

ZIVILSCHUTZ HILFT

ERDBEBENSCHUTZ RATGEBER

Erdbebensituation in Österreich
Anleitung für vorbeugende Maßnahmen



Erstellt von

Univ.Doz.Dr. Wolfgang Lenhardt
Österreichischer Erdbebendienst der
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Impressum:

Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Inneres, Abteilung für Zivilschutz, Herrengasse 7, 1014 Wien

Redaktion: Amtsdirektor Johann Wruß, Telefon: 01/53126/2703, Fax: 01/53126/2706, e-mail:

zivilschutz@mail.bmi.gv.at

Herstellung: Druckberatung Demczuk

Vierte berichtigte und ergänzte Auflage, Juni 2000

*Das menschliche Erinnerungsvermögen
ist glücklicher- aber auch
unglücklicher Weise kürzer als die
Wiederkehrperioden der meisten
Naturkatastrophen.
(H.Tiedemann, 1992)*

VORWORT

Durch Berichte über katastrophale Erdbeben werden wir immer wieder erschreckt oder durch Fernsehberichte aus dem Katastrophengebiet sogar geschockt, so daß wir von Fall zu Fall auch bereit sind, den Erdbebenopfern spontan Hilfe zu leisten. Wenn der Ort des Geschehens weit entfernt ist, und wir nicht selbst zu den Betroffenen zählen, gehen wir im allgemeinen bald wieder zur gewohnten Tagesordnung über, doch wir sollten dabei immer bedenken, daß auch bei uns in Österreich Erdbeben größeren Ausmaßes möglich sind, wie dies in früheren Jahrhunderten bereits mehrmals der Fall war.

Einer Gefahr, die man gut kennt, kann man erfahrungsgemäß leichter begegnen. Daher wurde diese Broschüre erstellt und unseren Mitbürgern gewidmet, um den Wissensstand im Zusammenhang mit dem Naturereignis 'Erdbeben' zu heben und Schutzmaßnahmen aufzuzeigen.

INHALT

<i>ALLGEMEINES ÜBER ERDBEBEN</i>	7
Ursache	8
Intensität	8
Magnitude	11
Vorhersage	12
Der Österreichische Erdbebendienst	12
<i>ERDBEBEN IN ÖSTERREICH</i>	16
Überblick	16
Erdbebengefährdung	18
<i>SCHUTZMÖGLICHKEITEN</i>	20
Vor einem Erdbeben	20
Während eines Erdbebens	20
Nach einem starken Erdbeben	20
Informationsdienste der ZAMG	21
<i>FACHWÖRTERVERZEICHNIS</i>	22
<i>WEITERFÜHRENDE LITERATUR</i>	24

ANHANG
ERDBEBENWAHRNEHMUNGSBERICHT

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.), Talsperren, das Einpressen von Flüssigkeiten in die Erdkruste, Atomtests und Sprengungen 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 (Alaska, Japan, Chile).



Zerstörung eines Autobahnknotens durch ein Erdbeben in Kalifornien

Unter Platten versteht man 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.

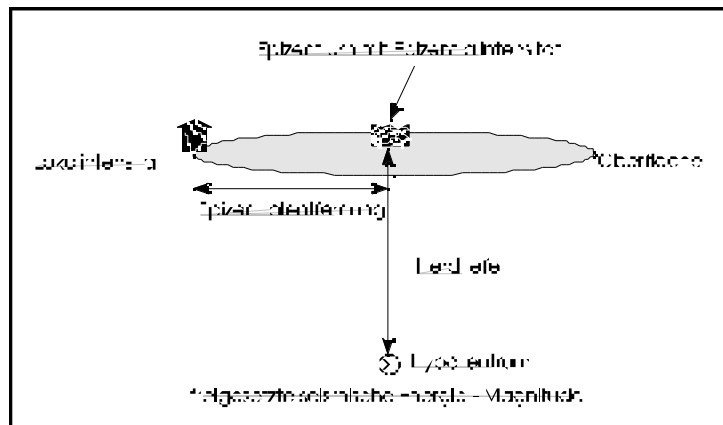
Treffen hingegen zwei kontinentale Platten aufeinander, so kommt es zu einer Kollision. Die eine Platte kann sich nicht mehr unter die andere schieben. Die Kollision führt zu einer Stauchung der Platten, die sich in einer extremen Gebirgsbildung, wie z.B. dem Himalaja, äußert.

Diese Vorgänge führten auch zur Bildung der Alpen. Im Rahmen dieser Gebirgsbildung kam es zur Ausbildung von Bruchzonen, entlang denen 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. Nur etwa 1% der Gesamtenergie wird in seismische Energie umgewandelt, die in Form von wellenförmigen Schwingungen nach allen Richtungen hin abgestrahlt wird.

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.



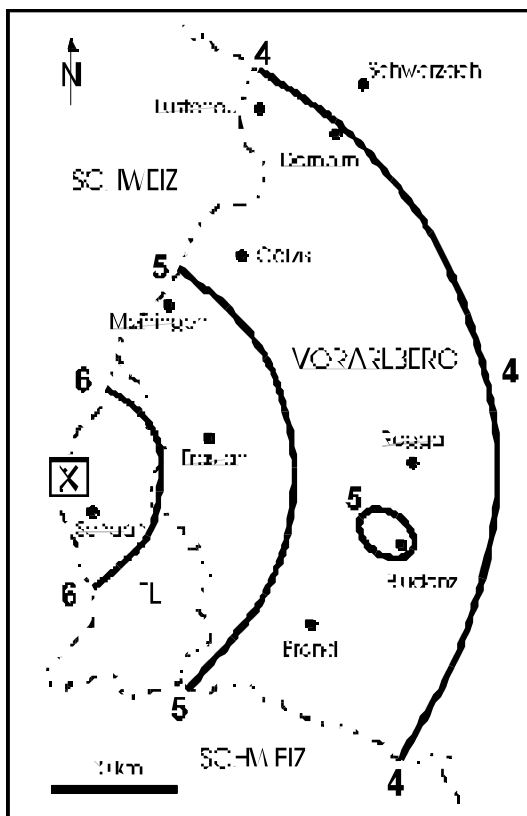
Intensität

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 ('EMS') 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 von einander abzugrenzen (in der

unteren Abbildung sind die Bereiche der Intensitätsgrade 4, 5 und 6 eines Erdbebens an der Grenze Österreich/Schweiz 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.



Isoseistendarstellung des Erdbebens in Schaan (Fürstentum Liechtenstein) am 8. Mai 1992

Um auch in der Gegenwart genügend viele, aussagekräftige Erdbeben-Wahrnehmungsberichte zu erhalten, wird im Falle eines in Österreich wahrnehmbaren Erdbebens die Bevölkerung vom Erdbebendienst gebeten, schriftliche Berichte einzusenden. Diese sollten außer dem Zeitpunkt und dem Ort der Wahrnehmung auch noch möglichst viele Angaben zur Intensitätsbestimmung enthalten. Für diesen Zweck hat der Österreichische Erdbebendienst den 'Erdbeben-Wahrnehmungsbericht'¹ erstellt. Hier ist es seitens des Erdbebendienstes wichtig darauf hinzuweisen, daß auch sogenannte 'negative' Meldungen (Leermeldungen) ihre Bedeutung für den Erdbebendienst bei der Abgrenzung des Schüttergebiets haben.

¹ ist dieser Broschüre beigelegt. Sollte dieses Blatt fehlen, so können Sie es als Abruffax unter der Nummer **0900 555 566 65** mit Ihrem Faxgerät jederzeit abrufen.

Tabelle: Europäische Makroseismische Skala 1998 (EMS-98) basierend auf
 Mercalli-Sieberg (Kurzfassung)

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 gutem erdbebengerechtem Konstruktionsentwurf und - ausführung, werden zerstört.
12	vollständig verwüstend: Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.

Magnitude

Seit Beginn des Jahrhunderts 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 auch 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 weist eine ca. 30mal größere Energie auf, als ein Erdbeben der Magnitude 6. Letzteres ist wiederum 30mal energiereicher als ein Erdbeben der Magnitude 5. Daher kommt auch der gewaltige Unterschied im Zerstörungspotential zwischen Erdbeben der Magnitude 5 und der Magnitude 7, wenn diese in gleicher Herdtiefe stattfinden, da 1000mal mehr Energie freigesetzt wird.

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 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 Talsperren und können in Meeresnähe **Tsunami** verursachen - Seewogen, die in Küstennähe mehrere Meter Höhe erreichen können. Erdbeben der Magnitude 8 regen 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 Intensitäten.

Vorhersage

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 Anfang dieses Jahrhunderts begann. Starke Erdbeben sind - zum Glück - seltene Ereignisse. Für den Seismologen stellen allerdings gerade diese wenigen Ereignisse besonders wichtige Informationen dar. 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.

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 vielen Erdbebenuntersuchungen anomale 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.

Der Österreichische Erdbebendienst

Eine wichtige Aufgabe des Erdbebendienstes ist der Betrieb von Erdbebenbeobachtungsstationen. Die seismischen Stationen werden zur

- Analyse von Erdbeben des alpinen Bereichs - sowie
- weltweiter Erdbeben

verwendet. 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

- Identifikation von seismisch aktiven Bruchzonen
- Berechnung der Erdbebengefährdung
- Unterscheidung verschiedener Erdbebenursachen (natürlich oder induziert)

Aufgrund des Erdbebens in Ljubljana (Slowenien) am 14. April 1895 wurde am 25. April 1895 an der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien eine eigene 'Erdbebenkommission' eingerichtet, deren Aufgabe es war, sich mit der Ursache und den Auswirkungen von Erdbeben eingehend 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, sodaß Österreich nun über ein relativ dichtes Netz seismischer Stationen verfügte.

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. Seit 1947 unterstützt die Gendarmerie bundesweit die Bemühungen der Zentralanstalt hinsichtlich der Sammlung der Meldungen von der Bevölkerung. Später erging sogar ein Erlaß des Bundesministeriums für Inneres, der alle Polizei- und Gendarmeriedienststellen zum Meldedienst im Erdbebenfall verpflichtete.

Die Modernisierung des seismischen Meßnetzes in Österreich erfolgte durch den Übergang von einer Analogregistrierung der Erdbeben, also von einer seismographischen



Historischer Seismograph

Aufzeichnung am Stationsort, zu einer digitalen, zahlenmäßigen Meßwerterfassung mit Datentelemetrie über Funk und Datenleitungen zur Auswertezentrale des Österreichischen Erdbebendienstes sowie mit der Einrichtung lokaler Stationen in Gebieten erhöhter Erdbebengefährdung.

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 30% aller österreichischen Erdbeben in diesem Gebiet ereignen. Die erste Ausbauphase wurde 1989 abgeschlossen. Seitdem werden andere bestehende Stationen umgerüstet und neue Stationen errichtet.

Je nach Zweck der Erdbebenerfassung werden verschiedene Systeme eingesetzt:

1. Kurzperiodische Systeme (hauptsächlich zur Beobachtung von Nahbeben)
2. Breitband-Systeme (für die Erfassung von Nah- und Fernbeben)
3. Strong-motion Systeme (zur Registrierung von starken Bodenbewegungen im Epizentralbereich)

Das **kurzperiodische Meßnetz** in Tirol besteht aus vier Meßstationen in 1500 bis 2000 Meter Seehöhe. Der Zweck dieses Meßnetzes liegt in der möglichst genauen Erfassung von Mikrobeben im Inntal. Seit Inbetriebnahme der vier Stationen können bereits jetzt aufgrund des hohen Dynamikumfangs der Anlage von 110dB nicht nur Erdbeben im Nahbereich, sondern auch ferne Erdbeben (z.B. Japan) erfaßt und die wichtigsten Erdbebenparameter unmittelbar zur Verfügung gestellt werden.

Der kleinste Abstand zwischen zwei Meßstationen in Tirol beträgt 9 km, der größte 35 km. Jede Station ist in einem eigenen Stollen von 15 bis 20 m Tiefe untergebracht. Die vollständig automatisch arbeitenden Geräte übertragen ständig ihre digitalen Meß- und Systemzustandswerte über eine eigene Richtfunkstrecke zur Berufsfeuerwehr Innsbruck, dem Subzentrum des Erdbebendienstes in Tirol. Dort wird das enorme Datenmaterial mit Hilfe eines Computers zum Teil vorselektiert und zwischengespeichert, aber auch gleichzeitig direkt in komprimierter Form nach Wien zur Zentrale des Erdbebendienstes übertragen. Dieses Konzept ermöglicht bei Leitungsausfall die Datensicherung über einige Tage hinweg und stellt gleichzeitig eine ökonomische Lösung dar. Die vier Stationen befinden sich nördlich und südlich des Inntales in St.Quirin, Moosalm, Walderalm und Wattenberg.

Die neue Generation der Erdbebenstationen ist mit **Breitband-Systemen** ausgerüstet, die mit höherer Genauigkeit Erdbeben aus dem Nah- und Fernbereich registrieren können. Derzeit sind in Molln (OÖ), in der Kölbrennsperre (Ktn.), am Hochobir (Ktn.), Damüls (Vbg.) und in Arzberg (Stmk.) solche Stationen in Betrieb. Weitere Stationen sind geplant, um eine flächendeckende Registrierung von Nah- und Fernbeben zu ermöglichen.

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. Drei weitere Geräte dieser Art sind aus denselben Gründen im Raum Wiener Neustadt (NÖ) installiert worden.

Inzwischen wird an dem Ausbau des strong-motion Netztes weiter gearbeitet. So gibt es heute Stationen in Feldkirch, Innsbruck, Schwaz, Klagenfurt, auf der Koralpe, Kindberg und in Schwadorf. Weitere Stationen werden folgen.

Der Erdbebendienst ist nicht nur mit der Erfassung und Auswertung österreichischer Erdbeben beauftragt, sondern Erdbeben im Ausland müssen auch laufend ausgewertet werden, um im Falle eines Katastrophenbebens die maßgeblichen Stellen informieren zu können. Dazu zählt besonders die Austrian Forces Disaster Relief Unit (AFDRU) des Bundesheeres, die für einen Rettungseinsatz im Ausland bereitsteht. Seit Ende 1999 sendet der Erdbebendienst der ZAMG in seiner Funktion als 'Nationales Datenzentrum für die Einhaltung des Atomteststop-Vertrages' seine Daten auch laufend an die UNO in Wien.

Entsprechende Informationen des Erdbebendienstes ergehen an die Bundeswarnzentrale des Bundesministeriums für Inneres (Zivilschutz), die betroffenen Landeswarnzentralen, das Bundesheer und die Medien (siehe auch Kapitel *Informationsdienste der ZAMG*).



Strong-motion Station in Wiener Neustadt

ERDBEBEN IN ÖSTERREICH

Überblick

Die österreichische Chronik der Schadenbeben reicht bis zum Jahre 1201 n.Chr. zurück. Natürlich sind ältere Aufzeichnungen in den Chroniken mit großen Unsicherheiten behaftet und eine Interpretation gestaltet sich dementsprechend schwierig und aufwendig. Dennoch beinhalten diese Überlieferungen wertvolle Hinweise über das Ausmaß historischer Erdbebenkatastrophen.

Die Erdbebenaktivität 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	Raum Neulengbach	Niederösterreich
1670	8	Hall	Tirol
1689	8	Innsbruck	Tirol
1690	9	Friaul ?	Grenze Kärnten/Italien
1768	8	Bad Fischau	Niederösterreich
1794	8	Leoben	Steiermark
1876	7	Scheibbs	Niederösterreich
1885	8	Kindberg	Steiermark
1886	7	Nassereith	Tirol
1927	8	Schwadorf	Niederösterreich
1930	7	Namlos	Tirol
1936	7	Obdacher Sattel	Steiermark
1972	7	Seebenstein	Niederösterreich

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

Das letzte Erdbeben, das eine Epizentralintensität 8° 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"*.



Schäden in Schwadorf im Jahr 1927

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 verspürbar, wo die Feuerwehr zu über 800

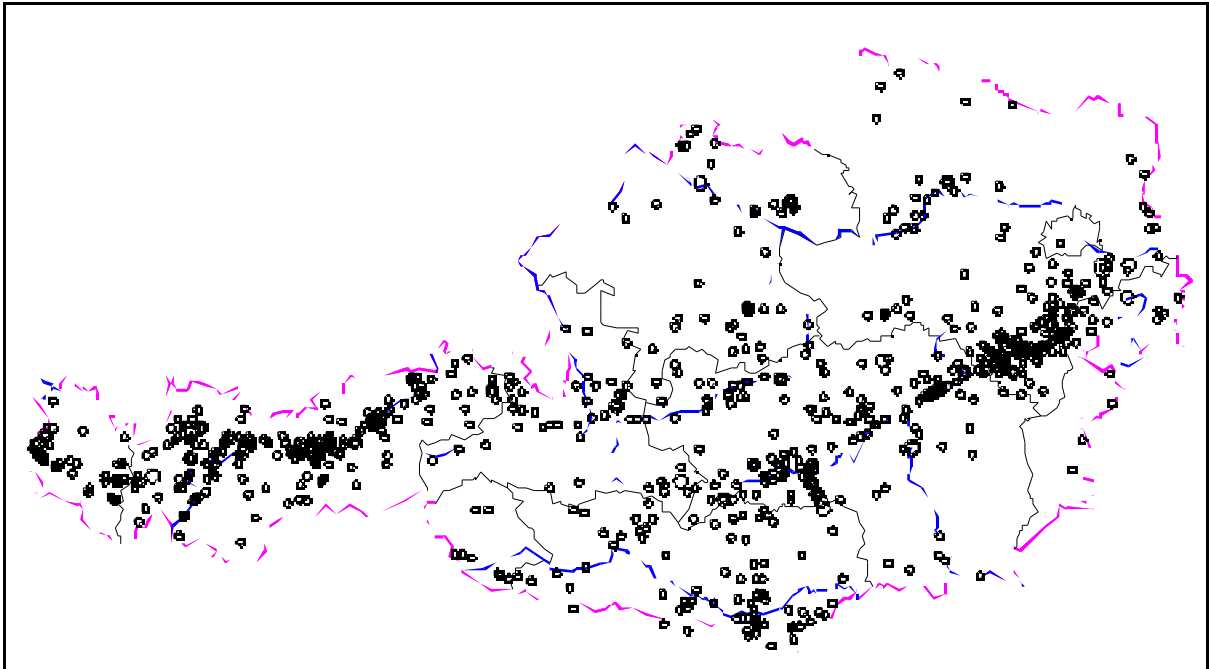
Einsätze gerufen wurde. Damals stürzten Teile der Balustrade der Wiener Universität herab und unzählige Schornsteine im Stadtgebiet von Wien wurden beschädigt.

Erdbeben, die Gebäudeschäden verursachen, treten in Österreich in sehr unregelmäßiger Folge auf. Im statistischen Mittel, also stark gerundet, ereignet sich alle 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 '90-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.

Erdbebengefährdung

Unter Erdbebengefährdung wird die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Erdbebens 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.



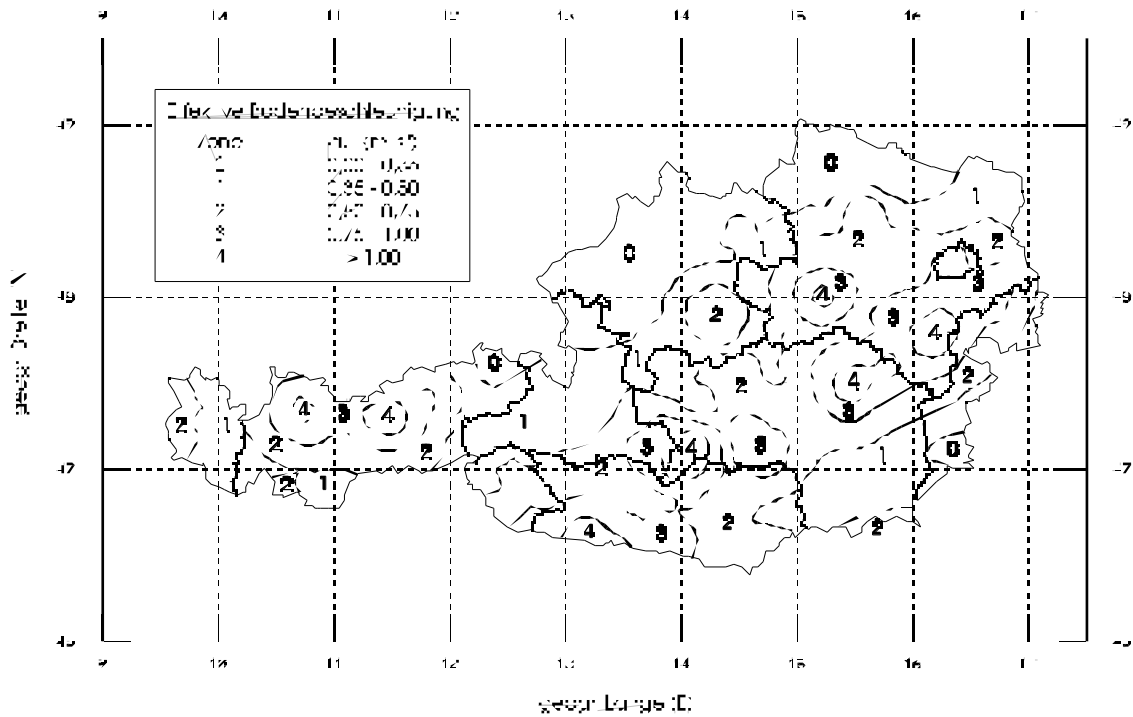
Fühlbare Erdbeben (1900 - 2000, über 1500 Erdbeben)

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 östlichen Teil des Wiener Beckens und in der Böhmisches Masse, wie z.B. 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, was auch z.B. in einer entsprechenden Baunorm (ÖNORM B 4015²) ihren Niederschlag findet. 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 Gefahrenggebiete 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, der Polizei und Gendarmerie eine entscheidende Rolle zufällt. Von diesen

² Eine neue Fassung des 1.Teils (Grundlagen) der Norm ist am 1. Oktober 1997, und der 2.Teil (Berechnungsmethoden) ist am 1. August 1999 beim Österreichischen Normungsinstitut erschienen.

Vorsorgemaßnahmen hängt es ab, ob und in welchem Ausmaß auf das Eintreten einer solchen Naturkatastrophe reagiert werden kann.



Erdbebenzonen in der ÖNORM B 4015 Teil 1 (neue Fassung 1997).

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**
- **Effektive Katastrophenhilfsdienste**
- **Schulung der Bevölkerung im Hinblick auf das richtige Verhalten im Falle von Erdbeben**

SCHUTZMÖGLICHKEITEN

Vor einem Erdbeben

- Die Baunorm **ÖNORM B 4015** 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 Innern des Gebäudes, unter Türstöcken, allenfalls auch unter einem stabilen Tisch (Schutz vor herabfallenden Deckenteilen).
- Taschenlampe, batteriebetriebenes Radiogerät, die wichtigsten Dokumente, lebensnotwendige Medikamente und Erste-Hilfe-Utensilien an sicherer Stelle verwahren.
- 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 _ Gebäudehöhe 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

- **Offene Feuer** (Kamin, Kerzen etc.) löschen, den elektrischen Strom mit dem Hauptschalter ausschalten und die Haupthähne von Gas und Wasser schließen. Verletzte versorgen. Bauschäden überprüfen. Bei Einsturzgefahr mit Notgepäck das Haus umgehend verlassen.
- **Draußen** Sicherheitsabstand zu Gebäuden einhalten, weil Nachbeben weitere Schäden verursachen können und Gebäudeteile herabstürzen können.
- Radio einschalten und **Instruktionen** über das weitere Verhalten abwarten. Falls nötig, anderen Hilfe leisten.
- Häuser und Wohnungen erst wieder betreten, wenn diese von **Fachleuten** als sicher bezeichnet wurden. Im Falle von Schornsteinschäden den Kamin vor dem Einheizen durch einen Rauchfangkehrer überprüfen lassen.
- Privatfahrten mit Kraftfahrzeugen und unnötige Telefonate (insbesondere mit 'handys') unterlassen, damit die Hilfsdienste nicht behindert werden.

Informationsdienste der ZAMG

Der Erdbebendienst an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) informiert über das aktuelle Bebensgeschehen über verschiedene Informationswege.

1. Im Internet unter 'www.zamg.ac.at', insbesondere wenn man unter 'Fachbereich: Geophysik' nachsieht.
2. Als Abruffax (kostenpflichtig)

Inhalt	Nummer
Aktuelles Erdbeben in Österreich	0900 555 566 61
Erdbeben-Monatsbericht (Österreich & weltweit)	0900 555 566 62
Intensität und Magnitude (Erklärungstext)	0900 555 566 63
Intensitätsskala	0900 555 566 64
Formular für Erdbebenwahrnehmungen (2-seitig)	0900 555 566 65
Erdbeben seit 1900 (Karte)	0900 555 566 66
Die wichtigsten Erdbeben in Österreich (Karte)	0900 555 566 67
Die wichtigsten Erdbeben in Österreich (Liste)	0900 555 566 68
Leistungsangebot des Österreichischen Geophysikalischen Dienstes	0900 555 566 69

3. Telefon-Tonbanddienst (kostenpflichtig) unter **0900 911 566 60**

Auch der Erdbebendienst ist an IHREN aktuellen Erdbebenerfahrungen interessiert, denn jede Erdbebenmeldung hilft uns, dazu beizutragen, verbesserte Vorkehrungen in Österreich zu treffen.

Alle Mitteilungen können portofrei an den *Erdbebendienst der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, A-1190 Wien* mit dem Vermerk *Porto zahlt Empfänger* oder per Fax an die Nummer (01) 368 66 21 gerichtet werden. Via E-mail kann man auch seine Wahrnehmungs- und Schadensbeschreibungen schicken. Die Adresse ist: *seismo@zamg.ac.at*.

FACHWÖRTERVERZEICHNIS

Viele der folgenden Erklärungen können ausführlich beschrieben in der homepage des Erdbebendienstes - www.zamg.ac.at unter 'Fachbereich Geophysik' - gefunden werden.

AFDRU	<i>Austrian Forces Disaster Relief Unit. Einheit des Österreichischen Bundesheeres der ABC-Abwehrschule, die zu Rettungs- und Bergungsaufgaben im In- und Ausland herangezogen wird.</i>
EMS-98	<i>siehe _ Intensitäts-Skala</i>
Erdbeben	<i>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.</i>
Erdbebengefährdung	<i>Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Erdbebens bestimmter Stärke innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Beinhaltet keine Aussage über Schäden (_ Erdbebenrisiko).</i>
Erdbebenrisiko	<i>Schadenswahrscheinlichkeit (= Schaden * Erdbebengefährdung).</i>
Epizentrum	<i>Ort des größten Schadens an der Erdoberfläche, oberhalb des Hypozentrums. Hergeleitet von epi = (griech.) darüber.</i>
Herdtiefe	<i>Tiefe des _ Hypozentrums</i>
Hypozentrum	<i>Ort des Erdbebens im Erdinnern, wo der eigentliche Verschiebungsvorgang stattfindet, unterhalb des _ Epizentrums. Hergeleitet von hypo = (griech.) darunter.</i>
Intensität	<i>Schadens- und Fühlbarkeitsauswirkung an der Oberfläche. Zugeordnet aufgrund der _ Intensitäts-Skala.</i>
Intensitäts-Skala	<i>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.</i>
Induzierte Erdbeben	<i>Durch den Menschen verursachte Erdbeben. Dazu zählen u.a. durch Talsperren bzw. Bergbau ausgelöste Erdbeben, Atomtests, Sprengungen, Bauwerkseinstürze und der Überschallknall.</i>
Isoseisten	<i>Linien gleicher _ Intensität auf einer Landkarte.</i>

Magnitude	<i>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. 30mal der Energie eines Magnitude 6-Erdbebens und 1000mal der freigesetzten Energie eines Magnitude 5-Erdbebens.</i>
Makroseismik	<i>Fachgebiet, das sich mit der Auswertung und Interpretation der Schadens- und Fühlbarkeitsmeldungen befaßt.</i>
Richter-Skala	<i>siehe _ Magnitude.</i>
Schüttergebiet	<i>Gesamtbereich, in dem das Erdbeben verspürt worden ist.</i>
Seebeben	<i>Erdbeben, dessen _ Epizentrum vor der Küste liegt.</i>
Seismogramm	<i>Darstellung der Bodenbewegung durch einen _ Seismographen. Meist ein Papierstreifen, auf dem die Bodenbewegungen als Funktion der Zeit abgebildet sind.</i>
Seismograph	<i>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.</i>
Seismometer	<i>Gerät zur Messung der Bodenbewegungen. Das eigentliche Kernstück einer seismischen Beobachtungsstation.</i>
Seismologe	<i>Fachmann auf dem Gebiet der _ Seismologie.</i>
Seismologie	<i>= (griech.) Erdbebenkunde.</i>
Tektonik	<i>= (griech.) Lehre vom Aufbau der Erdkruste und den Bewegungen und Kräften, die diese erzeugt haben.</i>
Tsunami	<i>= (japan.) riesige Meereswelle. Ausgelöst durch ein _ Seebeben.</i>

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Erdbeben in Österreich

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

Erdbeben als historisches Ereignis

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

Erdbeben - Eine Einführung

Autor: B. Bolt, Springer Verlag, 1984

Erdbeben

Autor: B. Walker. Aus der Serie *Der Planet Erde* der Time-Life Bücher, 1982

Erdbeben - Entstehung-Ausbreitung-Wirkung

Autor: G. Schneider, Enke Verlag, 1975

Ozeane und Kontinente

Verlag Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung, 1985

In dieser Reihe sind weiters erschienen:

BRANDSCHUTZRATGEBER

Verhalten in Brand- und anderen Notfällen, Anleitung für vorbeugende Maßnahmen
Bundesministerium für Inneres, 1999

STRAHLENSCHUTZRATGEBER deutsch/englisch

Verhalten bei Kernkraftwerksunfällen, Anleitung für vorbeugende Maßnahmen
Bundesministerium für Inneres, 1997

STÖRFALLSCHUTZRATGEBER deutsch englisch

Verhalten bei Chemie- und Industrieunfällen, Anleitung für vorbeugende Maßnahmen
Bundesministerium für Inneres, 1999

Alle Ratgeber sind kostenlos erhältlich beim:

Bundesministerium für Inneres
Abteilung für Zivilschutz
Postfach 100
1014 Wien
Tel.: 01/53126/2703
Fax: 01/53126/2706
e-mail: zivilschutz@mail.bmi.gv.at