

ERDBEBENSCHUTZ RATGEBER



ERDBEBENSITUATION IN ÖSTERREICH
ANLEITUNG FÜR VORBEUGENDE MASSNAHMEN

BM.I



REPUBLIK ÖSTERREICH
BUNDESMINISTERIUM FÜR INNERES

.ERDBEBENSCHUTZRATGEBER

Erstellt vom
Österreichischen Erdbebendienst der
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Impressum: Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Inneres, Abteilung II/4, Staatliches Krisen- und Katastrophenschutzmanagement sowie Zivilschutz, Herrngasse 7, 1014 Wien

Für den Inhalt verantwortlich: Univ.-Doz. Dr. Wolfgang Lenhardt, Abteilung Geophysik, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Hohe Warte 38, 1190 Wien

Druck: Amtsdrukerei des Bundesministeriums für Inneres, 1014 Wien

Fünfte überarbeitete und erweiterte Auflage, Dezember 2011

.VORWORT

Berichte über katastrophale Erdbeben im Ausland erreichen uns leider immer wieder. Die Not der Menschen und die Zerstörungen sind nach solchen Ereignissen unermesslich groß. Österreich ist immer bestrebt, im Rahmen der internationalen Katastrophenhilfe möglichst rasch mit Hilfsmaterial oder besonders geschulten Einsatzeinheiten zu helfen. Auch wenn Österreich nicht zu den großen Erdbeben-Risikozonen gehört, gänzlich ausblenden sollte man diese Gefahr nicht. Nicht zu vergessen ist auch der immer stärker werdende Massentourismus, dessen Destinationen auch in Ländern liegen können, in denen es zu schweren Erdbeben kommen kann.

Das Bundesministerium für Inneres möchte daher in Zusammenarbeit mit dem Österreichische Erdbebendienst über Maßnahmen zum Schutz vor Erdbeben und deren Folgen informieren. Diese Broschüre beinhaltet auch Verhaltensmaßregeln für Personen, die sich im Ausland aufhalten. Anlass dafür war das Erdbeben vom 26. Dezember 2004 bei Sumatra, das zeigte, dass im zunehmenden Maße auch Österreicherinnen und Österreicher weltweit von Erdbeben betroffen sein können.

Mag. Johanna Mikl-Leitner
Bundesministerin für Inneres

.INHALTSVERZEICHNIS

ALLGEMEINES ÜBER ERDBEBEN	6
Ursache	7
Magnitude	8
Seismogrammauswertung	9
Intensität	10
Weitere Auswirkungen	11
Vorhersage und Frühwarnsysteme	12
DER ÖSTERREICHISCHE ERDBEBENDIENST	14
Aufgaben	14
Geschichtliche Entwicklung	15
Das Messnetz	16
ERDBEBEN IN ÖSTERREICH	18
Überblick	18
Erdbebengefährdung	21
RATSCHLÄGE ZUM SCHUTZ VOR ERDBEBEN	23
Österreich	23
Ausland	24
ANHANG	27
Internet	27
Fachwörterverzeichnis	28
Quellenangabe	28

.ALLGEMEINES ÜBER ERDBEBEN

Unter einem **Erdbeben** versteht man eine Erschütterung der Erdkruste. Diese Erschütterung kann verschiedene Ursachen haben. Erst wenn die Ursache bekannt ist, lassen sich gegebenenfalls auch Maßnahmen zur Verhütung oder Schadensminderung treffen. Oft lässt sich die Ursache bereits aus den **Seismogrammen** (Aufzeichnungen) der **Seismometer** (seismische Messgeräte) erkennen, da verschiedene Ursachen zu unterschiedlichen Seismogrammen führen.

Bei Erdbeben werden zwei Hauptgruppen unterschieden:

- natürliche und
- induzierte Erdbeben.

Zu den natürlichen Erdbeben, deren Ursache unterirdische Massenverlagerungen sind, gehören die tektonischen, vulkanischen Erdbeben sowie Einsturzbeben (z. B. Dolinen im Karst). Einen Sonderfall stellen die sogenannten Impaktereignisse durch auf der Erdoberfläche einschlagende Himmelskörper dar, die man ebenfalls zu den natürlichen Erdbeben zählen kann.

Unter induzierten Erdbeben versteht man hingegen alle Bodenerschütterungen, die durch menschliche Eingriffe in die Natur entstehen können. Ursachen können z.B. Prozesse der Rohstoffentnahme aus dem Erdinneren (Bergbau, Ölförderung etc.), Wasserreservoirs, das Einpressen von Flüssigkeiten in die Erdkruste, Sprengungen und Atomtests sein.

Die meisten stärkeren Erdbeben sind tektonischer Natur. Sie entstehen durch eine plötzliche Verschiebung entlang einer bereits existierenden Bruchzone. Diese Bruchzone kann eine Plattengrenze sein – oder eine Bruchzone im Inneren einer Platte. Die meisten und die stärksten Erdbeben treten vor allem an den Plattengrenzen auf, wo eine Platte unter die andere abtaucht (Alaska, Japan, Chile).



Abb. 1. Erdbeben in Izmit 1999 (Fotoquelle: USGS)

Unter Platten versteht man in diesem Zusammenhang die starren Teile der Erdkruste und die darunter liegenden Bereiche des oberen Erdmantels, die sich einige Zentimeter im Jahr gegeneinander verschieben. Der die Platten antreibende Mechanismus ist durch

Strömungen des flüssigen Gesteins im Erdinneren zu erklären. Entlang der sogenannten ozeanischen Rücken (Mittelatlantischer, Indischer, Pazifischer Rücken u.v.a.) tritt das nachströmende flüssige Gestein am Meeresboden aus und treibt die benachbarten Platten weiter auseinander. An den Plattengrenzen – auch Kontinentalränder genannt – taucht die schwere ozeanische Platte wiederum unter die leichte kontinentale Platte.

Treffen hingegen zwei kontinentale Platten aufeinander, so kommt es zu einer Kollision. Die eine Platte kann sich nicht mehr unter die andere schieben. Die Kollision führt zu einer Stauchung der Platten, die sich in einer extremen Gebirgsbildung, wie z.B. dem Himalaja, äußert.

Ähnliche Vorgänge führten auch zur Bildung der Alpen. Im Rahmen dieser Gebirgsbildung kam es zur Ausbildung von Bruchzonen, entlang derer sich die Erdbeben im alpinen Raum ereignen.

URSACHE

Wenn der Reibungswiderstand gegen den durch die Platten übertragenen Druck entlang einer Bruchzone überschritten wird, dann kommt es zu einer plötzlichen Verschiebung, die einen Spannungsabbau bewirkt und sich als Erdbeben äußert. Ein Großteil der zur Verfügung stehenden Energie wird als Reibungswärme freigesetzt und nur ein kleiner Prozentsatz in seismische Energie umgewandelt, die sich in Form von wellenförmigen Schwingungen in alle Richtungen ausbreitet.

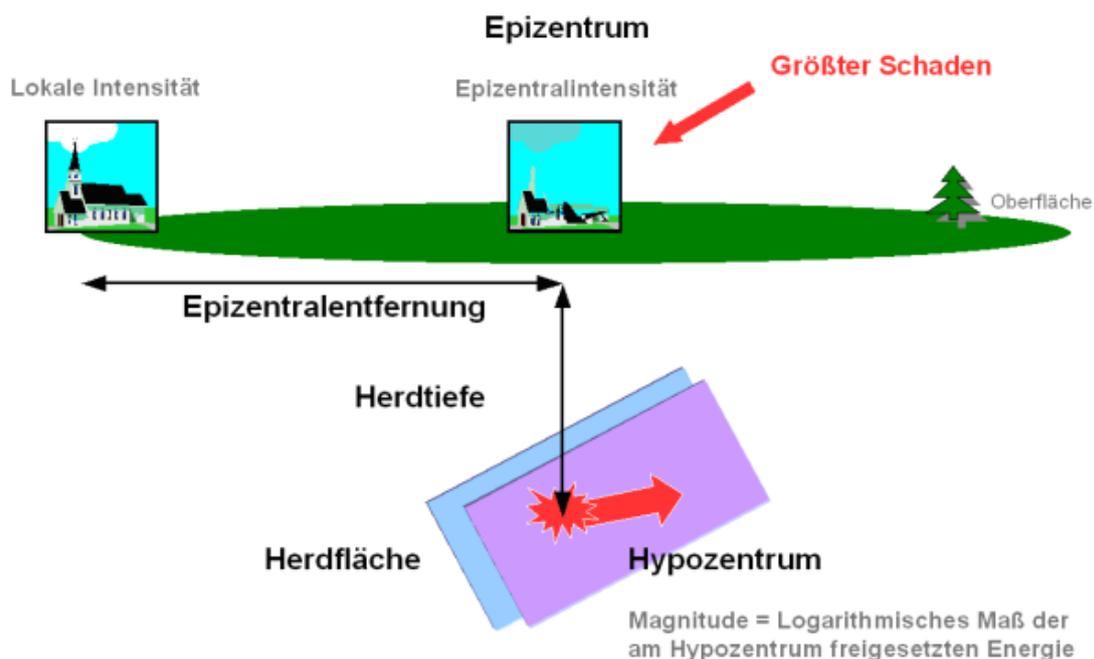


Abb. 2. Fachbegriffe

Die Schwingungsenergie hat im **Epizentrum** (an der Erdoberfläche, über dem Erdbebenherd, dem **Hypozentrum**) ihre größte Wirkung. Mit zunehmender Entfernung vom Hypozentrum nehmen die Bodenbewegung und die **Intensität** (Fühlbarkeits- und Schadenswirkung) ab. Ausnahmen können Gebiete mit Sedimentbedeckungen bilden, die wiederum die Auswirkungen lokal erhöhen können, wie dies z.B. 1985 in Mexico City der Fall war.

MAGNITUDE

Seit 1900 werden Erdbeben im zunehmenden Maße auch instrumentell erfasst. Mit Hilfe von Seismometern können heute bereits sehr kleine Bodenbewegungen in der Größenordnung von einem Nanometer, also einem Milliardstel Meter, nach Größe und Richtung als Funktion der Zeit erfasst werden. Dies hat zu einer Fülle neuer Informationen über Erdbeben geführt und das Konzept der Plattentektonik grundsätzlich bestätigt.

Die von möglichst vielen Erdbebenstationen registrierten Seismogramme ermöglichen u.a. nicht nur eine genaue Ortung des Erdbebenherdes, sondern auch die Bestimmung der Lage und Ausdehnung der aktiven Bruchfläche sowie der Größe und Richtung der an ihr erfolgten Verschiebung. Die instrumentellen Erdbebenaufzeichnungen sind die Grundlage für die Bestimmung der **Magnitude**, die 1935 von Charles Richter in Kalifornien eingeführt wurde. Daher auch der Name **Richter-Skala**. Die Magnitude stellt ein logarithmisches Maß der am Erdbebenherd freigesetzten Schwingungsenergie dar, die aus den Seismogrammen berechnet wird. Sie kann daher sofort – da unabhängig von Schadens- und Fühlbarkeitsberichten und deren Übermittlung oft viel Zeit benötigt – errechnet werden. Die Magnitude bezieht sich aber eben auf die Energie des Erdbebens und sagt vorerst noch nichts über die Schäden an der Erdoberfläche aus.

Dazu folgendes Beispiel:

Ein Erdbeben der Magnitude 7 (z.B. Haiti 2010) weist eine ca. 30mal größere Energie auf als ein Erdbeben der Magnitude 6. Letzteres ist wiederum 30mal energiereicher als ein Erdbeben der Magnitude 5 (z.B. Ebreichsdorf 2000). Daher kommt auch der gewaltige Unterschied im Zerstörungspotential zwischen Erdbeben der Magnitude 5 und der Magnitude 7, wenn diese in gleicher Herdtiefe stattfinden, da 1.000mal mehr Energie freigesetzt wird. Das macht auch das gewaltige Ausmaß von Schäden bei Beben der Magnitude 9 (z.B. Japan 2011) und darüber (Sumatra, 2004) verständlich.

Da aber die Erdkruste nur begrenzt Deformationsenergie speichern kann, die dann zum Teil in Form von seismischer Energie freigesetzt wird, so ist auch eine Magnitude > 9,5 nicht möglich. Das heißt, die Magnitude ist eigentlich auch nach oben begrenzt. Dennoch wird die Richter-Skala oft als *nach oben offene Skala* bezeichnet – nur um sie von der Intensitätsskala zu unterscheiden.

Erdbeben ab einer Magnitude 7 führen weltweit bereits zu Auslenkungen von Lotpendeln in Stau Mauern und Dämmen und können in Meeresnähe **Tsunamis** verursachen – Seewogen, die in Küstennähe mehrere Meter Höhe erreichen können. Erdbeben der Magnitude 8 und darüber regen sogar den Erdkörper zu messbaren Eigenschwingungen an, die Tage andauern können.

Aus der Magnitude und der Herdtiefe eines Erdbebens können Seismologen die Auswirkungen des Erdbebens an der Erdoberfläche, d.h. die Intensität, abschätzen. So haben z.B. zwei Erdbeben gleicher Energie, d.h. mit gleicher Magnitude, aber unterschiedlichen Herdtiefen, auch unterschiedliche Auswirkungen an der Erdoberfläche und somit auch unterschiedliche Epizentralintensitäten.

SEISMOGRAMMAUSWERTUNG

Die grafische Darstellung der registrierten Bodenbewegung wird „Seismogramm“ genannt. In einer solchen Registrierung können die Seismologen viele Anhaltspunkte erkennen, die Auskunft über den Ort, die Entfernung vom Hypozentrum, die Stärke des Erdbebens und dessen Ursache geben, da unterschiedliche Erschütterungsursachen auch andere Wellensignaturen bewirken. Somit können Erschütterungen durch Bergstürze, Einstürze, Explosionen oder Flugzeuge, die die Schallmauer durchbrechen, von jenen tektonischer Erdbeben unterschieden werden.

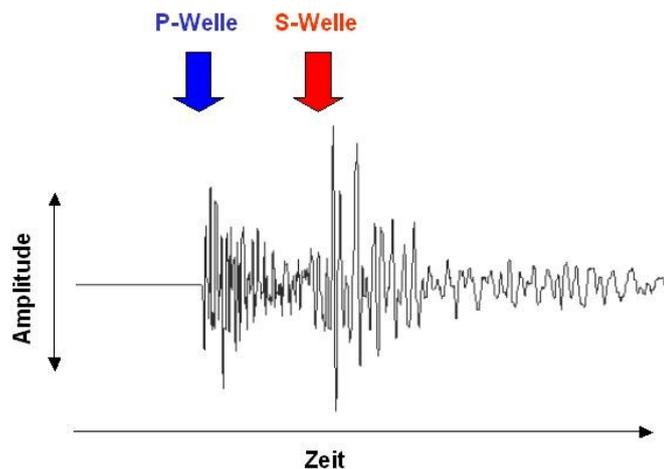


Abb. 3. Seismogramm

Die erste Welle, die an einer Erdbebenstation beobachtet wird, wird als „P“-Welle bezeichnet (P für primär). Es handelt sich um eine Kompressionswelle, die sich mit etwa 6.000 m pro Sekunde in der Erdkruste ausbreitet. Die nächste Welle, die sich normalerweise stark abzeichnet, ist die „S“-Welle (S für sekundär). Sie ist eine Scherwelle, d.h., die Bodenpartikel schwingen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Daher ist sie langsamer (ca. 3.400 m pro Sekunde in der Erdkruste), da ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit vom Schubmodul des Gesteins abhängt, der viel kleiner ist als der Kompressionsmodul. Bei entfernten Beben tauchen diese Wellen tiefer in die Erde ein und können sogar den Erdkern durchlaufen. Da sich diese Wellen im Erdinneren ausbreiten, werden sie als „Raumwellen“ bezeichnet, zum Unterschied von den Erdbebenwellen, die sich an der Erdoberfläche ausbreiten („Oberflächenwellen“).

Aus den Ankunftszeiten der beiden Wellenarten kann man bereits die Distanz des Beobachtungsortes vom Hypozentrum (das ist der Ort des Erdbebens im Erdinneren) abschätzen, in dem man die Zeitdifferenz mit 8,2 multipliziert. Ist der Zeitunterschied der Wellen zum Beispiel 5 Sekunden, so entspricht dies etwa einer Hypozentralentfernung von 41 km.

Eine weitere Welle, die in den Seismogrammen oft zu sehen ist, ist die Oberflächenwelle. Sie benötigt noch mehr Zeit, um eine Erdbebenstation zu erreichen, da sie sich entlang der Erdoberfläche ausbreitet. Aus ihrer Amplitude kann man gut erkennen, wie tief das Erdbeben war. Sehr tiefe Erdbeben (bis 700 km im zirkumpazifischen Raum) erzeugen praktisch keine Oberflächenwellen mehr.

Aus der gemessenen Amplitude der Bodenbewegung und der Distanz vom Hypozentrum kann dann die Magnitude des Erdbebens bestimmt werden. Da sich die gemessenen Amplituden der einzelnen Erdbebenstationen leicht unterscheiden, führt dies oft auch zu leicht unterschiedlichen Magnitudenangaben, die immer wieder Anlass für Irritationen sind.

INTENSITÄT

Die Erdbebenauswirkungen an der Erdoberfläche werden mit Hilfe der sogenannten **Intensitätsskala** bewertet. In den meisten Ländern, einschließlich Österreich, wird eine 12-stufige Intensitätsskala verwendet, die auf Mercalli-Sieberg basiert und heute als Europäische Makroseismische Skala 1998 („**EMS-98**“) bezeichnet wird. Die wichtigsten Merkmale der **makroseismischen** Skala sind in der nachfolgenden Tabelle beschrieben. Liegen hinreichend viele aussagekräftige Erdbeben-Wahrnehmungsberichte vor, so kann man ihnen Intensitätswerte zuordnen, die so gewonnenen Daten in eine Landkarte eintragen und schließlich das Epizentrum und die Epizentralintensität ermitteln. Als **Isoseisten** bezeichnet man die Linien gleicher Erdbebenintensität, die es erlauben, Gebiete unterschiedlichen Schadens- oder Fühlbarkeitsausmaßes voneinander abzugrenzen (in der unteren Abbildung sind die Bereiche der Intensitätsgrade 4, 5 und 6 eines Erdbebens in Ebreichsdorf dargestellt). Der Gesamtbereich, in dem die Erschütterungen fühlbar sind, wird als **Schüttergebiet** bezeichnet.

Aus der Intensitätsverteilung kann man aber auch Rückschlüsse auf die **Herdtiefe** des Erdbebens und die während des Erdbebens freigesetzte seismische Energie ziehen, und zwar ohne Zuhilfenahme von Instrumenten. Deshalb kommt der sogenannten makroseismischen Erdbebenauswertung besonders bei historischen Erdbeben große Bedeutung zu, sofern die Auswirkungen dieser Erdbeben in den Überlieferungen gut beschrieben sind.

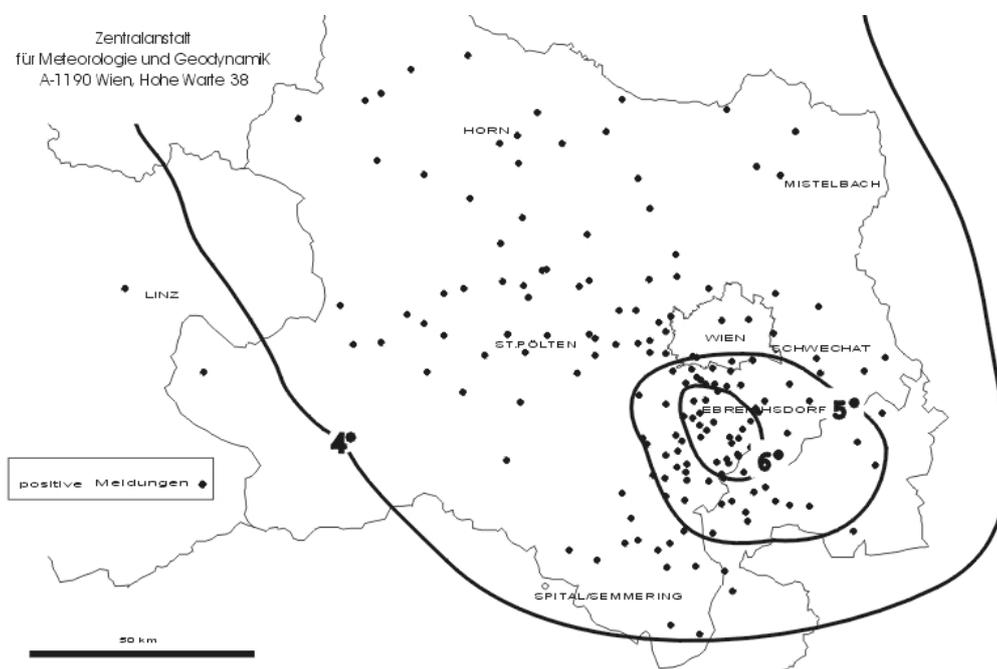


Abb.4. Isoseistenkarte des Erdbebens in Ebreichsdorf, 2000.

Um auch in Zukunft genügend viele, aussagekräftige Erdbeben-Wahrnehmungsberichte zu erhalten, hat der Erdbebendienst ein Wahrnehmungsformular ins Internet gestellt, das unter www.zamg.ac.at/bebenmeldung abrufbar ist.

KURZFASSUNG DER EUROPÄISCHEN MAKROSEISMISCHEN SKALA 1998 (EMS-98), nach Grünthal et al. 1998

EMS Intensität	Beschreibung der maximalen Wirkungen
1	Nicht fühlbar
2	Kaum bemerkbar: Nur sehr vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen.
3	Schwach: Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Erschüttern.
4	Deutlich: Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. Einige Schlafende erwachen. Geschirr und Fenster klirren, Türen klappern.
5	Stark: Im Freien von wenigen, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen. Wenige werden verängstigt. Gebäude werden insgesamt erschüttert. Hängende Gegenstände pendeln stark, kleine Objekte werden verschoben. Türen und Fenster schlagen auf und zu.
6	Leichte Gebäudeschäden: Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Einige Gegenstände fallen um. An vielen Häusern, vornehmlich in schlechterem Zustand, entstehen leichte Schäden, wie feine Mauerrisse und das Abfallen von z.B. kleinen Verputzteilen.
7	Gebäudeschäden: Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Möbel werden verschoben. Gegenstände fallen in großen Mengen aus den Regalen. An vielen Häusern solider Bauart treten mäßige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). Vornehmlich Gebäude in schlechtem Zustand zeigen größere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.
8	Schwere Gebäudeschäden: Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. An vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf, d.h. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein. Einige Gebäude sehr einfacher Bauart stürzen ein.
9	Zerstörend: Allgemeine Panik unter den Betroffenen. Sogar gut gebaute gewöhnliche Bauten zeigen sehr schwere Schäden und teilweisen Einsturz tragender Bauteile. Viele schwächere Bauten stürzen ein.
10	Sehr zerstörend: Viele gut gebaute Häuser werden zerstört oder erleiden schwere Beschädigungen.
11	Verwüstend: Die meisten Bauwerke, selbst einige mit guter erdbebengerechten Konstruktion und Ausführung, werden zerstört.
12	Vollständig verwüstend: Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.

WEITERE AUSWIRKUNGEN

Neben Erschütterungen des Bodens, die zu Gebäudeschäden oder sogar Einstürzen führen können, treten auch andere Folgeerscheinungen auf. Dazu zählen Hangrutschungen und Tsunamis. Während Hangrutschungen meist nur in Gebieten von relativ hohen Bodenbeschleunigungen auftreten, so können Tsunamis auch in Bereichen zu tödlichen Auswirkungen führen, in denen das Erdbeben gar nicht wahrgenommen

wurde. Außerdem gibt es Tsunamis, die auch ohne Erdbeben auftreten können. Dies passiert dann, wenn es zu Hangrutschungen im Meer kommt. Diese Wellen haben aber in größeren Entfernungen keine dramatischen Auswirkungen mehr.

VORHERSAGE UND FRÜHWARNSYSTEME

Die Antwort auf die gängige Frage: ***Ist Erdbebenvorhersage überhaupt möglich?*** lautet: Langfristige Vorhersage ja, kurzfristige Vorhersage leider nein. Hier ist es bereits wichtig zu klären, dass unter langfristiger Vorhersage die *Bestimmung der Erdbebengefährdung innerhalb eines größeren Zeitraums* verstanden wird, die ihre Anwendung in Erdbebengefährdungskarten und Baunormen findet. Meist ist aber bei dieser Fragestellung natürlich die kurzfristige Vorhersage gemeint. Was ist das Problem? Eines der Hauptprobleme bei dieser Art der Erdbebenvorhersage ist der relativ kurze Zeitraum der vollständigen Datenerfassung, der eigentlich erst mit dem Jahr 1000 unserer Zeitrechnung beginnt. Starke Erdbeben sind – zum Glück – seltene Ereignisse. Betrachtet man die vorhandenen Daten in geologischen Zeiträumen, so stellen diese nur eine Momentaufnahme der tektonischen Bewegungen dar.

Ein weiteres Problem sind die lokalen Unterschiede im Aufbau der Erdkruste. Außerdem laufen Verschiebungsvorgänge entlang verschiedener Störungszonen unterschiedlich ab. Erst seit Einführung der digitalen Auswertung von Erdbeben werden diese Parameter (Spannungsabfall, Orientierung der Bruchfläche etc.) von einigen Institutionen regelmäßig erfasst. Der Österreichische Erdbebendienst erweitert laufend sein Messnetz, um ebenfalls diese wichtigen Faktoren erheben zu können.

Oft wird auch die Wettervorhersage einer Erdbebenvorhersage gegenübergestellt. Wenn die Wettervorhersage bereits recht gut funktioniert, warum dann nicht auch die Erdbebenvorhersage, wo einem doch heute viele technische Mittel zur Verfügung stehen, die früher nicht eingesetzt werden konnten? Der Grund ist einfach: Das Wetter verändert sich sehr schnell, wenn man nur an einen leichten Wind denkt (10 km/h). Die Erdplatten bewegen sich aber sehr langsam (1 – 10 cm/Jahr). Es braucht also sehr lange (oft hunderte von Jahren), bis in den Erdplatten ein kritischer Zustand erreicht wird, der sich in einem Erdbeben äußern kann, während sich anbahnende Wettersituationen schon aus dem Weltall erkennen lassen (z.B. Hurrikan Katrina im Golf von Mexiko, 2005) und deren Verlauf gut berechnet werden kann.

Für eine Erdbebenvorhersage, die Angaben über Zeit, Ort, Stärke und Wahrscheinlichkeit enthalten muss, können im Prinzip alle denkbaren Erdbebenvorläufer herangezogen werden. Sie müssen nur nachweisbar sein und man muss sie auch richtig deuten können. Das wichtigste Kriterium bei Erdbebenvorläufern ist ihre Zuverlässigkeit. Zum Beispiel sind in einigen Erdbebenuntersuchungen auch Tierverhalten dokumentiert worden. Als zuverlässiges Vorhersagekriterium kann das Tierverhalten aber leider nicht dienen, da sich aus einem anomalen Tierverhalten nicht eindeutig auf ein Erdbeben schließen lässt. Die Erdbebenfachleute sind sich heute einig, dass eine Vorhersage der Erdbeben im klassischen Sinn – morgen um 10 Uhr findet ein Erdbeben der Magnitude 5 in Ebreichsdorf statt – nicht möglich ist. Wichtig sind hingegen die entsprechende Vorsorge und die Erforschung, wo Erdbeben auftreten können. Dies ist besonders bei der Planung kommunaler Einrichtungen und überregionaler Infrastruktur (z.B. Wasserkraftwerke, Verkehrswege) von Bedeutung.

Ein sehr realistisches Frühwarnsystem betrifft Tsunamis. Hier ist es tatsächlich möglich, die Ankunftszeit und das mögliche Ausmaß des Tsunami „vorherzusagen“. Hierfür werden ein dichtes Stationsnetz und eine Verbesserung der Vorhersage-Kriterien benötigt, denn bislang übersteigt die Anzahl der Fehlalarme bei weitem die richtigen Warnungen. An der Verbesserung der Methoden und der weltweiten Verdichtung der Messstationen wird daher insbesondere seit dem Erdbeben am 26. Dezember 2004 weitergearbeitet. Im unmittelbaren Nahbereich von einem Seebeben versagt aber auch ein Tsunami-Frühwarnsystem, da die Sammlung der einzelnen Messwerte von den weit verteilten Messstationen auch Zeit benötigt, während dessen der Tsunami bereits an Land trifft. Für weit entfernte Küstenbereiche ist solch ein Warnsystem jedoch extrem hilfreich.

.DER ÖSTERREICHISCHE ERDBEBENDIENST

AUFGABEN

Eine wichtige Aufgabe des nationalen Erdbebendienstes der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) ist der Betrieb von Erdbebenbeobachtungsstationen. Die seismischen Stationen werden zur

- Untersuchung von Erdbeben des alpinen Bereichs sowie
- weltweiter Erdbeben

genutzt. Mit Hilfe von mindestens drei Geräten ist es möglich, den genauen Zeitpunkt und die Lage seines Epizentrums sowie die freigesetzte Energie eines Erdbebens zu bestimmen. Mit vier Geräten kann man zusätzlich die Tiefe des Erdbebenherdes feststellen, die für die Größe des erschütterten Gebietes eine entscheidende Rolle spielt. Aus der Kenntnis der freigesetzten Energie bzw. Magnitude und der Herdtiefe kann eine vorläufige Abschätzung der Reichweite der Erdbebenwirkungen, d.h. der Intensitäten, vorgenommen werden.

Weiters dienen die von den Stationen gelieferten Daten zur

- Ursachenfindung von registrierten Erschütterungen
- Bestimmung des Mechanismus des Erdbebens, wobei zwischen Auf- bzw. Abschiebungen und Horizontalverschiebungen unterschieden wird
- Identifikation von seismisch aktiven Bruchzonen
- Erfassung und Dokumentation der Auswirkungen der Erdbeben
- Bestimmung der Erdbebengefährdung
- Erstellung von Gutachten und Beratung bei Bauvorhaben
- Erschütterungsüberwachung
- Durchführung von nationalen und internationalen Forschungsprojekten, z. B. Studien betreffend historische Erdbeben

Derzeit werden vom Erdbebendienst jährlich etwa 5.000 Erdbeben erfasst und analysiert, das entspricht im Durchschnitt zwischen 10 und 20 Erdbeben am Tag. Nach einem sehr starken weltweiten Erdbeben ereignen sich dann noch hunderte von Nachbeben, die ebenfalls untersucht werden müssen.

Der Erdbebendienst ist nicht nur mit der ständigen Erfassung und Auswertung österreichischer Erdbeben beauftragt, sondern auch mit der Analyse von Erdbeben im Ausland, um im Falle eines Katastrophenbebens die maßgeblichen Stellen informieren zu können. Seit Ende 1999 dient der Erdbebendienst der ZAMG auch als ‚Nationales Datenzentrum für die Einhaltung des Atomteststop-Vertrages‘.

Informationen des Erdbebendienstes ergehen an die Bundeswarnzentrale, die betroffenen Landeswarnzentralen, das Bundesheer und die Medien.

GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG

Anlässlich des Erdbebens in Ljubljana (Slowenien) am 14. April 1895 wurde kurz darauf am 25. April 1895 an der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien eine eigene ‚Erdbebenkommission‘ eingerichtet, deren Aufgabe es war, sich eingehend mit der Ursache und den Auswirkungen von Erdbeben zu beschäftigen. Die Tätigkeit der Kommission sollte sich hauptsächlich auf drei Gebiete erstrecken: Sammlung von Erdbebenberichten aus früherer Zeit, Beobachtungen aktueller Erdbeben durch entsprechendes Personal und schließlich die Einrichtung von Messstationen, zuerst 1897 in Ljubljana, wo die Krainische Sparkasse großzügigerweise die finanziellen Mittel für die Anschaffung eines Seismographen spendete. Unmittelbar darauf wurden ähnliche Stationen auch in Kremsmünster, Triest und Lemberg installiert. Damit wurde die Grundlage geschaffen, Erdbeben messtechnisch zu erfassen.

Am 1. Jänner 1904 wurde das Beobachtungsnetz der Erdbebenkommission unter der neuen Bezeichnung ‚Erdbebendienst‘ von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in Wien übernommen, gleichzeitig mit der Inbetriebnahme eines ersten Seismographensatzes. In der Folge wurden noch weitere Standorte für Seismographen geschaffen, so etwa im Jahre 1904 in Graz, 1910 in Czernowitz und 1912 in Innsbruck.

Die Organisation des Erdbebendienstes beruhte auf der freiwilligen Mitarbeit von angeworbenen Beobachtern, die zumeist Lehrer, Geistliche, Ärzte, Beamte oder Vertreter ähnlicher Berufsgruppen waren. Da die österreichischen Länder ein großes Gebiet umfassten, war eine Gliederung erforderlich. Jedes Kronland hatte einen eigenen Erdbebenreferenten, der die Erdbebenmeldungen sammelte und sie dann der Akademie, später der Zentralanstalt, zur Veröffentlichung übergab. Diese Organisationsform blieb bis nach dem Ersten Weltkrieg erhalten. Die Verkleinerung des Beobachtungsgebietes als Folge des Krieges bewirkte allerdings, dass die Betreuung des Beobachtungsnetzes immer mehr durch die Zentralanstalt selbst erfolgte.

Der Zweite Weltkrieg stellte einen tiefen Einschnitt in der Geschichte des Erdbebendienstes dar, da bei Kriegsende sowohl in Wien als auch in Graz und Innsbruck die Seismographen schwer beschädigt waren und erst nach langer, mühevoller Arbeit teilweise wieder funktionsfähig gemacht werden konnten.

Die Modernisierung des seismischen Messnetzes in Österreich erfolgte durch den Übergang von einer Analogregistrierung der Erdbeben, also von einer seismographischen Aufzeichnung am Stationsort, zu einer digitalen Messwerterfassung mit Datenübertragung via Funk oder Datenleitungen zur Auswertezentrale des Österreichischen Erdbebendienstes.

In der Zeit 1982/83 wurde mit der Projektierung eines seismischen Überwachungssystems für das gesamte Bundesgebiet im Rahmen des Österreichischen Erdbebendienstes begonnen. Der Großraum Innsbruck wurde für die erste Ausbauphase gewählt, da sich etwa ein Drittel aller österreichischen Erdbeben in diesem Gebiet ereignen.

DAS MESSNETZ

Je nach Zweck der Erdbebenerfassung werden verschiedene Systeme eingesetzt, die es erlauben, Erdbeben in und außerhalb Österreichs zu registrieren. Das Messnetz ist eingegliedert in das weltweite seismische Messnetz um schnell und zuverlässig Erdbeben weltweit erfassen zu können.

Vorreiter des Messnetzes waren vier digitale Erdbebenstationen, die zwischen 1989 und 1991 in Tirol mit Hilfe der Tiroler Landesregierung errichtet wurden. Daran schloss sich der landesweite Ausbau des Messnetzes an, das kontinuierlich Daten an den Erdbebendienst in Wien an die ZAMG sendet.

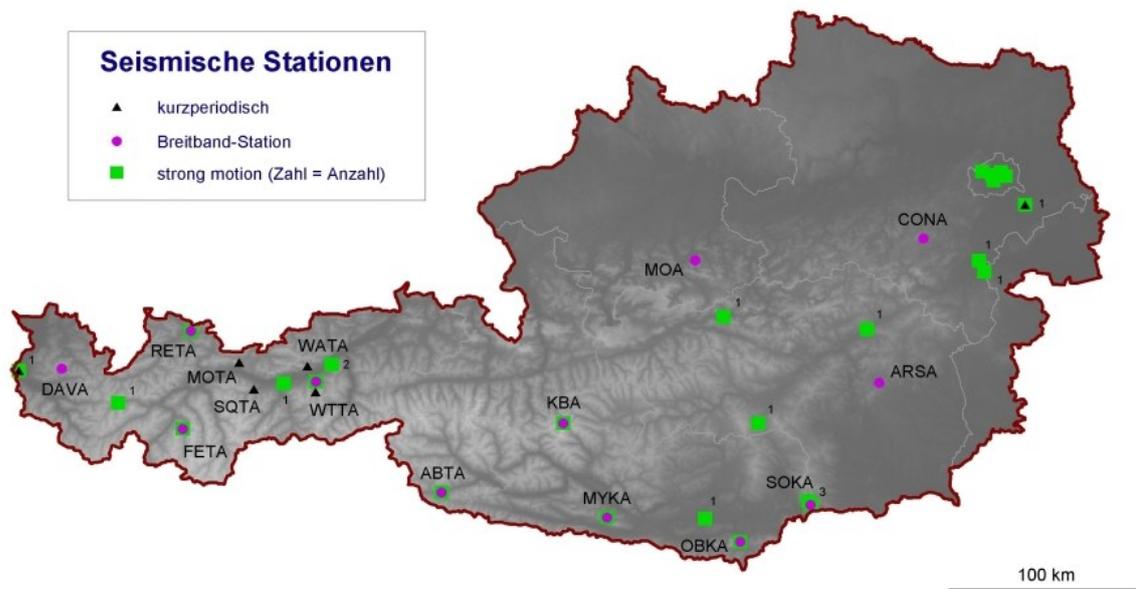


Abb. 5. Erdbebenmessnetz der ZAMG in Österreich.

Die neue Generation der Erdbebenstationen ist mit **Breitband-Systemen** ausgerüstet, die mit noch höherer Genauigkeit Erdbeben aus dem Nah- und Fernbereich registrieren können. Derzeit sind bei Molln (OÖ), in Arzberg (Stmk.), in der Kölnbreinsperre (Ktn.), am Hochobir (Ktn.), Bad Bleiberg (Ktn.), Damüls (Vbg.), bei Wattenberg (Tirol), Feichten (Tirol) und Reutte (Tirol) und im 2002 eröffneten geophysikalischen Conrad Observatorium am Trafelberg bei Muggendorf in der Nähe von Pernitz in Niederösterreich solche Stationen in Betrieb. Weitere Stationen sind geplant, um eine flächendeckende Registrierung von Nah- und Fernbeben zu ermöglichen.



Abb. 6. Conrad Observatorium.

Zusätzlich sind in Wien seit 1993 noch fünf **Strong-Motion**-Geräte in Betrieb, die für Untersuchungen der Auswirkungen der lokalen Untergrundverhältnisse auf die Erschütterungsintensität verwendet werden. Zwei weitere Geräte dieser Art sind aus denselben Gründen im Raum Wiener Neustadt (NÖ) installiert worden. Inzwischen wird an dem Ausbau des Strong-Motion-Netzes weitergearbeitet. So gibt es heute Stationen in Feldkirch, Innsbruck, Schwaz, Klagenfurt, auf der Koralpe, Kindberg, Schwadorf, Obdacher Sattel, Admont, am Arlberg, sowie in einigen Standorten von Breitbandstationen.

Ausland

Da Erdbeben „keine Grenzen kennen“, hat die ZAMG Übereinkommen mit den Erdbebendiensten der Nachbarländer zwecks Datenaustausch abgeschlossen. Damit stehen dem Erdbebendienst weitere Daten von Erdbebenstationen im Ausland zur Verfügung, wodurch sich zwar der Auswertungsaufwand wesentlich erhöht hat, jedoch wurde erst dadurch die notwendige Genauigkeit bei der Bestimmung von Epizentren erreicht.

Das Messnetz Österreichs ist damit Teil eines europäischen seismischen Messnetzes geworden und liefert Daten an alle Welt Datenzentren. Auch stehen die Aufzeichnungen der Öffentlichkeit zur Verfügung. Sie werden sehr intensiv von in- und ausländischen Forschungsinstitutionen genutzt.

.ERDBEBEN IN ÖSTERREICH

ÜBERBLICK

Die österreichische Chronik der Schadenbeben reicht bis 1000 n.Chr. zurück. Natürlich sind ältere Aufzeichnungen in den Chroniken mit großen Unsicherheiten behaftet und eine Interpretation gestaltet sich dementsprechend schwierig und aufwändig. Dennoch beinhalten diese Überlieferungen wertvolle Hinweise über das Ausmaß historischer Erdbebenkatastrophen.

Die Erdbeben­tätigkeit Österreichs konzentriert sich in bestimmten Regionen des Bundesgebietes. Erdbeben, die eine Epizentralintensität vom Grad 7 überschritten, sind zwar selten in Österreich – es sind aber dennoch mehrere Erdbeben dieser Klasse seit dem Jahr 1201 bekannt (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle der Erdbeben, die in Österreich die stärksten Auswirkungen aufwiesen.

	Intensitätsgrad	Epizentrum	Region
1201	~9	Raum Katschberg ?	Kärnten/Steiermark/Salzburg
1267	8	Kindberg	Steiermark
1348	~10	Friaul	Italien
1572	8	Innsbruck	Tirol
1590	9	Tullner Feld	Niederösterreich
1670	8	Hall	Tirol
1689	8	Innsbruck	Tirol
1690	~9	Friaul ?	Grenze Kärnten/Italien ?
1712	6	Wiener Neustadt	Niederösterreich
1766	7	St. Margarethen	Burgenland
1767	7	Strassburg	Kärnten
1768	7	Wiener Neustadt	Niederösterreich
1794	7	Leoben	Steiermark
1820	7	Schwaz	Tirol
1837	7	Mürzzuschlag	Steiermark
1857	7	Rosegg	Kärnten
1885	7	Kindberg	Steiermark
1886	7–8	Nassereith	Tirol
1888	7	Siegenderdorf	Burgenland
1927	8	Schwadorf	Niederösterreich
1930	7–8	Namlos	Tirol
1936	7	Obdacher Sattel	Steiermark
1938	7	Ebreichsdorf	Niederösterreich
1939	7	Puchberg	Niederösterreich
1972	7–8	Seebenstein	Niederösterreich

Das Erdbeben vom 15. September 1590 im Tullner Feld hatte auf die Bundeshauptstadt Wien die bisher stärksten Auswirkungen. Neben vielen Gebäudeschäden waren auch mehrere Todesopfer zu beklagen.



Abb. 7. Schäden in Wien anlässlich des Erdbebens von 1590 im Tullner Feld.

Das letzte Erdbeben, das eine Epizentralintensität 8 Grad aufwies und schwere Gebäudeschäden verursachte, ereignete sich am Abend des 8. Oktober 1927 in Schwadorf im Wiener Becken. Die folgende Beschreibung bietet einen Überblick über das damalige Schadensausmaß (Zitat): *„Sämtliche Häuser beschädigt, Schulen, Pfarrhof, Haus Nr. 32/33 (Gendarmerie), Kindergarten, Gemeindegasthaus und 10 weitere Gebäude teilweise irreparabel baufällig; beide Schornsteine und der Wasserturm der Baumwollspinnfabrik müssen abgetragen werden.“*

Auch Nachbarorte wie Enzersdorf a.d. Fischa waren betroffen (Zitat): *„Oberes Ortsende, Richtung Schwadorf, ist ein Trümmerhaufen. Schornsteine, Dächer, ganze Häuser müssen abgetragen werden, jedes Haus zeigt deutliche Spuren des heftigen Erdbebens, sogar massive Neubauten weisen Sprünge an Decken und Wänden auf.“*

Das jüngste stärkere Erdbeben ereignete sich am Vormittag des 16. April 1972 in Seebenstein/NÖ im südlichen Teil des Wiener Beckens. Die Folgen waren bis Wien spürbar, wo die Feuerwehr zu über 800 Einsätzen gerufen wurde. Damals stürzten Teile der Balustrade der Wiener Universität herab und unzählige Schornsteine im Stadtgebiet von Wien wurden beschädigt.

Erdbeben, die Gebäudeschäden verursachen, treten in Österreich in sehr unregelmäßiger Folge auf. Im statistischen Mittel, also stark gerundet, ereignet sich alle zwei bis drei Jahre ein Erdbeben mit einer Epizentralintensität von mindestens 6°, alle 15 Jahre von mindestens 7° und alle 75 Jahre ein Erdbeben des Intensitätsgrades 8. Daher kommt der historischen Erdbebenforschung eine sehr große Bedeutung zu, denn diese trägt wesentlich zur verbesserten Einschätzung der langfristigen Erdbebengefährdung bei. Nicht nur seit Beginn der 90er-Jahre des letzten Jahrhunderts wurden auf diesem Gebiet bereits große Fortschritte gemacht, sondern auch jetzt werden laufend Forschungen hinsichtlich historisch relevanter Erdbeben in Österreich durchgeführt.

**Liste der stärkeren Erdbeben, die in Österreich in den Jahren 2000–2010 im
Umkreis von 70 km wahrgenommen wurden (alle Epizentralintensität 6)**

Wochentag	Datum	Uhrzeit	Magnitude	Epizentrum
Dienstag	11. Juli 2000	4h49	4,8	Ebreichsdorf (NÖ)
Montag	21. Juli 2003	15h15	4,4	Frojach (Stmk.)
Mittwoch	29. Oktober 2003	8h15	3,9	Kundl (Tirol)
Freitag	1. Oktober 2004	12h01	3,8	Niklasdorf (Stmk.)
Donnerstag	7. Mai 2009	23h27	4,3	Mürzzuschlag (Stmk.)

ERDBEBENGEFÄHRDUNG

Unter Erdbebengefährdung wird die Wahrscheinlichkeit des Überschreitens einer durch ein Erdbeben hervorgerufenen Bodenbeschleunigung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums verstanden.

Die Bereiche Österreichs, die regelmäßig von Erdbeben betroffen sind, können schon anhand der Epizentrenverteilung der gefühlten Erdbeben (Intensität $\geq 3^\circ$) erkannt werden. In der folgenden Abbildung sind alle Erdbeben auf österreichischem Staatsgebiet dargestellt, die in Österreich seit 1900 verspürt worden sind. Der Übersichtlichkeit wegen wurde auf die Darstellung der Erdbeben, die „nur“ messtechnisch erfasst wurden – also nicht von Bevölkerung wahrgenommen wurden – verzichtet. Dank des Messnetzes werden nämlich in Österreich viel mehr Erschütterungen – derzeit mehrere hundert pro Jahr – registriert und ausgewertet.

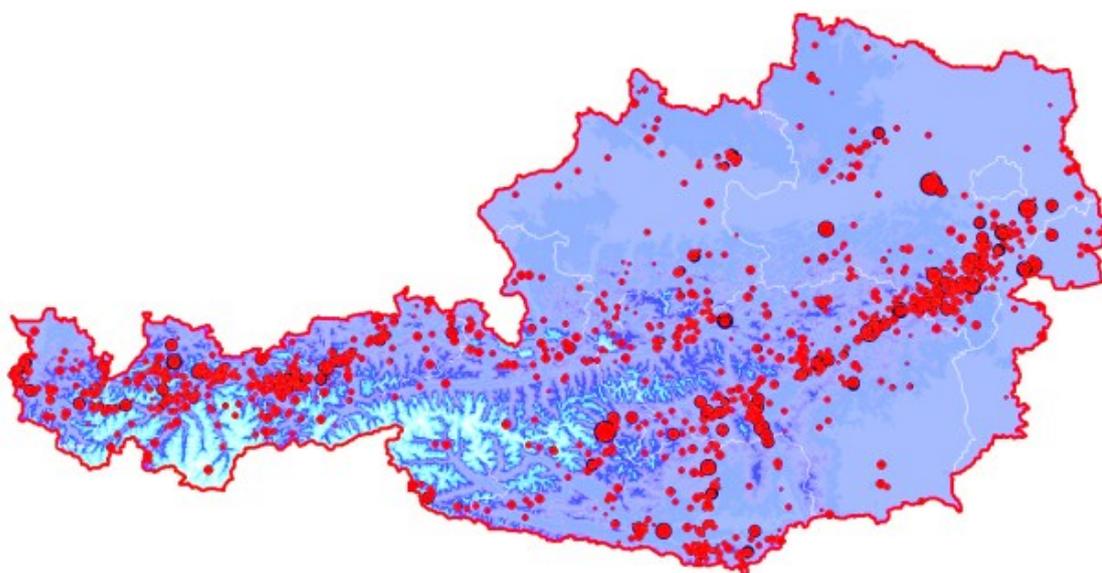


Abb. 8. Epizentrenkarte

Hier zeichnen sich die seismotektonisch aktiven Störungszonen ab. Dazu zählen vor allem das Wiener Becken, die Mur-Mürztal-Störung – die zur Bildung des Wiener Beckens beiträgt – sowie die Inntal- und Lavanttal-Störung. Die Herdtiefe der meisten Erdbeben beträgt etwa 7–8 km. Erdbeben geringerer Herdtiefe (1–4 km) ereignen sich hauptsächlich im Raum Pregarten (OÖ).

Aus der Erdbebengeschichte einer Region erhält man die mittlere Wiederholungszeit dieser Naturereignisse und kann somit abschätzen, wie oft ein Erdbeben einer bestimmten Stärke durchschnittlich auftritt. Dieses Wissen kann zur Risikoverminderung genutzt werden, indem in gefährdeten Gebieten eine erdbebensichere Bauweise angewendet wird. Man hat außerdem die Möglichkeit, historische Bauten, deren Bausubstanz unter Umständen schon beeinträchtigt ist, zu verstärken beziehungsweise sie für den Erdbebenfall als „kritische Objekte“ einzustufen. Somit sind die zuständigen Organe in der Lage, potentielle Gefahrengebiete zu erkennen, spezielle Einsatzpläne für

den Katastrophenfall zu erstellen und für eine spezifische Ausbildung des Einsatzpersonals zu sorgen, wobei hier sicherlich den Feuerwehren und Rettungsdiensten, aber auch dem Bundesheer und der Polizei eine entscheidende Rolle zufällt. Von diesen Vorsorgemaßnahmen hängt es ab, ob und in welchem Ausmaß auf das Eintreten einer solchen Naturkatastrophe reagiert werden kann.

Aus der Zonenkarte der ÖNORM EN 1998-1, die beim Österreichischen Normungsinstitut (ON) in der Heinestr. 38, 1020 Wien erhältlich ist, lässt sich bereits erkennen, in welchen Regionen Österreichs die höchsten Bodenbewegungen durch Erdbeben zu erwarten sind. Zur Zone 4 zählt vor allem der Raum Wiener Neustadt, Scheibbs, Kindberg, der Katschberg, das Nassfeld und Innsbruck. Dort ist besondere Vorsicht bei der Ausführung von Gebäuden angesagt, da dort die Bodenbeschleunigungen 1 m/s^2 überschreiten können.

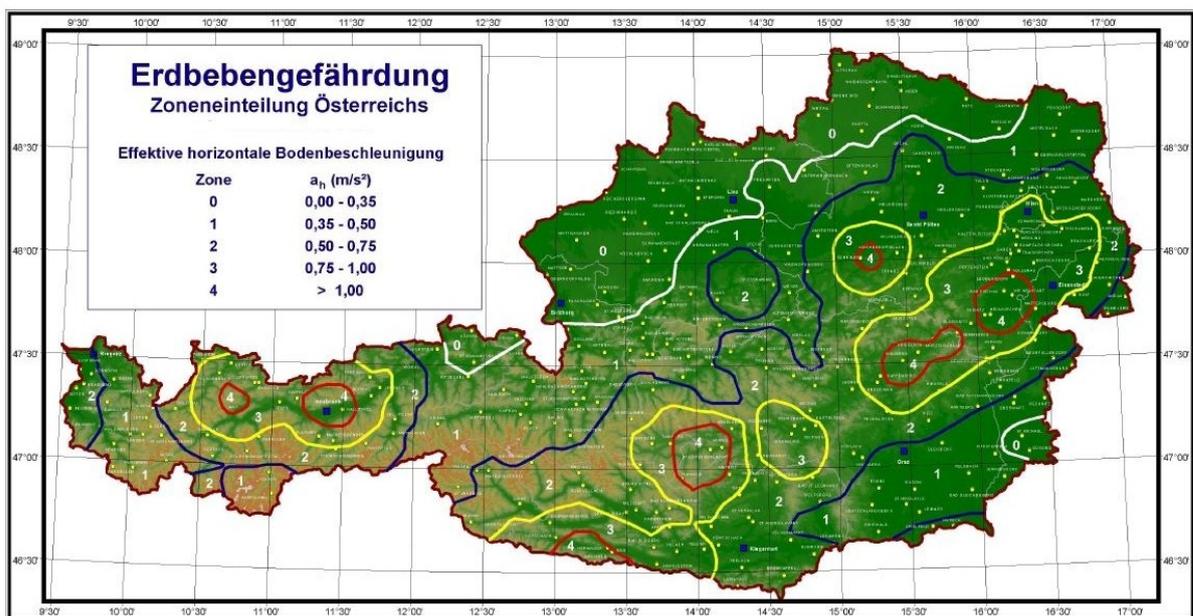


Abb. 9. Erdbebenzonen der Baunorm ÖNORM EN 1998-1.

Es ist deshalb wichtig, sich die folgenden Punkte vor Augen zu halten, um Schäden durch Erdbeben zu verringern:

- Erdbebensicheres, normgerechtes Bauen sowie entsprechende Bauwerksverstärkung von Altbauten
- Schulung der Bevölkerung im Hinblick auf das richtige Verhalten im Falle von Erdbeben im In- und Ausland

.RATSCHLÄGE ZUM SCHUTZ VOR ERDBEBEN

ÖSTERREICH

Vor einem Erdbeben

- Die Baunorm **ÖNORM EN 1998-1** beachten. Das Haus gut instand halten, vor allem stets für einen guten Bauzustand von Schornsteinen, Balustraden, Dachrinnen und dergleichen sorgen.
- In der Wohnung **schwere Möbel** in der Wand gut verankern. Warmwasserspeicher gut befestigen. Über den Betten keine **schweren Bilder oder Regale** aufhängen.
- **Sichere Plätze** in der Wohnung festlegen. Im Allgemeinen sind diese Plätze in der Nähe von tragenden Wänden im Inneren des Gebäudes, unter Türstöcken, allenfalls auch unter einem stabilen Tisch (Schutz vor herabfallenden Deckenteilen).
- Sich mit der **Umgebung** vertraut machen. Die Lage des Hauptschalters für den elektrischen Strom und der Absperrventile für Gas und Wasser einprägen. Auch die Nachbarn darüber informieren.

Während eines Erdbebens

- **Im Haus** weilende Personen sollen die schon früher ausgewählten Plätze aufsuchen und das Ende des Erdbebens abwarten. Die Nähe von Fenstern meiden. Nicht ins Freie laufen.
- **Im Freien** befindliche Personen sollen dort bleiben und einen Sicherheitsabstand zu Gebäuden und elektrischen Freileitungen einhalten, um nicht durch herabfallende Bauteile, wie Dachziegel, Schornsteine, Balustraden oder Leitungen gefährdet zu werden. Unter Sicherheitsabstand ist normalerweise 5 Meter zu verstehen. In engen Straßen, wie sie z.B. in Stadtzentren vorkommen, am besten den nächsten Hauseingang oder die nächste Hauseinfahrt aufsuchen.

Nach einem starken Erdbeben

- **Im Haus:** Bauschäden überprüfen. Offene Feuer (Kamin, Kerzen etc.) löschen, den elektrischen Strom mit dem Hauptschalter ausschalten und die Haupthähne von Gas und Wasser schließen. Bei Einsturzgefahr das Haus mit Notgepäck umgehend verlassen.
- Bei **Schäden** am Gebäude, insbesondere Kamin: Häuser und Wohnungen erst wieder betreten, wenn diese von **Fachleuten** als sicher bezeichnet wurden.
- **Draußen** Sicherheitsabstand zu Gebäuden einhalten, weil Nachbeben weitere Schäden verursachen können und Gebäudeteile herabstürzen können.
- Radio einschalten und **Instruktionen** über das weitere Verhalten abwarten.

AUSLAND

Bevor man eine Reise antritt, sollte man sich nicht nur über das Wetter, Impfungen, Gepflogenheiten und die Preise informieren, sondern auch über die dortigen Naturgefahren. Bedenken Sie, dass auch paradiesische Orte Erdbeben, Tsunamis, Vulkanausbrüchen und Hurrikans ausgesetzt sein können. Vergessen Sie nicht, dass ein Tsunami auch ohne Erdbeben entstehen kann – wie z. B. durch Hangrutschungen im Ozean oder dadurch, dass an Land ein Gebirgstiel ins Meer gleitet.

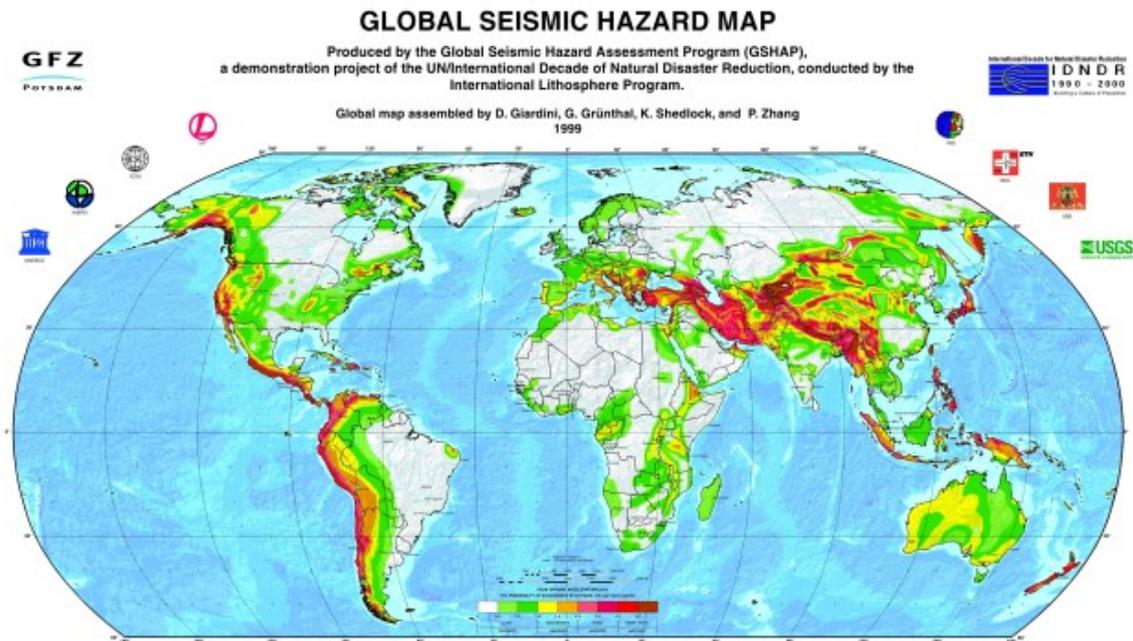


Abb. 10. Weltkarte der Erdbebengefährdung (www.seismo.ethz.ch/static/GSHAP).

Erdbeben

Sollten Sie im Hotelzimmer ein Erdbeben verspüren, dann legen Sie sich neben Ihr Bett. Das schützt Sie vor dem Herabfallen der Decke. Laufen Sie nicht aus dem Haus. Stiegenhäuser und Lifte sind die tödlichsten Fallen. In einem Restaurant gehen Sie unter dem Tisch in Deckung. Suchen Sie auch Schutz vor Fenstern. Diese können zerspringen und die Glassplitter können Sie verletzen. Daher wenden Sie Ihr Gesicht von den Fenstern ab. Dies gilt auch im Freien. Gehen Sie dann von der Gebäudefassade wenn möglich 5-10 m weg, damit sie nicht von herabfallenden Fassadenteilen und Glas verletzt werden.

In Europa kommen zwar nicht so starke Erdbeben vor wie im zirkumpazifischen Raum, aber dennoch sind die Auswirkungen manchmal fatal. Zu den Ländern, die davon betroffen sind, zählen Italien (Friaul, Apennin, Westseite von Kalabrien, Straße von Messina), Griechenland (Straße von Korinth), die Nordtürkei und Portugal. Im Atlantik fand 1755 ein Erdbeben statt, das Lissabon durch einen Tsunami zerstörte, und 1908 ereignete sich in Messina ein starkes Erdbeben, das auch einen Tsunami verursachte und zu zig-tausenden Todesopfern führte.

Der Norden von Algerien ist auch immer wieder Epizentrum stärkerer Erdbeben mit Tsunamis gewesen.

Sehr starke Erdbeben, die mehrere Minuten andauern können, kommen an der Ostküste von Südamerika, Mittelamerika, Kalifornien, Westküste von Kanada, Alaska, Japan, Philippinen, Neuseeland und Indonesien vor. Diese Erdbeben können auch Tsunamis verursachen.

Tsunami

Je größer die Magnitude eines Erdbebens, desto wahrscheinlicher löst dieses Erdbeben auch einen Tsunami aus. Der Grund hierfür ist das Ausmaß der vertikalen Bodenverschiebung infolge eines Erdbebens, dessen Epizentrum sich auf dem Meer befindet. Je stärker das Erdbeben, desto stärker auch die vertikale Bodenverschiebung und der daraus resultierende Tsunami. Davon sind vor allem die Küsten jener Länder betroffen, vor denen sich auch starke Erdbeben ereignen.

Das Phänomen, dass sich das Meer innerhalb weniger Minuten langsam zurückzieht, ist spätestens seit dem Tsunami in Sumatra, der Thailand ebenfalls mit katastrophalen Folgen erreichte, bekannt. Was weniger bekannt ist, ist der Umstand, dass ein scheinbares Aufschäumen des Meeres am Horizont durch das Brechen des hohen Wellenkamms zu beobachten ist. Dann bleiben nur wenige Minuten, um einen höher gelegenen Ort aufzusuchen. Meist eignet sich auch die Hotelanlage dazu, indem man dort in das höchste Stockwerk flüchtet. Mit der ersten Welle ist es meist noch nicht vorüber. Meist folgen im Abstand von 5-30 Minuten weitere Wellen, wobei die späteren Wellen größer sein können, wie dies auch in Sumatra 2004 der Fall war.

Was kann man vorher tun?

Informieren Sie sich über Fluchtwege, höher gelegene Punkte (> 10 m) über dem normalen Flutniveau des Strandes. Das betrifft auch Flüsse in der Nähe von Flussmündungen in einen Ozean, wo das Wasser wegen der Kanalwirkung leicht überproportional hoch ansteigen kann.

Normalerweise fühlt man das Erdbeben, das zu einem Tsunami führt, durch eine minutenlanges leichtes (Epizentrum weit vor der Küste, Epizentrum > 100 km entfernt) oder starkes (Epizentrum nahe vor der Küste, Epizentrum < 100 km entfernt) Schaukeln.



Abb. 11. Tsunami-Fluchtweg in Vina de Mar in Chile.

Auf einem Schiff ist man am sichersten. Sollten Sie selbst ein Schiff führen und Sie erfahren von einem starken Erdbeben in Ihrer Nähe, so erkundigen Sie sich bei der Hafenbehörde, ob die Einfahrt in den Hafen sicher ist. Wenn möglich, bleiben Sie noch eine Stunde auf See um nachfolgende Tsunamiwellen abzuwarten.

.ANHANG

INTERNET

Der Erdbebendienst an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) informiert über das aktuelle Bebensgeschehen und neue Forschungsergebnisse im **Internet** unter www.zamg.ac.at.

Der Österreichische Erdbebendienst an der ZAMG ist an IHREN aktuellen Erdbebenerfahrungen interessiert, denn jede Erdbebenmeldung hilft uns dazu beizutragen, verbesserte Vorkehrungen in Österreich zu treffen. Bitte nützen Sie die Adresse www.zamg.ac.at/bebenmeldung.

Hinweise zum erdbebensicheren Bauen finden sich auf der Homepage der Österreichischen Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik www.oge.or.at (Homepage der OGE).

Die aktuellen Bodenbewegungen und Registrierbeispiele können unter geoweb.zamg.ac.at als Live-Seismogramm mitverfolgt werden.

Die weltweite Erdbebengefährdungskarte GSHAP findet sich unter <http://www.seismo.ethz.ch/static/GSHAP/>

Für Auswirkungsszenarien aktueller Erdbeben siehe <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/pager/>

Einen sehr guten Überblick über Erdbeben bietet Wikipedia unter de.wikipedia.org/wiki/Erdbeben.

FACHWÖRTERVERZEICHNIS

AFDRU	Austrian Forces Disaster Relief Unit des Österreichischen Bundesheeres, die bei Katastrophen im Ausland gebildet wird.
EMS-98	siehe ⇒ Intensitäts-Skala
Erdbeben	Erschütterung des Bodens. Wird oft als zusammenfassender Begriff für das Erdbebenereignis (⇒ Epizentrum, Zeit, Stärke) verstanden. Ursache können natürliche oder induzierte Erdbeben sein. Die meisten Erdbeben kommen durch plötzliche Versetzungen in der Erdkruste zustande.
Erdbebengefährdung	Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Erdbebens bestimmter Stärke innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Beinhaltet keine Aussage über Schäden (⇒ Erdbebenrisiko).
Erdbebenrisiko	Schadenswahrscheinlichkeit (= Schaden mal Erdbebengefährdung)
Epizentrum	Ort des größten Schadens an der Erdoberfläche, oberhalb des Hypozentrums. Hergeleitet von epi = (griech.) darüber.
Herdtiefe	Tiefe des ⇒ Hypozentrums
Hypozentrum	Ort des Erdbebens im Erdinnern, wo der eigentliche Verschiebungsvorgang stattfindet, unterhalb des ⇒ Epizentrums. Hergeleitet von hypo = (griech.) darunter.
Intensität	Schadens- und Fühlbarkeitsauswirkung an der Oberfläche. Zugeordnet aufgrund der ⇒ Intensitäts-Skala.
Intensitäts-Skala	Zwölfteilige Skala, nach der die Schäden und die Fühlbarkeitsberichte klassifiziert werden. Heute wird die Europäische Makroseismische Skala aus dem Jahr 1998 (EMS-98) verwendet, die auf der Mercalli-Sieberg Skala beruht. Sie beschreibt die <u>Auswirkungen</u> eines Bebens.
Induzierte Erdbeben	Durch den Menschen verursachte Erdbeben. Dazu zählen u.a. durch Talsperren bzw. Bergbau ausgelöste Erdbeben, Atomtests, Sprengungen, Bauwerkseinstürze und der Überschallknall.
Isoseisten	Linien gleicher ⇒ Intensität auf einer Landkarte
Magnitude	Von Richter eingeführtes logarithmisches Maß der im ⇒ Hypozentrum freigesetzten seismischen Energie. Daher auch oft als Richter-Skala bezeichnet. Zu beachten: Eine Magnitude 7 entspricht ca. 31-mal der Energie eines Magnitude 6-Erdbebens und 1.000mal der freigesetzten Energie eines Magnitude 5-Erdbebens. Die Magnitude ist ein Maß für die <u>Ursache</u> der Erschütterung.
Makroseismik	Fachgebiet, das sich mit der Auswertung und Interpretation der Schadens- und Fühlbarkeitsmeldungen befasst.
Richter-Skala	siehe ⇒ Magnitude
Schüttergebiet	Gesamtbereich, in dem das Erdbeben verspürt worden ist.
Seebeben	Erdbeben, dessen ⇒ Epizentrum vor der Küste liegt.

Seismogramm	Darstellung der Bodenbewegung durch einen ⇒ Seismographen. Meist ein Papierstreifen, auf dem die Bodenbewegungen als Funktion der Zeit abgebildet sind.
Seismograph	Gerät zur vergrößerten Darstellung der Bodenbewegungen, die von dem ⇒ Seismometer gemessen wurden. Früher, als es noch keine digitale Datenübertragung gab, befand sich der Seismograph am selben Ort wie das Seismometer bzw. die beiden Geräte waren kombiniert. Die Bedeutung des Begriffs des Seismographen hat sich heute verändert. Während früher zur Verstärkung der gemessenen Bodenbewegungen mechanische Systeme verwendet wurden, so wird heute das gemessene Signal automatisch digitalisiert und in einem Computer zur weiteren Auswertung abgespeichert.
Seismometer	Gerät zur Messung der Bodenbewegungen. Das eigentliche Kernstück einer seismischen Beobachtungsstation.
Seismologe	Fachmann auf dem Gebiet der ⇒ Seismologie
Seismologie	= (griech.) Erdbebenkunde
Tektonik	= (griech.) Lehre vom Aufbau der Erdkruste und den Bewegungen und Kräften, die diese erzeugt haben.
Tsunami	= (japan.) riesige Hafenwelle, ausgelöst durch ein ⇒ Seebeben

QUELLENANGABE

Literatur

Erdbeben – Eine Einführung für Geowissenschaftler und Bauingenieure

Autor: G. Schneider. Spektrum Akademischer Verlag, 2004

The GSHAP Global Seismic Hazard Map

Autoren: D. Giardini, G. Grünthal, K.M. Shedlock, & P. Zhang. Annali di Geofisica, Vol. 42, No.6, S. 1225 – 1230, 1999.

European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98)

Autor: G. Grünthal, (ed.). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg, Volume 15, 99 Seiten, 1998

Erdbeben in Österreich

Autor: Chr. Hammerl & W. Lenhardt. Leykam Verlag, 1997

Erdbeben – Schlüssel zur Geodynamik

Autor: B. Bolt. Spektrum Akademischer Verlag, 1995

Erdbeben als historisches Ereignis

Autoren: R. Gutdeutsch, Chr. Hammerl, I. Mayer & K. Vocelka. Springer Verlag, 1987

Abbildungen

Wenn nicht anders angeführt, so stammen die Abbildungen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG).