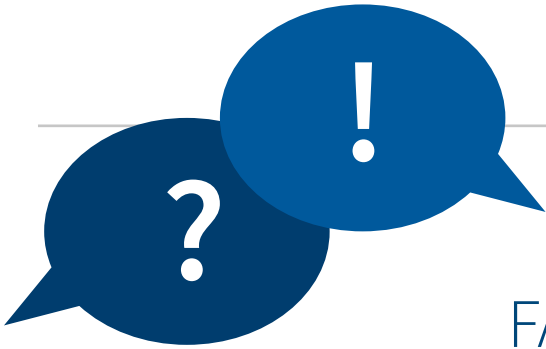


FAQ Erdbeben

1. Was sind Erdbeben und wie entstehen diese?
2. Wie viele Erdbeben ereignen sich im Jahr weltweit?
3. Welche Geräte werden zur Erfassung von Erdbeben eingesetzt?
4. Wo treten die meisten Erdbeben auf?
5. Können Erdbeben vorhergesagt werden?
6. Warum werden manchmal leicht unterschiedliche Angaben zur Stärke eines Erdbebens veröffentlicht?
7. Wo erhalte ich Information über aktuelle und vergangene Erdbeben?
8. Wie kann ich mich bei einem Erdbeben schützen?
9. Wie viel Energie wird bei einem Beben freigesetzt?
10. Wie groß ist die Erdbebengefährdung in Deutschland?
11. Welches war das stärkste Beben in Deutschland?
12. Was bedeutet Epizentrum?
13. Was ist die Intensität eines Erdbebens?
14. Was ist eine Erdbeben-Magnitude?
15. Was ist eine Richter-Skala?
16. Welches war das stärkste jemals gemessene Beben?
17. Welche Magnitudenangaben werden unterschieden?
18. Können Wohngebäude so errichtet werden, dass sie Erdbeben standhalten?
19. Warum kann sich der Untergrund bei einem Erdbeben verflüssigen?



FAQ Erdbeben

1. Was sind Erdbeben und wie entstehen diese?

Erdbeben sind Bruchprozesse im Gestein, die zu Erschütterungen der Erdoberfläche führen. Die meisten Schadensbeben bisher haben tektonischen Ursprung (tektonische Erdbeben). Sie entstehen durch eine plötzliche Verschiebung entlang einer Bruchfläche in der Erdkruste und der daraus resultierenden Freisetzung der angesammelten elastischen Energie. Diese Bruchzonen finden sich vor allem an Platten Grenzen. Neben den tektonischen Ursachen gibt es aber auch andere Ursachen für Erdbeben.

2. Wie viele Erdbeben ereignen sich im Jahr weltweit?

Sehr starke Erdbeben mit Magnituden über acht ereignen sich weltweit im Durchschnitt einmal im Jahr. Erdbeben der Magnitude zwischen sieben und acht treten im Schnitt 15-mal im Jahr auf. Erdbeben mit Magnituden über sieben können verheerende Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. Moderatere Erdbeben mit der Stärke fünf bis sechs ereignen sich weltweit bis zu 1.300 Mal jährlich, kleinere Beben zwischen Magnituden von drei bis vier ereignen sich im Schnitt geschätzte 130.000 Mal/Jahr. Erdbeben mit Magnitude drei werden in der Regel von Menschen noch gespürt, wenn sich diese in der Nähe des Erdbebenherdes aufhalten, führen in den allermeisten Fällen aber nicht mehr zu Schäden.

3. Welche Geräte werden zur Erfassung von Erdbeben eingesetzt?

Erdbeben werden in der Regel mit Seismometern erfasst. Seismometer werden dazu weltumspannend an der Erdoberfläche an besonders „ruhigen Orten“ aufgestellt, zumeist in seismologischen Observatorien. Dies können alte Stollen, Keller in abgelegenen Gebäuden oder auch eigene Konstruktionen im Gelände

sein. Die bekanntesten seismologischen Observatorien in Deutschland stehen im Schwarzwald (Station BFO bei Schlitach), in Bayern (Station WET bei Wetzell), oder in Thüringen (Station MOX bei Jena). Das Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) betreibt in Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen in anderen Ländern weltweit seismologische Stationen. Alle Observatorien zeichnen ihre Daten mit einheitlicher Zeitbasis auf (Koordinierte Weltzeit, UTC), so dass die Daten eines aufgezeichneten Erdbebens zusammengeführt und gemeinsam ausgewertet werden können. Neben den klassischen Observatorien werden Seismometer mittlerweile auch am Meeresboden, an aktiven Vulkanen, auf Eisschollen und Gletschern oder zeitweilig auch auf dem Mond betrieben.

4. Wo treten die meisten Erdbeben auf?

Die obersten Schichten der Erde bestehen aus zahlreichen starren Platten (tektonische Platten), die aneinander gleiten, sich voneinander weg oder untereinander schieben. Die stärksten Erdbeben treten in der Regel an Plattengrenzen auf. Stark betroffen sind beispielsweise die Westküste Nord- und Südamerikas, Indonesien, Japan, Zentralasien und Teile von China oder die Türkei und in Europa vor allem Italien, Griechenland und Island, wo immer wieder Starkbeben vorkommen.

5. Können Erdbeben vorhergesagt werden?

Nein, Erdbeben können nicht auf Tag, Ort und Stärke vorhergesagt werden. Allerdings entwickeln Seismologen heutzutage seismische Gefährdungskarten, in denen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von starken Bodenerschütterungen durch tektonische Erdbeben für einen festgelegten Zeitraum angegeben werden kann.



FAQ Erdbeben

6. Warum werden manchmal leicht unterschiedliche Angaben zur Stärke eines Erdbebens veröffentlicht?

Ein Grund kann sein, dass unterschiedliche „Stärke-Skalen“ angegeben werden. So gibt es z.B. mehrere Magnitudenskalen für Erdbeben, die auf unterschiedlichen Typen von Daten und Auswertungen beruhen. Ansonsten können Gründe darin liegen, dass z.B. kurz nach Auftreten eines Erdbebens die verschiedenen Dienste und Observatorien erst mal nur auf unterschiedliche Messstationen zugreifen können und noch nicht alle Daten vollständig austauschen oder auswerten konnten. Das kann ein Grund für leicht unterschiedliche Ergebnisse für ein und dieselbe Magnitudenskala sein. So enthalten zum Beispiel die ersten schnellen Aussagen über die Stärke eines Erdbebens aufgrund der noch geringen Datenmenge größere Unsicherheiten. Im Laufe der Zeit werden immer mehr Daten von immer mehr Messstationen ausgewertet und somit die Aussagen über die Stärke eines Erdbebens präziser.

7. Wo erhalte ich Information über aktuelle und vergangene Erdbeben?

Das Deutsche GeoForschungsZentrum in Potsdam betreibt ein weltweites Stationsnetz von über 100 Stationen an denen Seismometer die Bodenerschütterungen erfassen. Insgesamt gibt es nur wenige dieser globalen Netze, die jedoch alle eng zusammenarbeiten. Je dichter das Messnetz ist, desto schneller lassen sich die Lage des Erdbebenherdes und die Stärke des Bebens ermitteln. Die Standorte der Messstationen des GEOFON-Netzes können Sie hier abrufen. GEOFON steht für GEOForschungsNetzwerk. Globale aktuelle Erdbebenmeldungen finden Sie unter www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Services.

8. Wie kann ich mich bei einem Erdbeben schützen?

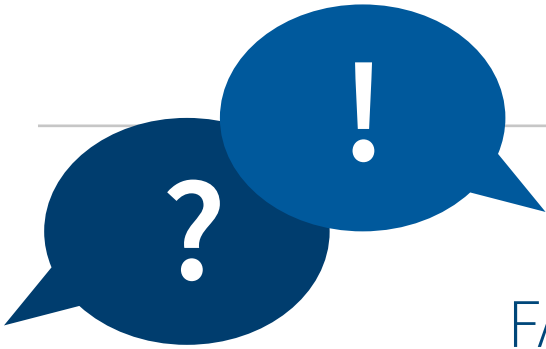
Bei Aufenthalt im Gebäude:

Einen konkreten Schutz vor Erdbeben gibt es nicht, auch weil diese noch nicht vorhergesagt werden können. Das Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) in Potsdam hat aber eine Liste mit Verhaltensregeln veröffentlicht: Bleiben Sie ruhig! Keine Panik! Springen Sie nicht aus dem Fenster oder vom Balkon! Suchen Sie sofort Schutz unter einem schweren stabilen Möbelstück (z. B. Tisch) und halten Sie sich fest, solange die Erschütterung dauert, auch wenn sich das Möbel bewegt. Ist das nicht möglich, flüchten Sie unter einen stabilen Türrahmen oder legen Sie sich auf den Boden nahe einer tragenden Innenwand und weg von Fenstern und schützen Sie Kopf und Gesicht mit verschränkten Armen. Bleiben Sie im Haus solange die Erdbebenerschütterungen anhalten! Am gefährlichsten ist der Versuch, das Gebäude während des Bebens zu verlassen. Man kann durch fallende Gegenstände oder Glassplitter verletzt werden. Ausnahme: Sie befinden sich bei Beginn der Erschütterung im Erdgeschoss in Nähe einer Außentür, die direkt ins Freie führt (Garten oder offener Platz, nicht enge Straße). Kein Treppenhaus begehen! Keinen Fahrstuhl benutzen!

Bei Aufenthalt im Freien:

Suchen Sie schnellstmöglich einen freien Platz auf, entfernt von Gebäuden, Straßenlampen und Versorgungsleitungen – bleiben Sie dort, bis die Erschütterungen abgeklungen sind.

Wenn Sie Auto fahren, steuern Sie es sofort an den Straßenrand, weg von Gebäuden, Bäumen, Überführungen und Versorgungsleitungen. Bleiben Sie im Fahrzeug, solange die Erschütterungen anhalten. Schalten Sie das Autoradio ein. Befahren Sie keine Brücken, Kreuzungen oder Unterführungen! Nach dem Beben fahren Sie mit größter Vorsicht weiter (vermeiden Sie dabei Brücken und Rampen, die durch das Beben beschädigt sein könnten) oder lassen Sie das Auto ganz stehen (siehe 6.). Befinden Sie sich bei Be-



FAQ Erdbeben

ginn der Erschütterungen am Fuße eines Steilhanges, dann bewegen Sie sich umgehend von diesem weg (Gefahr von Erdrutschen oder Steinschlag!).

Verspüren Sie Erdbebenererschütterungen an einer flachen Küste, dann rennen Sie so schnell wie möglich landeinwärts auf möglichst höheres Niveau. Das Erdbeben kann (u. U. bis zu 30 m hohe) Meereswogen auslösen (Tsunami). Diese treffen manchmal erst lange nach Abklingen der Bebenerschütterungen ein. Auch kann eine zweite Woge wesentlich später folgen. Deshalb verlassen Sie Ihren erhöhten Zufluchtsort erst, wenn offizielle Tsunami-Entwarnung gegeben wird.

9. Wie viel Energie wird bei einem Beben freigesetzt?

Bei einem Erdbeben der Magnitude 3, einem Beben, das der Mensch unter günstigen Bedingungen noch spüren kann, wird z.B. eine seismische Energie von ca. zwei Milliarden Joule freigesetzt, was 555,6 Kilowattstunden (kWh) entspricht. Mit jeder weiteren Magnitudenstufe erhöht sich die Energie um den Faktor 30. 2010 betrug der durchschnittliche Energieverbrauch eines Privathaushaltes 66 GJ, entsprechend 18,335 MWh, was einer Erdbebenmagnitude von 4 entspricht. Ein schadensträchtiges Beben der Magnitude 7 setzt schon eine seismische Energiemenge von 450 Gigawattstunden frei, 10 Prozent der jährlichen elektrischen Energie, die ein Block eines modernen Kohlekraftwerks bereitstellt. Insgesamt verbrauchten 2011 alle privaten Haushalte in Deutschland 2194 PJ (Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 10/2012), was in etwa einem Beben der Magnitude 9 entspricht.

10. Wie groß ist die Erdbebengefährdung in Deutschland?

Die Erdbebengefährdung in Deutschland ist im globalen Vergleich zwar relativ gering, aber nicht vernachlässigbar. Insbesondere im Rheingebiet, auf der Schwäbischen Alb sowie in Ostthüringen und West-

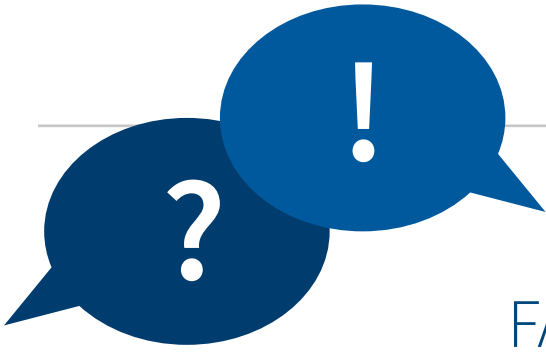
sachsen mit dem Vogtländischen Schwarmbebengebiet kommt es immer wieder zu kleineren Erdbeben. Deutlich fühlbare oder gar schadenverursachende Erdbeben gehören in Deutschland allerdings zu den seltenen Ereignissen.

11. Welches war das stärkste Beben in Deutschland?

Das stärkste historisch nachgewiesene Erdbeben mit einer Magnitude von schätzungsweise 6,1 ereignete sich am 18.2.1756 im deutschen Teil der Niederrheinischen Bucht im Raum Köln-Aachen-Düren. Ein Mensch kam ums Leben. Würde sich ein ähnlich starkes Erdbeben wie das von 1756 heute an gleicher Stelle ereignen, dann wären die Auswirkungen aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte deutlich gravierender. Köln hatte 1750 beispielsweise mit weniger als 50.000 Einwohnern knapp ein Zwanzigstel der heutigen Bevölkerung. Eines der stärksten Erdbeben in Deutschland der jüngeren Vergangenheit ereignete sich am frühen Morgen des 13. April 1992 im deutsch-niederländischen Grenzgebiet. Das Epizentrum lag vier Kilometer südwestlich von Roermond in den Niederlanden, der Herd des Bebens mit der Stärke 5,9 befand sich in einer Tiefe von 18 Kilometern. In Nordrhein-Westfalen wurden mehr als 30 Personen vor allem durch herabfallende Dachziegel und Schornsteine verletzt.

12. Was bedeutet Epizentrum?

Das Epizentrum befindet sich an der Erdoberfläche senkrecht über einem Erdbebenherd, dem Ort in der Erdkruste, wo der Bruch beginnt sich auf der Bruchfläche auszubreiten.



FAQ Erdbeben

13. Was ist die Intensität eines Erdbebens?

Es gibt in der Erdbebenforschung zwei Skalen, um Erdbeben bzw. Erdbebenererschütterungen zu klassifizieren. Beide werden oft verwechselt. Die Magnitudenskala ist dabei ein Maß für die beim Bruchprozess freigesetzte Energie im Erdbebenherd. Dagegen klassifiziert die Intensitätsskala die Erschütterungen/Schwingungen an einem beliebigen Ort auf der Erdoberfläche nach der Art der Erschütterungswahrnehmungen durch Menschen und dem Grad der Erdbebenschäden. Diese Intensitätsskala (manchmal auch nach ihren Autoren abgekürzt als MSK oder MM bzw. (die neueste Version für Europa) EMS98 bezeichnet), unterteilt die Erdbeben in zwölf Klassen. Eine Intensität von 12 entspricht damit einem Totalschaden. Wenn die entsprechenden maximalen Erschütterungen nicht für eine beliebige Entfernung vom Erdbebenherd, sondern für den Bereich direkt über diesem, im sogenannten Epizentrum, gemeint sind, dann spricht man von der sogenannten Epizentralintensität I_0 . Sie ist in der Regel die größte bei einem Beben beobachtete Intensität. Die Erdbebenintensitätsskala ist aufgrund ihres räumlichen Charakters vergleichbar mit der Windstärkeskala nach Beaufort, die ebenfalls 12 Klassen hat - von Windstille bis zum verheerenden Orkan.

14. Was ist eine Erdbeben-Magnitude?

Die Magnitude ist das logarithmische Maß für die seismische Energie, die bei einem Erdbeben im Erdbebenherd freigesetzt wird. Zur Bestimmung der Magnitude müssen die Bodenbewegungen als Seismogramme mit Seismometern gemessen werden. Eine Erhöhung der Magnitude um eine Einheit entspricht einer Vergrößerung der Bodenbewegung um den Faktor 10 und

einer Erhöhung der Energie auf etwa das 30fache. Während die Magnitude ein Maß für die freigesetzte Energie im Erdbebenherd ist, klassifiziert eine Intensität die Erschütterungen an einem beliebigen Ort auf der Erdoberfläche.

15. Was ist eine Richter-Skala?

Eine vom amerikanischen Seismologen Charles Francis Richter 1935 entworfene Magnituden-Skala für Kalifornien, die die mit einem speziellen Seismographen (Wood Anderson Seismograph) gemessene Bodenbewegung der erstankommenden Wellen logarithmisch einordnet. Die Richter Skala wurde ursprünglich für Stationen in wenigen hundert Kilometer Entfernung definiert. In den Folgejahren wurden weitere Magnitudenskalen entwickelt, bei denen Stationen in größeren Entfernungen einbezogen und teilweise andere Wellentypen ausgewertet werden.

16. Welches war das stärkste jemals gemessene Beben?

Das Shaanxi-Erdbeben in China von 1556 gilt als das verheerendste Beben in der Menschheitsgeschichte mit ca. 830.000 Toten und einer geschätzten Magnitude von 8. Das stärkste Beben der letzten hundert Jahre fand in Chile am 22.5.1960 mit einer Magnitude (Momentmagnitude) von 9,5 statt. Am 28.3.1964 ereignete sich in Alaska im Prince William Sound ein Beben der Magnitude von 9,1. Weitere Starkbeben ereigneten sich am 26.12.2004 im Indischen Ozean vor der Nordostküste Indonesiens mit einer Magnitude von 9,2 und am 11.03.2010 im Pazifik vor der Ostküste Japans mit einer Magnitude von 9,0. Alle vier Erdbeben ereigneten sich untermeerisch und lösten verheerende Tsunamis aus.



FAQ Erdbeben

17. Welche Magnitudenangaben werden unterschieden?

Die Lokalbebenmagnitude (ML) wird aus den erstankommenden Wellen nur an relativ nahe gelegenen Messstationen bestimmt. Normalerweise gilt diese Magnitudenskala für Entfernungen bis einige hundert Kilometer zwischen Beben und Station. Dagegen verwendet die Raumwellen-Magnitude (mb) seismische Wellen, die durch das tiefe Erdinnere laufen und an Stationen aufgezeichnet werden, die mehr als 2000 km entfernt sind. Die Ermittlung dieser Magnitude erfolgt immer noch sehr schnell. Für starke Erdbeben ($> mb 6$) gilt die Raumwellen-Magnitude jedoch als gesättigt, so dass die Magnitude sich kaum mehr erhöht, obwohl das Erdbeben sehr viel stärker war. Oberflächenwellen laufen relativ langsam entlang der Erdoberfläche (Geschwindigkeiten von etwa 3-4 km/s verglichen mit 8-14 km/s für die Raumwellen im Erdinnern), können aber in großen Entfernungen zum Erdbebenherd noch gut gemessen werden. Die aus diesen Wellen bestimmte Oberflächenwellen-Magnitude (MS) sättigt erst bei stärkeren Erdbeben, und wurde lange Zeit zur Charakterisierung von Starkbeben verwendet. Die langsame Ausbreitungsgeschwindigkeit bedingt jedoch, dass MS erst einige Zeit nach dem Erdbeben vorliegt. Heutzutage werden Erdbeben und stärkere Erdbeben vor allem mit der Momentenmagnitude (Mw) charakterisiert, die nicht mehr sättigt und direkt mit den physikalischen Parametern am Erdbebenherd verknüpft werden kann. Zur Bestimmung dieser Magnitude werden in der Regel theoretische Seismogramme für die Erde berechnet und mit Beobachtungen verglichen. Bei Starkbeben werden im Wesentlichen Oberflächenwellen verglichen, weshalb auch Mw nicht unmittelbar nach Eintreten des Erdbebens vorliegen kann.

18. Können Wohngebäude so errichtet werden, dass sie Erdbeben standhalten?

Einen vollkommenen Schutz vor Erdbeben gibt es nicht. Dennoch helfen geeignete Baumaßnahmen, die Einsturzgefährdung eines Bauwerks auch bei starken Beben erheblich zu reduzieren. Vorteilhaft ist beispielsweise die Verwendung von Stahlträgern beim Bau in erdbebengefährdeten Gebieten. Weltweite Standards gibt es jedoch nicht, aber zumindest für Europa wurden die Anforderungen zur Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben zusammengefasst (EUROCODE 8). Für Hochbauten, Brücken, Rohrleitungen, Türme und Schornsteine wurden hier Sicherheitsstandards festgelegt.

19. Warum kann sich der Untergrund bei einem Erdbeben verflüssigen?

Besteht der Untergrund aus Sediment, also Ton-, Lehm-, Sand- oder auch Kies kann es passieren, dass durch den Druck der Erdbebenwellen sich die Sandkörner verdichten wollen. Das in Poren und Zwischenräumen eingeschlossene Wasser verhindert dies aber. Dadurch steigt der Druck im Wasser und drängt die Körner auseinander. Die Festigkeit des Sediments wird dadurch reduziert und der Untergrund verflüssigt sich bzw. wird matschig. Dieser Effekt lässt sich beispielsweise auch am Sandstrand in der Nähe zur Wasserlinie nachvollziehen. Wird auf den feuchten, wenn auch zunächst festen Sandboden mehrfach an eine Stelle getreten, verflüssigt sich der mechanisch beanspruchte Bereich. Fachleute nennen diese Verflüssigung auch Thixotropie. Bei einem Erdbeben in Christchurch, Neuseeland im Februar 2011 verursachte ein verhältnismäßig schwaches Beben der Stärke 6,2 enorme Schäden durch Bodenverflüssigungen. Einige Gebäude stürzten ein oder wurden durch die eindringenden Schlamm Massen unbewohnbar.