



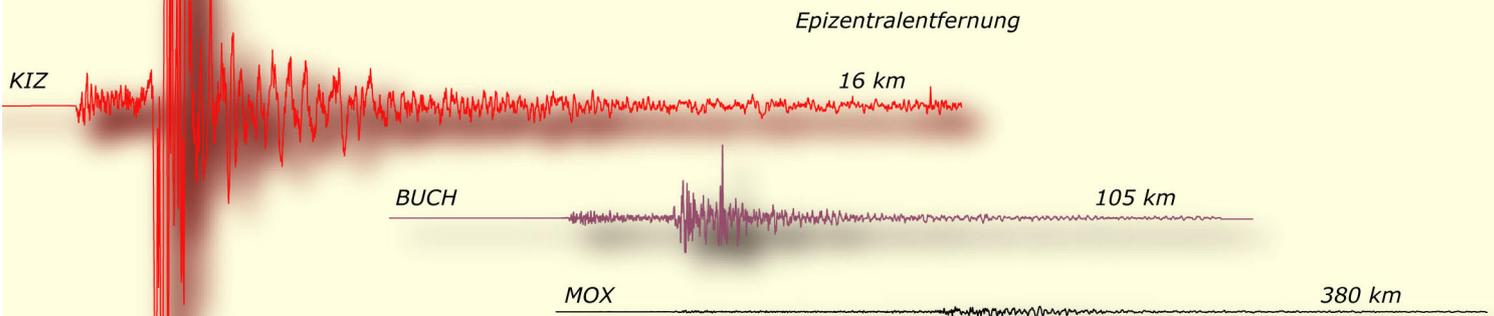
Wie bestimmt man die Stärke eines Erdbebens?

Ein tektonisches Erdbeben ist ein *Bruch* im Gestein in Form einer ruckartigen Verschiebung zweier Gesteinskomplexe gegeneinander. Die Verschiebung erstreckt sich dabei über eine Fläche (*Bruch- oder Herdfläche*) von ganz unterschiedlichem Ausmaß:

- kleine Beben etwa bis Fußballfeldgröße (0,005 km²)
- Beben bei Waldkirch (Landkreis Emmendingen am 05.12.2004) ca. 2 km²
- Sumatrabeben vom 26.12.2004 etwa 100.000 km².

Der Verschiebungsbetrag liegt im Millimeterbereich für kleine und über 10 m bei den größten Beben. Könnte man diese Werte direkt erfassen, hätte man ein sehr

gutes Maß für die **Größe des Erdbebens** (*seismisches Moment*). Die Bruchflächen sind aber für direkte Messungen nicht zugänglich, weil sich die Vorgänge im sogenannten *Hypozentrum* oder *Erdbebenherd* meist in einigen Kilometern Tiefe im Erdinneren abspielen. Der Punkt an der Erdoberfläche direkt über dem Hypozentrum heißt *Epizentrum*. Also muss man sich mit indirekten Messungen behelfen, die in Form von Seismogrammen zur Verfügung stehen. Seismogramme sind Aufzeichnungen der Bodenbewegung an Messstationen, die in verschiedenen Entfernungen (für große Beben weltweit verteilt) aufgestellt sind. Aus den Seismogrammen kann man die **Energie eines Bebens** ermitteln. Die beim Beben frei werdende Energie seismischer Wellen ist das, was man üblicherweise unter der **Stärke des Erdbebens** versteht. Größe und Stärke eines Erdbebens stehen in einem engen Zusammenhang, die Stärke ist aber leichter zu messen.



Seismogramme des Waldkirchbebens vom 05.12.2004 an den Stationen Kirchzarten (KIZ), Bad Urach (BUCH) und Moxa/Thüringen (MOX): die Amplitude nimmt jeweils um den Faktor 10 ab.

Diese Idee hat Charles F. Richter 1935 entwickelt und eine Stärkeskala (*Richterskala*) eingeführt, die die sogenannte **Magnitude** (aus der Sterngrößenklassifizierung der Astronomie übernommen) eines Bebens bestimmt. Es handelt sich um eine logarithmische Skala, d. h. wenn die freigesetzte Energie um den Faktor 30 zunimmt, erhöht sich der Wert der Magnitude um eins. Ein Beben der Magnitude 9 (wie etwa bei Sumatra) hat damit eine millionenfach höhere Energie als ein Beben der Magnitude 5 (etwa das bei Waldkirch am 05.12.2004).





Der Ausschlag der Bodenbewegung (*Amplitude*) nimmt mit der Entfernung vom Erdbebenherd rasch ab, wie aus der Abbildung deutlich wird. Um trotzdem daraus die Magnitude bestimmen zu können, musste Richter eine Entfernungskorrektur für die gemessenen Amplituden einführen, die er speziell für kalifornische Daten entwickelte. Diese Korrektur ist auf andere Regionen (wie z. B. Europa) nur bedingt übertragbar, was dazu geführt hat, dass die verschiedenen Seismologischen Dienste eine Vielzahl von Magnitudenformeln eingeführt haben. Sie beruhen zwar alle auf den Prinzipien, die Richter vorgegeben hat, sind aber im Detail durchaus verschieden. Für Erdbeben, die von unterschiedlichen Agenturen bearbeitet werden, kann es daher zu voneinander abweichenden Magnitudenangaben kommen.

Für Baden-Württemberg und Umgebung wird ebenfalls eine eigene Magnitudenformel benutzt, die mit den vom Landeserdbebendienst (LED) betriebenen Messstationen optimale Magnitudenwerte liefert. Die entsprechende Untersuchung wurde 2006 von S. Stange publiziert.

er Vergleich mit den Nachbaragenturen ergibt folgendes Bild: Die Magnituden des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED) liegen im Schnitt um 0,1 bis 0,2 niedriger als die des LED, die des französischen Dienstes (LDG) — entsprechend auch des EMSC in Paris — um 0,5 und mehr Einheiten höher. Diese Problematik ist in der Fachwelt bekannt; eine Lösung, die zu einheitlichen Werten führt, ist derzeit nicht in Sicht.

Hinzu kommt, dass die Magnitudenbestimmung wie jede physikalische Messung mit Ungenauigkeiten behaftet ist, die beim LED in der Regel mit einem Spielraum von $\pm 0,1$ bis $\pm 0,2$ Einheiten angegeben werden. Dies rührt vor allem daher, dass der angegebene Magnitudenwert als Mittelwert (*Median*) etlicher Einzelmessungen — jeweils eine für jede Seismometerstation — berechnet wird. Die Amplitude der Bodenbewegung an einer Station wird von der Orientierung zum Epizentrum, vom Laufweg der seismischen Wellen und vom geologischen Untergrund wesentlich beeinflusst. Daraus wird auch deutlich, dass die Magnitude um so verlässlicher werden kann, je mehr Stationen mit guter geographischer Verteilung beteiligt sind.

Diese Ausführungen beziehen sich auf die sogenannte *Lokalmagnitude* (ML), deren Gültigkeit bis etwa 1000 km Epizentralentfernung reicht. Für weiter entfernt liegende und stärkere Beben werden im Allgemeinen andere Varianten der Magnitude benutzt, so etwa die *Raumwellenmagnitude* (mb), die *Oberflächenwellenmagnitude* (MS) oder die *Momentenmagnitude* (MW).

Die Richterskala wird oft als „nach oben offen“ bezeichnet, um sie von anderen diskreten Erdbebenskalen zu unterscheiden. Genau genommen ist sie auch „nach unten offen“. De facto können aus physikalischen Gründen auf der Erde Beben mit einer Magnitude über 10 wahrscheinlich nicht auftreten.

Was sagt die Magnitude über die Auswirkungen eines Erdbebens aus?

Wie beschrieben nimmt die Amplitude der Bodenbewegung und damit die Wirkung (Spürbarkeit, Schadensverursachung) eines Erdbebens mit der Entfernung vom Hypozentrum rasch ab. Die Magnitude, die mit einer einzigen Zahl die Stärke des Erdbebens beschreibt, ist als Maß für diese Auswirkungen ungeeignet, weil Entfernung und Tiefenlage des Erdbebens sowie die jeweiligen Untergrundverhältnisse eine entscheidende Rolle spielen. Für die Wirkung der Bodenbewegung an unterschiedlichen Orten wurden deshalb andere Skalen entwickelt, z. B. die Europäische Makroseismische Skala (EMS98), welche die Spürbarkeit oder Schäden auf 12 diskrete Intensitätsgrade verteilt angibt. Jedes Beben hat also nur *eine* Magnitude, jedoch von Ort zu Ort *unterschiedliche* Intensitäten. Man kann mit empfindlichen Seismometern in großer Entfernung sehr wohl die Magnitude eines Erdbebens bestimmen, damit jedoch keine genauen Aussagen über die Auswirkungen in der Umgebung des Epizentrums treffen. Hierzu benötigt man Messungen bzw. Beobachtungen direkt vor Ort.

Stand der Informationen: 18.01.2008
 Ansprechpartner: Dr. Stefan Stange
 Referat 98: Landeserdbebendienst
 Tel.: 0761/208-3085
 E-Mail: led@rpf.bwl.de

