.1943	Albstadt	VIII	5,6
14.03.1951	Euskirchen (westl. Bonn)	VII-VIII	5,7
03.09.1978	Albstadt	VII-VIII	5,7 6850 bG; 275 Mio. DM
13.04.1992	Heinsberg / Roermond (NL)	VII	5,9 7200 bG 250 Mio. DM



dieser Zeit jedoch katastrophale Beben ereignet; so z.B. das Basel-Erdbeben am 18. Oktober 1356 ($I_0=IX$), zu dem von zahlreichen eingestürzten Gebäuden und 300 Toten berichtet wird. Mit derartigen Bebenszenarien ist prinzipiell auch in Deutschland zu rechnen. Daher trägt die nationale Norm DIN 4149 zum erdbebengerechten Konstruktionsentwurf von Bauten dazu bei, einen angemessenen Schutz der Bewohner vor Erdbebenschäden zu gewährleisten. Ein

punkt Albstadt wurde 1911 eines der größten Beben Deutschlands mit einer Epizentralintensität von VIII ($M=6,1$) registriert **1**. Mit den weiteren Schadenbeben in den Jahren 1943 und 1978 setzte diese Seismizitätszone den weitaus größten Teil der Bebenenergie des 20. Jhs. in Deutschland frei. Ein weiteres Bebengebiet erstreckt sich vom Schwarmbebengebiet des Vogtlandes über Ostthüringen und den westlichen Teil Sachsens über den



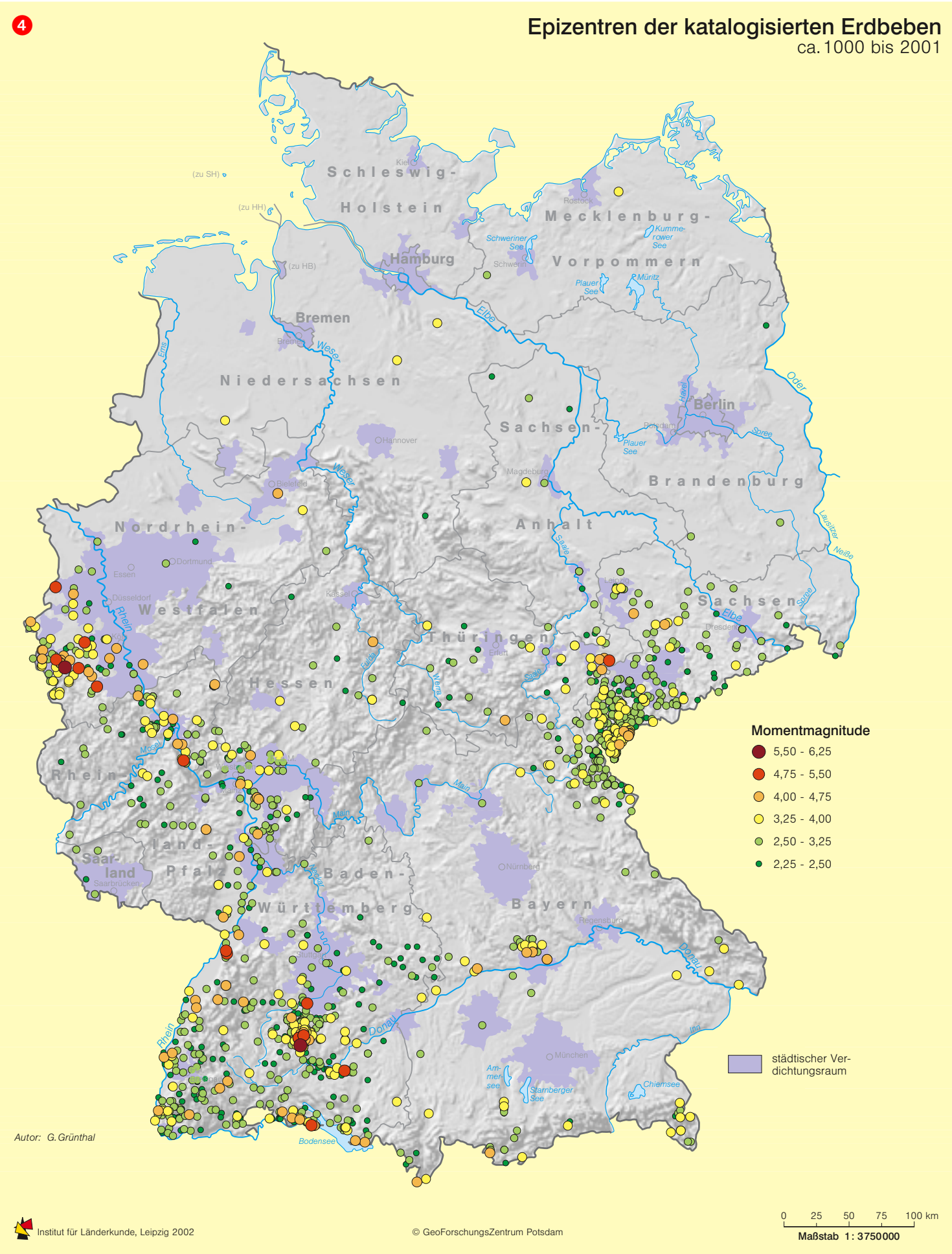
Schwere Schäden gab es beim Erdbeben von Roermond am 13. April 1992 auch in Bonn.

Raum Gera bis nach Leipzig. Das stärkste Beben dieses Raumes ereignete sich am 3. März 1872 östlich von Gera mit einer Intensität von VII. Bei Vogtländischen Bebenschwärmen, z.B. in den Jahren 1903, 1908 und im Winter 1985/1986, werden bis zu ca. 10.000 Beben instrumentell registriert mit bisher stärksten Stößen $M = 4,7$ und moderaten Intensitäten von VI-VII.

Die übrigen Gebiete Deutschlands sind keinesfalls als bebenfrei anzusehen, weisen aber eine nur sehr geringe Beben-tätigkeit auf. Die Erdbeben ereignen sich in Deutschland hauptsächlich im Tiefenbereich von 5-20 km mit dem Schwerpunkt der seismischen Energiefreisetzung in ca. 10 km.

Zur Erfassung der Beben-tätigkeit ist derzeit ein ca.100 Registrierorte umfassendes Seismometernetz in Betrieb. Die ersten Seismographen wurden zu Beginn des 20. Jhs. eingesetzt. Aus der vorinstrumentellen Zeit existieren z.T. außerordentlich detaillierte Berichte über Bebenwahrnehmungen oder beobachtete Schäden in zumeist städtischen Chroniken. Diese historischen Quellen erlauben die Erweiterung des Bebenkatalogs bis zu den Anfängen chronischer Aufzeichnungen.

Es ist klar, dass die Katalogeinträge um so unvollständiger werden und nur die stärksten Beben erfassen, je weiter man zurückblickt. Eine anschauliche Form der Analyse der Vollständigkeit der katalogisierten Daten illustriert die Graphik ③, in der exemplarisch für das Rheingebiet für einzelne Intensitätsklassen (III-IX) deren Nennung im Katalog ab dem Jahr 1000 dargestellt ist. So ergibt sich für die Einträge z.B. der Intensität VIII ein weitgehend gleich-



förmiger Anstieg seit etwa 1500. Für Beben der Intensität VII ist ein hinreichend gleichförmiger Anstieg der Kurve ab etwa 1700 zu beobachten, für die Intensität VI ab ca. 1775 usw. Basierend auf den so ermittelten Vollständigkeitslassen lassen sich anhand der beobachteten Beben-tätigkeit statistische Aussagen über die mittleren Wiederkehrperioden

von Beben treffen. Auf der Grundlage solcher statistischer Angaben für die einzelnen Erdbebenherd-zonen lassen sich Erdbebengefährdungskarten für verschiedene Wahrscheinlichkeitsniveaus berechnen. Die Karte ② für die 90%-Nichtüberschreitenswahrscheinlichkeit in 50 Jahren bildet die seismologische Grundlage für die Ableitung

der Erdbebenzonen der neuen erdbebengerechten Baunorm. ♦