



Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

unvorhersehbar Erdbeben in der Schweiz

Eine Ausstellung, die Erdbeben in der Schweiz anlässlich des 100-jährigen Bestehens des Schweizerischen Erdbebendienstes sichtbar macht.

Inhalt

Teil 1: [Rondell](#)

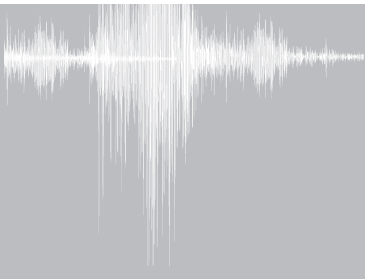
Teil 2: [Stelen](#)

Teil 3: [Karten \(im Rondell\)](#)

Teil 4: [Animationen \(im Rondell\)](#)

Teil 1:

Rondell



Haben Erdbeben in der Schweiz Tradition?

Die Entstehung der Alpen und die Erdbebenaktivität in der Schweiz sind eng miteinander verknüpft und auf dieselben Prozesse im Untergrund zurückzuführen. Weil diese Bewegungen seit Jahrmillionen im Gange sind, haben Erdbeben in der Schweiz schon sehr lange Tradition.

Was wissen wir über Erdbeben in der Schweiz weit vor unserer Zeit?

Über historische Quellen lässt sich die Erdbebengeschichte der Schweiz bis ins 11. Jahrhundert zurückverfolgen. Aus der Spätantike und dem Frühmittelalter sind wegen der noch gering entwickelten Schriftlichkeit nur wenige Indizien und knappe Beschreibungen überliefert. Für diese und weiter zurückliegende Zeitperioden versprechen «natürliche Archive» wichtige Aufschlüsse. So etwa Seesedimente, die von Erschütterungen ausgelöste Rutschungen dokumentieren, abgebrochene Tropfsteine in Höhlen oder archäologische Befunde. Allerdings sind diese paläoseismologischen Methoden mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet.

Was geschieht bei einem Erdbeben?

Die Erdkruste besteht aus mehreren grossen sowie einer Vielzahl kleinerer Lithosphärenplatten. Diese Platten konvergieren, divergieren oder bewegen sich aneinander vorbei.

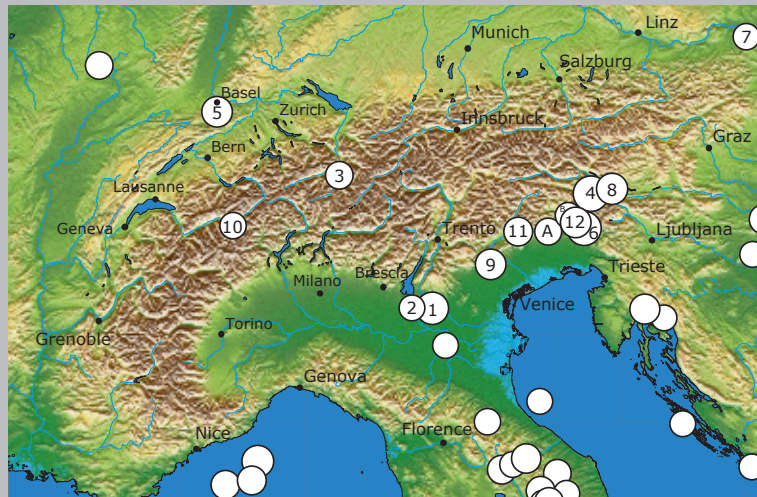
Erdbeben entstehen durch einen plötzlichen Spannungsabbau entlang von Brüchen in der Erdkruste. Aufgrund der ständigen Bewegung der tektonischen Platten baut

sich in den Gesteinsschichten auf beiden Seiten eines Bruches Spannung auf. Wenn diese genug gross ist, entlädt sie sich in einer plötzlichen, ruckartigen Bewegung. Die dabei frei werdende seismische Energie breitet sich in Form von Wellen durch die Erde und entlang der Erdoberfläche aus und verursacht die als Beben wahrgenommenen Erschütterungen.

1	1117 01. März, ca. 16 Uhr Verona (I) Magnitude: 6.7
2	1222 25. Dezember, ca. 12 Uhr Basso Bresciano (I) Magnitude: 6.1
3	1295 09. März, unbekannt Churwalden (CH) Magnitude: 6.2
4	1348 25. Januar, ca. 16 Uhr Villach (A) Magnitude: 7.0
5	1356 18. Oktober, ca. 22 Uhr Basel (CH) Magnitude: 6.6
6	1511 26. März, ca. 15 Uhr Idrija (SLO) Magnitude: 6.9
7	1590 09. September, ca. 23 Uhr Neulengbach (A) Magnitude: 6.1
8	1690 04. Dezember, ca. 15 Uhr Kärnten (A) Magnitude: 6.6
9	1695 25. Februar, ca. 06 Uhr Asolano (I) Magnitude: 6.5
10	1855 25. Juli, ca. 12 Uhr Visp (CH) Magnitude: 6.2
11	1873 29. Juni, ca. 04 Uhr Belluno (I) Magnitude: 6.3
12	1976 05. Juni, 21 Uhr Friuli (I) Magnitude: 6.5

Welches waren die grössten Erdbeben in den Alpen?

In der Vergangenheit ereigneten sich in den und rund um die Alpen immer wieder starke Erdbeben. Das letzte grössere Beben im Alpenraum geschah 1976 in Norditalien. Dieses Friaul-Beben (Nr. 12 auf der Karte) forderte 989 Menschenleben und 2 400 Verletzte, etwa 45 000 Menschen waren in der Folge obdachlos.



Karte mit den grössten Erdbeben (Magnitude ≥ 6) in und um die Alpen im letzten Jahrtausend. Die nummerierten Kreise kennzeichnen die in der Tabelle aufgeführten Beben in den Alpen und im Mittelland. Die Kreisgrösse ist

proportional zur Magnitude. Die unnummerierten Kreise kennzeichnen die in der Tabelle aufgeführten Beben ausserhalb des Alpenraums. Die Nachbeben des Friaul-Bebens von 1976 (Beben Nr. 12) sind mit «A» und «B» bezeichnet.



Schauen Sie sich Snapshot 05 auf www.seismo.ethz.ch an und erfahren Sie mehr zum Thema Erdbeben und Alpen.



Welches waren die bisher stärksten Erdbeben in der Schweiz?

Hintergrundinformationen zum bisher grössten Erdbeben in der Schweiz finden Sie auf der Tafel **Basel**

Hintergrundinformationen zum letzten grossen Erdbeben in der Schweiz finden Sie auf der Tafel **Sierre**

In unserem Erdbebenkatalog «ECOS-09» auf www.seismo.ethz.ch können Sie beliebig nach historischen Beben in der Schweiz suchen.

1295 und 1855 ereigneten sich in Graubünden und im Wallis die zweitstärksten historisch belegten Erdbeben in der Schweiz. Das bisher grösste Beben nördlich der Alpen erschütterte 1356 Basel. Erst seit dem 20. Jahrhundert stehen dank Seismographen und Seismometern instrumentelle Erdbebenmesswerte zur Verfügung. Um die Auswirkungen früherer Ereignisse zu verstehen, ist die Forschung auf historische Berichte von Zeitzeugen angewiesen, aus denen die Erdbeben-Intensität abgeleitet wird.

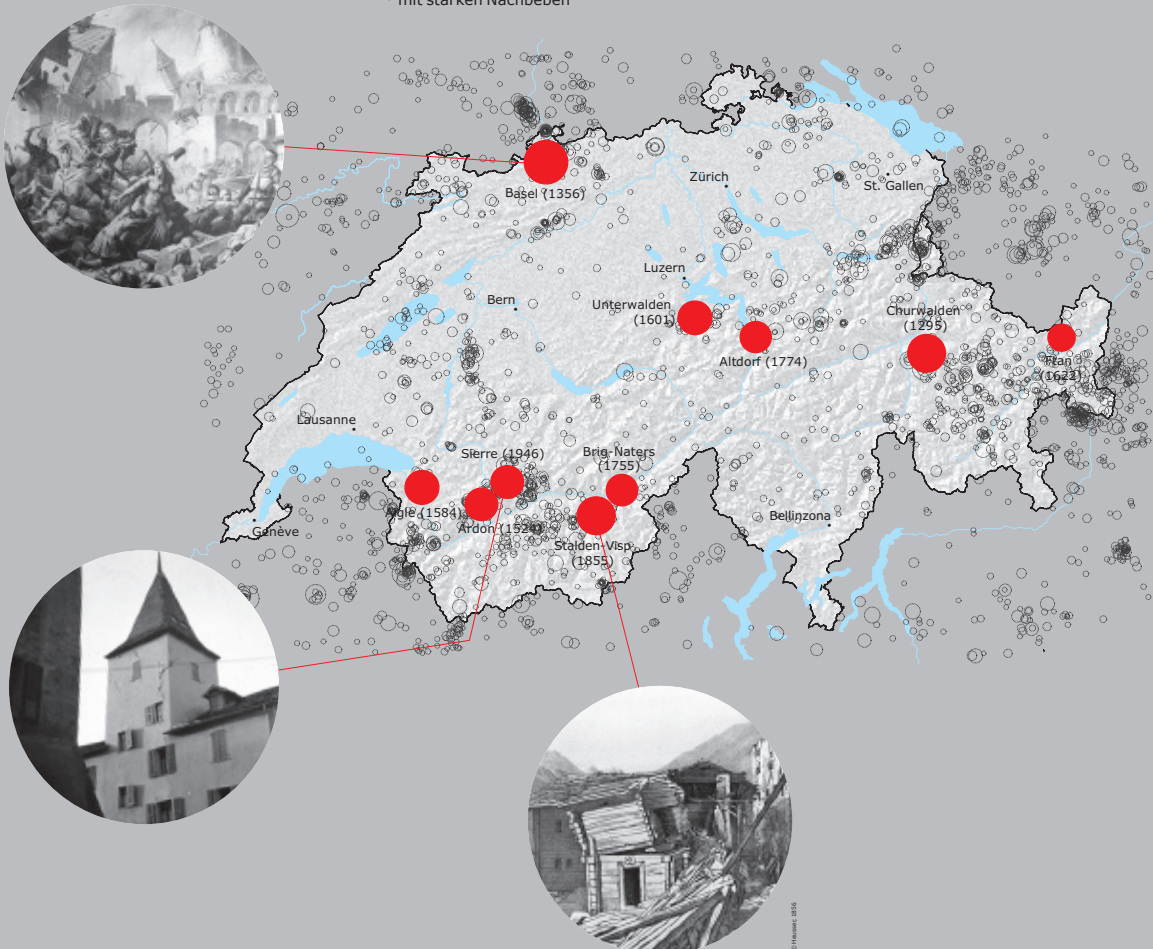
Welches Erdbeben löste den grössten Tsunami in der Schweiz aus?

Wie Untersuchungen von Seesedimenten belegen, erreichte die höchste bekannte Tsunamiwelle im Vierwaldstädtersee eine Höhe von 4 m. Ausgelöst hat sie das Erdbeben bei Unterwalden mit einer Magnitude von 5.9 am 18. September 1601, das mehrere gleichzeitige unterseeische Rutschungen verursachte.

Die stärksten historisch belegten Beben in der Schweiz

Datum	Ort	Magnitude	Intensität
18.10.1356	Basel (BS) *	6.6	IX
03.09.1295	Churwalden (GR)	6.2	VIII
25.07.1855	Stalden-Visp (VS) *	6.2	VIII
11.03.1584	Aigle (VD) *	5.9	VIII
18.09.1601	Unterwalden (NW)	5.9	VIII
04.1524	Ardon (VS)	5.8	VII
25.01.1946	Sierre (VS) *	5.8	VIII
10.09.1774	Altdorf (UR)	5.7	VII
09.12.1755	Brig-Naters (VS)	5.7	VIII
03.08.1622	Ftan (GR)	5.4	VII

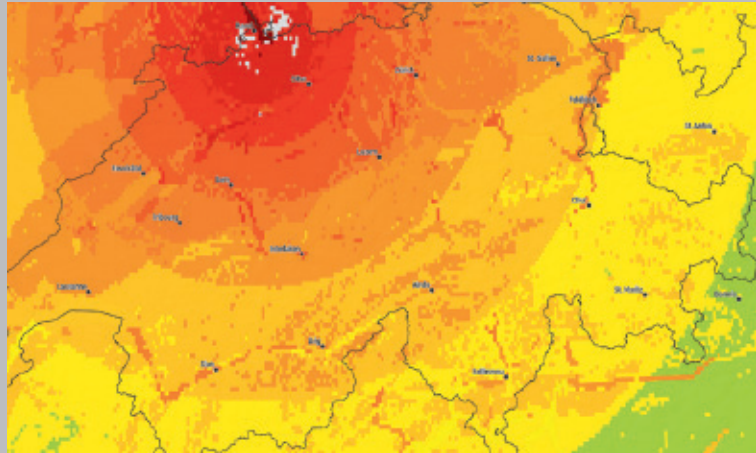
* mit starken Nachbeben



Was geschah 1356 in Basel?

Nach mindestens einem Vorbeben am Nachmittag des 18. Oktober 1356 erschütterte um etwa 22 Uhr ein Beben mit einer Magnitude von 6.6 die Stadt Basel. Es handelt sich um das grösste in der Schweiz historisch dokumentierte Erdbeben.

I	Kaum Bemerkbar
II - III	Schwach Verspürt
IV	Deutlich Verspürt
V	Stark Verspürt
VI	Leichte Gebäudeschäden
VII	Gebäudeschäden
VIII	Schwere Gebäudeschäden
IX	Zerstörend
X+	Zerstörend ++



Zu erwartende ShakeMap bei einem erneuten Beben bei Basel mit einer Magnitude von 6.6 (Grundlage Szenario Seismo12). Eine ShakeMap bildet die durch ein Erdbeben ausgelösten Bodenerschütterungen an jedem Punkt der Schweiz ab.



Für jedes Beben mit einer Magnitude von 2.5 oder grösser veröffentlicht der Erdbebendienst auf www.seismo.ethz.ch eine ShakeMap.



Basel 1356, fiktive Darstellung aus dem 16. Jh., Sebastian Münster

Was für Schäden verursachte das Beben 1356?

Zahlreiche Häuser stürzten ein und in der Folge brachen an mehreren Stellen Brände aus, die lange nicht zu löschen waren. In Anbetracht der Stärke und der Zerstörung fielen

dem Beben verhältnismässig wenige Menschen zum Opfer, da sich viele aufgrund des Vorbebens bereits im Freien aufhielten.

Weshalb bebt die Erde in Basel?

Verantwortlich für die starken Beben bei Basel ist hauptsächlich die geologische Struktur des Rheingrabens, dessen südliches Ende in der Region liegt. Die Gegend um Basel ist dadurch nach dem Wallis die Region in der Schweiz mit der höchsten Erdbebengefährdung. Erdbeben in der

Geschichte von Basel und seiner unmittelbaren Umgebung sind seit dem 14. Jahrhundert dokumentiert. Bereits um 250 hat sich möglicherweise bei der römischen Siedlung Augusta Raurica ein grosses Beben ereignet.

Was, wenn die Erde in Basel heute beben würde?

Im Mai 2012 prüften Bund und Kantone, wie gut sie vorbereitet sind, um die Folgen eines starken Erdbebens in der Schweiz zu bewältigen. Der Übung Seismo12 lag als Szenario ein Erdbeben bei Basel mit einer Magnitude von 6.6 zugrunde.

Mögliche Auswirkungen eines Erdbebens der Stärke 6.6 in Basel heutzutage:

1 000 – 6 000 Tote



60 000 Schwer- und Leichtverletzte



1 600 000 kurzfristig Obdachlose



50 % der Gebäude beschädigt



50 bis 100 Mia. CHF Sachschäden



Weitere Informationen zu grossen Erdbeben im Alpenraum finden Sie auf der Tafel

[Erdbebenland](#)



Schauen Sie sich Snapshot 01 auf www.seismo.ethz.ch an und lesen Sie mehr über die Geschichte des Schweizerischen Erdbebendienstes.

Seit wann gibt es den Schweizerischen Erdbebendienst?

Seit die Erdbebenüberwachung 1914 per Bundesgesetz festgeschrieben worden ist, besteht der Schweizerische Erdbebendienst als offizielle Fachstelle des Bundes für Erdbeben. Der Bund überführte damit eine seit 1878 ehrenamtlich durch die Erdbebenkommission geleistete Aufgabe in eine Institution, die heute der ETH Zürich angegliedert ist. In seinem 100-jährigen Bestehen zeichnete der Schweizerische Erdbebendienst bisher rund 13 100 lokale Beben auf.

Zu Beginn arbeiteten neben Alfred de Quervain (rechts im Bild in der Baugrube für den von ihm entwickelten Universalseismographen) als Leiter des Erdbebendienstes lediglich ein Assistent und gelegentliche Hilfskräfte für die Abteilung. Heute beschäftigt der Erdbebendienst ein international besetztes etwa 60-köpfiges Team.

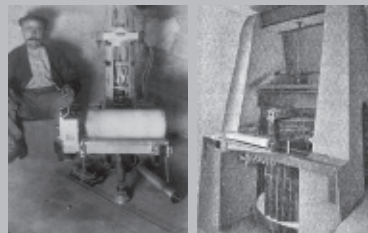
Früher



Heute



Die Abbildungen zeigen links einen transportablen Seismographen (ca. 1920), in der Mitte den 20 Tonnen schweren Zürcher Universalseismographen und zum Vergleich rechts ein modernes Breitbandseismometer vom Typ Streckeisen STS-2.



Links: Ausschnitt des Russ-Seismogramms eines stärkeren Bebens bei Sarnen am 13. März 1964.

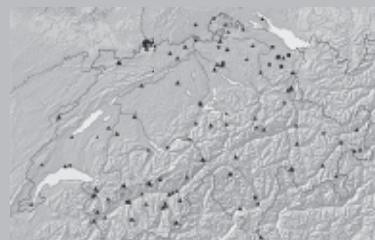
Weitere Informationen zu diesem Erdbeben finden Sie auf der Tafel [Sarnen](#)

Rechts: Seismogramm des Erdbebens bei Zug vom 11. Februar 2012 (Station SLUW).



Ab Mitte der 1930er Jahre standen dem Schweizerischen Erdbebendienst vier Seismographen für die Datenerhebung zur Verfügung. Heute umfasst das nationale seismische Netzwerk über 100 Stationen. Die Daten dieses modernen Netzwerks werden in Echtzeit übermittelt und müssen nicht mehr an der Station selbst abgeholt werden.

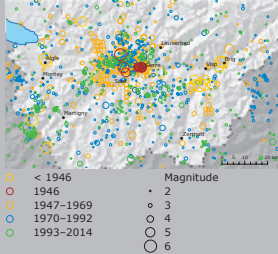
Weitere Informationen zum seismischen Netzwerk finden Sie auf der Seite [Live dabei](#)



Was geschah 1946 in Sierre?

Freitagabend, 25. Januar 1946: Es ist bereits dunkel, in Sierre liegt Schnee. Um 18:32 Uhr wird der Boden für einige Sekunden erschüttert. Die Leute stürzen ins Freie, Kamine und Ziegel fallen von den Dächern und bedrohen die wenigen Passanten. Der Strom fällt aus, die Stadt bleibt für zehn Minuten in völlige Dunkelheit getaucht. Die Telefonlinien sind sofort überlastet.

Erst am nächsten Tag nimmt man die Folgen des Bebens mit einer Magnitude von 5,8 in vollem Umfang wahr: 3 Todesopfer, 3 500 schwer beschädigte Gebäude. Die Schadenssumme beläuft sich nach heutigem Wert auf 26 Millionen CHF.



Erdbeben im Wallis und seiner unmittelbaren Umgebung sind seit dem 16. Jahrhundert bekannt (ab Magnitude 5.5 dargestellt). Seit 1946 (ab Magnitude 2 dargestellt) konzentriert sich die Seismizität auf das Mittelwallis.

1946 benötigte man zwei Tage, um festzustellen, dass das Epizentrum im Wallis lag. Heute wäre diese Information in wenigen Minuten auf der Webseite des Erdbebendienstes ersichtlich.



Viele Strassen wurden von durch das Beben ausgelösten Lawinen und Felsstürzen unterbrochen. Derartige Unterbrüche würden die Wirtschaft im Wallis heutzutage für einige Monate stark beeinträchtigen.



Die Einwohner befürchteten, dass die Gebäude wegen der zahlreichen Nachbarbeben einstürzen. Würden Sie trotzdem in diesem Gebäude übernachten wollen?



Es müssten Lager für tausende bis zehntausende Einwohner eingerichtet werden, die nicht wissen, ob Ihr Haus überhaupt noch bewohnbar ist. Stellen Sie sich vor, hier hätte Ihre Tante geschlafen.

Wie berichteten die Medien über das vorerst letzte grosse Beben in der Schweiz ?

Die nationalen Medien erschütterte das Beben unterschiedlich stark. Die einen verweisen auf die Zerstörungen des im Vorjahr zu Ende gegangenen Weltkriegs und merken demgegenüber an, dass in Sierre kein einziges

Wohngebäude vollkommen eingestürzt sei. Andere bezeichnen das Beben in Sierre dagegen als Vorspiel des Weltunterganges.



Werfen Sie einen Blick in die aktuelle Medienberichterstattung und besuchen Sie die Tafel [Kommunikation](#)

Was geschähe heutzutage bei einem vergleichbaren Beben im Rhonetal?

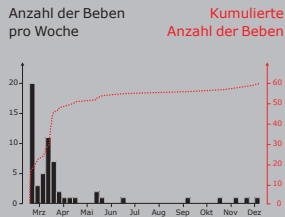
Aufgrund der dichteren Bebauung wären die Folgen eines gleich starken Bebens heute grösser.

Im Gegensatz zu 1946 ist der Talboden des Rhonetals mittlerweile dicht besiedelt und Standort grosser Industrieanlagen. Hinzu kommt ein ungünstiger Untergrund: durch sogenannte Standorteffekte wird im weichen Sediment des Talbodens die Amplitude der Erschütterungswellen bis zu zehn Mal verstärkt. Das heisst, die Erschütterungen fallen hier viel stärker aus als an felsigen Standorten, was zu grösseren Gebäudeschäden bis hin zu Hauseinstürzen führen würde. Weil auch viele neue Gebäude einem starken Erdbeben unter diesen Bedingungen wahrscheinlich nicht standhalten würden, wären viel mehr Opfer als 1946 zu erwarten.

Wie breiten sich Erdbebenwellen im Rhonetal aus?

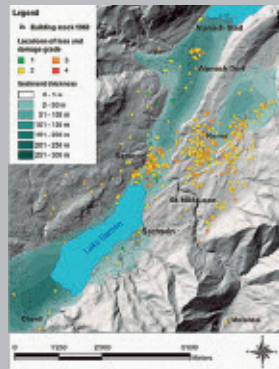
Schauen Sie im Daumenkino, wie sich die Wellen im Rhonetal ausbreiten und beachten sie, wie lange sie im Talboden «gefangen» bleiben.

Was hat sich 1964 in Sarnen abgespielt?

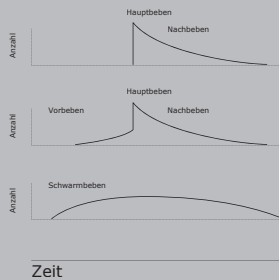


In der Region Sarnen ereigneten sich ab Februar 1964 während mehrerer Monate hunderte von Erdbeben. Die zwei grössten erschütterten die Region am 17. Februar mit einer Magnitude von 5.0 und am 14. März mit einer Magnitude von 5.7. Die Schadenssumme würde nach heutigem Wert 16 Millionen CHF betragen.

Obwohl keine Todesfälle oder Schwerverletzten zu beklagen waren, war die Angst vor einem noch stärkeren Erdbeben omnipräsent. Als Vorsichtsmassnahmen wurden mehrere Schulen und Kirchen geschlossen. Nach einigen Monaten endete der Erdbebenschwarm ohne, dass sich weitere, grosse Beben ereignet hätten.



Die meisten Schäden richteten die Beben in den Gemeinden Sarnen und Kerns an, wo kaum ein Haus verschont blieb.



Was sind Vorbeben, Hauptbeben und Nachbeben?

Erdbeben treten oft, aber nicht immer, in Sequenzen auf. Als Hauptbeben einer Erdbebensequenz gilt das Beben mit der grössten Magnitude. Erschütterungen, die kurz vor und in der Nähe des Hauptbebens auftreten, werden als Vorbeben bezeichnet. Als Nachbeben gelten jene, die sich nach dem Hauptbeben in dessen Nähe ereignen.

Was sind Erdbebenschwärme?

Als Erdbebenschwarm bezeichnet man eine Sequenz von zahlreichen räumlich und zeitlich nahe beieinander liegenden Beben, bei denen kein einzelnes Ereignis als «Hauptbeben» hervorsteicht.

Lassen sich Erdbeben vorhersagen?

Erdbeben lassen sich bis zum heutigen Zeitpunkt nicht vorhersagen. Dank ausgeklügelter Modelle können aber immer bessere Aussagen darüber gemacht werden, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Beben einer gewissen Stärke in einem bestimmten Gebiet in einem gewissen Zeitraum auftritt.

Oft gehen grossen kleine voraus

Kleinere Erdbeben erhöhen die Wahrscheinlichkeit markant, dass sich im Folgenden ein schwereres Erdbeben ereignet. Dennoch bleibt diese Wahrscheinlichkeit absolut gesehen sehr klein.

Von stark zu stärker nur in seltenen Fällen

Die Wahrscheinlichkeit, dass auf ein Erdbeben der Magnitude 5 in den nächsten sieben Tagen ein gleich starkes oder stärkeres folgt, liegt bei etwa 10 Prozent. In neun von zehn Fällen ereignet sich in der darauffolgenden Woche demnach kein Beben mit einer Magnitude von 5 oder grösser.

Nachbeben sind die Regel

Sehr starke Bodenbewegungen, ausgelöst durch ein Nachbeben, sind am ersten Tag nach einem Beben mit einer Magnitude von 5 etwa 1000-mal häufiger zu erwarten als im statistischen Mittel (~1 in 500 000).

Monate bis zum «Normalzustand»

Nach einem grösseren Erdbeben dauert es mehrere Monate bis Jahre, bis die Anzahl der gemessenen Beben auf das langjährige Mittel zurückgeht.

Nachbeben eine Magnitude kleiner

Im Durchschnitt liegt die Magnitude des grössten Nachbens ungefähr eine Einheit tiefer als jene des Hauptbebens. (Nach einem Erdbeben der Magnitude 6 sind Nachbeben mit Magnituden bis ca. 5 zu erwarten).

Was bedeutet Erdbebengefährdung?

Die Erdbebengefährdung gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der innerhalb eines Zeitraums eine bestimmte Bodenbeschleunigung an einem gewissen Ort auftritt.

Wie bestimmt man die Erdbebengefährdung?

Um die Erdbebengefährdung zu bestimmen, greifen Seismologen auf regionale Informationen aus der Erdbeben-geschichte, der Tektonik und der Geologie zurück. Weiter werten sie historische Schadensbeschreibungen aus und

entwickeln Modelle der Wellenausbreitung. Die Erstellung und regelmässige Überarbeitung der seismischen Gefährdungsabschätzung der Schweiz zählt zu den Hauptaufgaben des Schweizerischen Erdbebendienstes.

Wie gross ist die Erdbebengefährdung in der Schweiz?

Die Schweiz weist im europäischen Vergleich eine mittlere Erdbebengefährdung auf. Erdbeben treten hierzulande häufiger auf als beispielsweise in Norwegen und seltener als in Italien oder Griechenland.

1977

Erste Erdbebengefährdungskarte des Schweizerischen Erdbebendienstes. Grundlage für die 1989 erschienene SIA Norm 160 «Einwirkungen auf Tragwerke» (Ausgabe 1989).

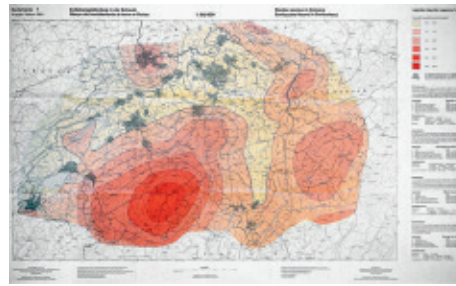
1998

Einheitliche Erdbebengefährdungskarte für Deutschland, Österreich und die Schweiz (genannt D-A-CH) Karte.

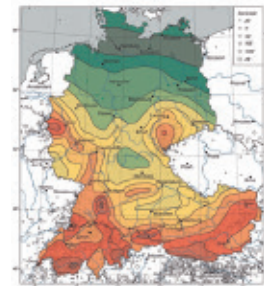
2004

Vorerst letzte Erdbebengefährdungskarte (eine neue Version erscheint Ende 2014). Obwohl erst 2004 veröffentlicht, flossen die daraus gewonnenen Kenntnisse in die SIA Norm 261 ein (Ausgabe 2003).

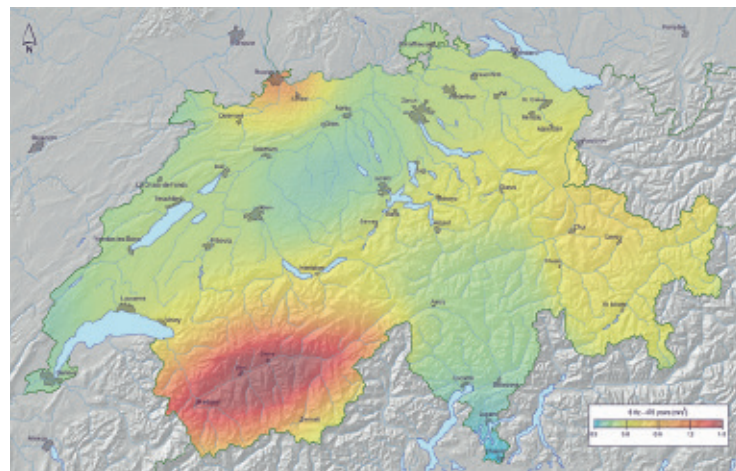
Der Schweizerische Erdbebendienst veröffentlichte bisher drei Generationen von Erdbebengefährdungskarten.



1977



1998



2004

Wozu braucht man Erdbebengefährdungskarten?

Erdbebengefährdungskarten zeigen nicht nur, wo in der Schweiz wie starke Bodenbewegungen zu erwarten sind, sondern dienen auch als zentrale Grundlagen für die

Baunormen. Denn der beste Schutz vor den Auswirkungen eines Erdbebens bietet eine erdbebengerechte Bauweise.

Und was ist mit dem Erdbebenrisiko?

Die Abschätzung der seismischen Gefährdung ist der erste Schritt, um das seismische Risiko zu beurteilen und zu begrenzen. Trotz der moderaten Gefährdung gelten Erdbeben als Naturgefahr mit dem grössten Schadenspotential für die Schweiz.

Erfahren Sie mehr über die vier Komponenten des Erdbebenrisikos und besuchen Sie die Seite zu diesem Thema.

[Erdbebenrisiko](#)





Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

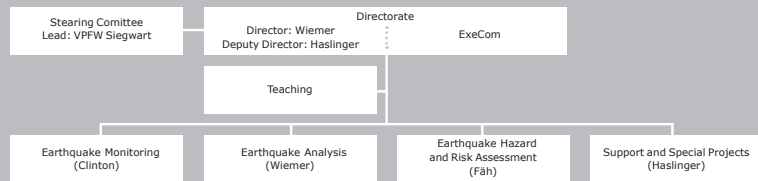
Was macht der Schweizerische Erdbebendienst?

Die vielfältigen Aufgaben und Aktivitäten des Erdbebendienstes ergeben sich aus gesetzlichen Aufträgen, die grossteils in Bundesratsbeschlüssen festgeschrieben sind. Die Hauptaufgaben umfassen:

- Überwachung der seismischen Aktivität in der Schweiz und im grenznahen Ausland
- Beurteilung der Erdbebengefährdung in der Schweiz
- Warnung und Information von Behörden, Öffentlichkeit und Medien
- Forschung und Lehre
- Schweizer Beteiligung an der internationalen Atomteststoppüberwachung

Wie ist der Schweizerische Erdbebendienst organisiert?

Der Schweizerische Erdbebendienst ist eine ausserdepartementale Einheit an der ETH Zürich und untersteht dem Vizepräsidenten für Forschung und Wirtschaftsbeziehungen. Der Erdbebendienst arbeitet eng mit dem Institut für Geophysik und dem Departement Erdwissenschaften zusammen. Der Direktor des Erdbebendienstes ist gleichzeitig Professor für Seismologie am Departement Erdwissenschaften.



Anzahl Mitarbeitende

- Etwa 60 Mitarbeitende, die sich auf ungefähr 50 Vollzeitstellen verteilen

Anteil Frauen und Männer



Aufteilung Wissenschaftliches, technisches und administratives Personal



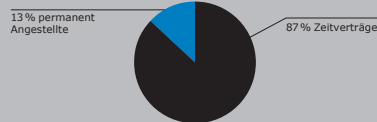
Wer arbeitet beim Schweizerischen Erdbebendienst?

(Stand März 2014)

Anzahl Professuren

- 1 voller Professor (Wiemer) als Direktor des Erdbebendienstes
- Titularprofessor (Fäh)

Durchschnitt Anstellungsverhältnisse



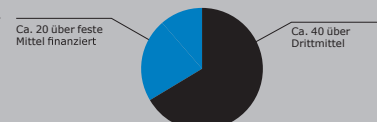
Verweildauer der WissenschaftlerInnen

- durchschnittlich 15 Jahre

Aktuell Dienstälteste (permanent Angestellte)

- Wissenschaftler: 12 Jahre
- Administration: 12 Jahre

Anzahl projektfinanzierter Mitarbeitende



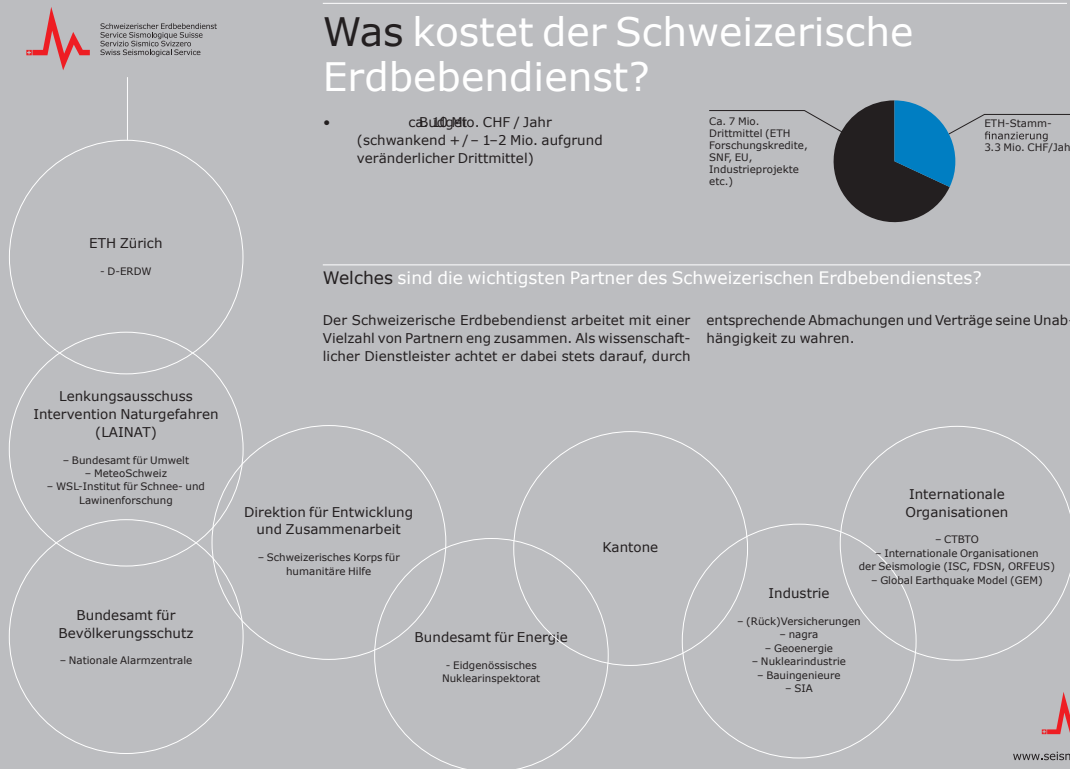
Was kostet der Schweizerische Erdbebendienst?

- ca. 10 Mio. CHF / Jahr (schwankend +/- 1-2 Mio. aufgrund veränderlicher Drittmittel)



Welches sind die wichtigsten Partner des Schweizerischen Erdbebendienstes?

Der Schweizerische Erdbebendienst arbeitet mit einer Vielzahl von Partnern eng zusammen. Als wissenschaftlicher Dienstleister achtet er dabei stets darauf, durch entsprechende Abmachungen und Verträge seine Unabhängigkeit zu wahren.



Hilfe, die Erde bebt, was soll ich tun!?
Erdbeben lassen sich nicht vorher-
sagen. Mögliche Auswirkungen und
Schäden können aber mit einfachen
Mitteln verringert werden.



Wie verhalte ich mich während eines starken Erdbebens?

1 Im Gebäude

- In Deckung gehen (z. B. unter einem stabilen Tisch)
- In Acht nehmen vor herunterfallenden oder umstürzenden Gegenständen sowie die Nähe zu Fenstern und Glaswänden meiden
- Das Gebäude nur verlassen, wenn die Umgebung sicher ist

2 Im Freien

- Im Freien bleiben, nicht in ein Gebäude fliehen
- Nähe zu Gebäuden, Brücken, Strommasten, grossen Bäumen und allem anderen meiden, das einstürzen oder herunterfallen könnte
- An Gewässern Uferbereich verlassen

3 In einem Fahrzeug

- Fahrzeug anhalten und während des Bebens nicht verlassen
- Brücken, Unterführungen, Tunnels und Nähe zu Gebäuden am Strassenrand meiden (Einsturzgefahr)

Was mache ich nach einem starken Erdbeben?

- 4 • Auf Nachbeben gefasst sein
- 11 • Gebäude auf Schäden prüfen und gegebenenfalls vorsichtig verlassen (Einsturzgefahr)
- 5 • Gebäude und Umgebung nach Brandherden absuchen, diese bei Möglichkeit löschen oder die Feuerwehr alarmieren
- 14 • Gas-, Wasser- und Stromleitungen auf Schäden prüfen und bei Verdacht abschalten
- 6 • Sich über Radio, Fernsehen oder Internet informieren
- 7 • Anweisungen der Einsatzkräfte befolgen
- Nur in Notfällen telefonieren (Gefahr der Netzüberlastung)
- 8 • Keine privaten Autofahrten (Strassen für Einsatzkräfte frei halten)
- 9 • Auf Stromausfälle gefasst sein (elektronische Geräte, Licht, Lift, Züge usw.)

Was kann ich tun, um besser auf ein starkes Erdbeben vorbereitet zu sein?

- 10 • Den besten Schutz vor den Folgen eines Erdbebens bietet eine erdbebengerechte Bauweise. Sie verfolgt als oberstes Ziel, den Einsturz eines Gebäudes und damit Todesopfer und Verletzte zu vermeiden.
Wissen Sie, ob das Gebäude, in dem Sie wohnen oder arbeiten, erdbebengerecht gebaut ist?
- Der Abschluss einer Erdbebenversicherung stellt eine weitere Möglichkeit dar, das persönliche (finanzielle) Risiko zu mindern
- 12 • Sichern Sie Gegenstände, die aufgrund der Erschütterungen beschädigt werden und/oder herunterfallen und dabei Verletzungen verursachen
- 13 • Bereiten Sie ein Notfallkit mit Notvorräten (Wasser!), Taschenlampe, batteriebetriebenen Radio, 1. Hilfe-Kasten, notwendigen Medikamenten, Bargeld und Kopien von wichtigen Dokumenten vor
- 14 • Machen Sie sich kundig, wo man Gas, Strom und Wasser abstellen kann

15 Was macht der Schweizerische Erdbebedienst im Falle eines stärkeren Erdbebens?

Der Schweizerische Erdbebedienst versorgt Bevölkerung, Medien und Behörden mit den aktuellen Informationen zum Beben und informiert über die Gefahren von Nachbeben. Der 24-Stunden-Pikettdienst steht für spezifische Auskünfte zur Verfügung und koordiniert weiterführende Aktivitäten.

Mehr über aktuelle Erdbeben finden Sie auf der Tafel

[Kommunikation](#)



Wie erfahre ich innert Sekunden, ob es in der Schweiz gebebt hat?

Auf der Webseite des Schweizerischen Erdbebendienstes (www.seismo.ethz.ch) finden Sie innert ca. 90 Sekunden, Detailangaben zu aktuellen Erdbeben im In- und Ausland sowie eine Vielzahl an Hintergrundinformationen rund um die Naturgefahr mit dem grössten Schadenspotential in der Schweiz.

58 000

Personen besuchen die Webseite des Erdbebendienstes durchschnittlich in einem Monat ohne grössere Erdbeben.

270 879

Vorläufiger Besucherrekord im Februar 2012 anlässlich des Erdbebens bei Zug mit einer Magnitude von 4.2.

Der Schweizerische Erdbebendienst twittert seit September 2013 in vier Sprachen jedes Erdbeben in der Schweiz oder im grenznahen Ausland mit einer Magnitude von 2.5 oder grösser (@seismoCH_D, @seismoCH_I, @seismoCH_F, @seismoCH_E).

Beinahe 400

Personen folgen dem Erdbebendienst derzeit auf Twitter (Stand 14.07.2014).

Nach einem spürbaren Erdbeben geben die Seismologen des Schweizerischen Erdbebendienstes oftmals Interviews für Fernsehen, Radio oder Zeitungen.

Über 1 000

Medienanfragen beantwortete der Schweizerische Erdbebendienst in den letzten fünf Jahren.

107

Medienberichte erschienen im März 2011 nach dem Tohoku Erdbeben in Japan (Magnitude 9.0).

79

Medienberichte wurden im Februar 2012 nach dem Zuger Beben (Magnitude 4.2) publiziert.

20

Medienbeiträge erscheinen durchschnittlich pro Monat.

16

Medienbeiträge wurden im Dezember 2013 nach den beiden Erdbeben bei Sargans (Magnitude 4.1 und 3.5) publiziert.

→ Im angehängten Heftchen finden Sie eine Auswahl von Zeitungsartikeln rund um Erdbeben in der Schweiz.



Haben Sie ein Erdbeben gespürt? Melden Sie es uns!

Tragen Sie Ihre Beobachtungen in den Online-Fragebogen auf www.seismo.ethz.ch ein. Diese Angaben helfen die makroseismische Intensität zu bestimmen (ein Mass für die Auswirkungen eines Erdbebens auf Infrastruktur, Landschaft und Bevölkerung).

6 318

Fragebögen wurden nach dem Erdbeben im Kanton Aargau am 12. November 2005 (Magnitude 4.1) ausgefüllt. Rekord!

40

ausgefüllte Fragebögen gehen durchschnittlich nach einem spürbaren, aber nicht starken Erdbeben ein.

1 100

Fragebögen wurden nach dem Erdbeben in Sierre vom 25.01.1946 (Magnitude 5.8) per Post eingesendet.

→ Im angehängten Fragebogen erfahren Sie, welche Angaben für die makroseismische Intensität relevant sind.

Wie fühlt sich ein Erdbeben an?

Besuchen Sie den Erdbebensimulator im Museum *focusTerra* und erfahren Sie verschiedene Erdbeben gefahrlos am eigenen Körper. Kostenlose Führungen finden jeden Sonntag statt.

40

Besucher lassen sich durchschnittlich an einem Sonntag vom Erdbebensimulator durchrütteln.

7

Schulklassen besuchen den Simulator durchschnittlich pro Monat.

1 400

Personen brachte der Erdbebensimulator an seinem Eröffnungstag im Jahr 2010 sowie an der Scientifica 2013 zum Staunen.



Der
Erdbebendienst
in

10

Jahren

Werden wir ein
paar Sekunden vor
jedem starken
Erdbeben einen
Alarm auf unserem
Handy
empfangen?
**Nein, nur in sehr
seltenen Fällen
wird das möglich
sein.**

Erdbebenwellen breiten sich mit ca. drei bis vier Kilometern pro Sekunde deutlich langsamer aus als elektromagnetische Wellen. Diese verbreiten Informationen und Warnungen von gerade stattfindenden Beben mit Lichtgeschwindigkeit. In Japan oder auch Kalifornien lassen sich daher bei grossen Beben mit einer Magnitude von 6.5 oder mehr entferntere Regionen einige Sekunden vor dem starken Schütteln warnen. In der Schweiz wird das technisch in zehn Jahre auch möglich sein. Starke Beben, deren Erschütterungen auch noch in grosser Entfernung zu Schäden führen, sind in der Schweiz allerdings relativ selten. Da Frühwarnungen erst ab einer gewissen Entfernung vom Epizentrum möglich sind (wegen der sog blind zone), ist ihr praktischer Nutzen in der Schweiz noch abzuklären. Der Erdbebendienst wird in Zukunft aber immer schneller über Erdbeben informieren und warnen.

50

Jahren

Werden wir
Erdbeben
verlässlich
vorher sagen
können?
Wer weiss.

Erdbebenvorhersage ist der «Heilige Gral» der Erdbebenforschung. Wissenschaftler sind seit Jahrzehnten auf der Suche nach verlässlichen Zeichen, die ein kommendes Erdbeben ankündigen, allerdings bislang ohne Erfolg. Weder Erdbebenwolken, Radonkonzentration, seismische Ruhe, elektromagnetische Signale noch das Verhalten von Tieren sind zuverlässige Vorboten. Bis heute ereignen sich Erdbeben ohne klare Vorwarnung. Die einzige Ausnahme sind Vorbeben, die vor einigen Hauptbeben auftreten – allerdings weiss man erst nach dem Hauptbeben mit Sicherheit, dass es sich um Vorbeben gehandelt hat.

Vielleicht sind Erdbeben eine Naturgefahr, die sich nie verlässlich vorhersagen lässt, ein chaotischer, nichtlinearer Prozess. Oder aber die Wissenschaftler finden eine heisse Spur. Es bleibt spannend!

100

Jahren

Werden wir
Erdbeben
verhindern
können?
**Nein, aber wir
können das
Erdbebenrisiko
drastisch
reduzieren!**

Wir werden wahrscheinlich noch nicht gelernt haben, Erdbeben zu verhindern. Aber wir könnten gelernt haben, mit Erdbeben zu leben, ohne dass Menschen und Gebäude dabei zu Schaden kommen. Nicht Erdbeben töten Menschen, sondern Häuser. Das Erdbebenrisiko ist massgeblich von der Bauweise der Gebäude abhängig.

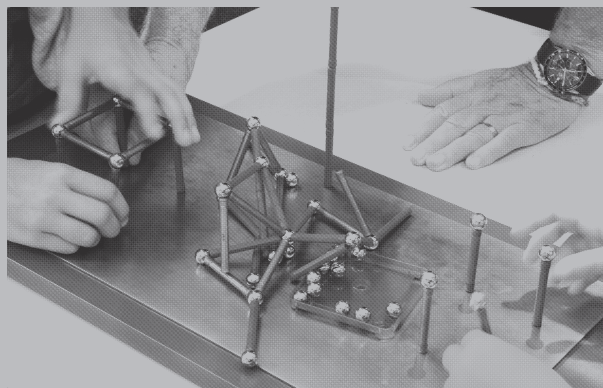
Es liegt in unserer Hand

Mit vergleichsweise geringen Kosten könnten wir unsere Städte vor Erdbeben sicher machen.

Wir denken

Eine gute Investition in die Zukunft, denn das nächste Erdbeben kommt bestimmt, auch in der Schweiz!

Besucher der Scientifica 2013 üben sich im Bau eines erdbebengerechten Gebäudes.



Teil 2:

Stelen

Mehr Informationen rund um Seismometer und seismische Netzwerke finden Sie auf der Seite [Live dabei](#)



Schweiz — Rhonegletscher

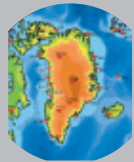
▲ Seismometer



Grönland

▲ Seismometer

Der Schweizerische Erdbebedienst konzentriert aktuell seine Forschungsarbeiten auf den Rhonegletscher und das grönländische Inlandeis. Zusammen mit Beobachtungen aus der klassischen Glaziologie sollen Seismometer auf dem Eis über die Fliessbewegungen des Gletschers Aufschluss geben.



In Grönland beteiligt sich der Erdbebedienst zudem am Betrieb eines permanenten seismischen Netzwerkes mit dem Ziel, die Veränderungen des grönländischen Inlandeises zu dokumentieren und zu überwachen.

Schauen Sie sich [Snapshot 02](#) auf www.seismo.ethz.ch an und erfahren Sie mehr über Eisbeben.

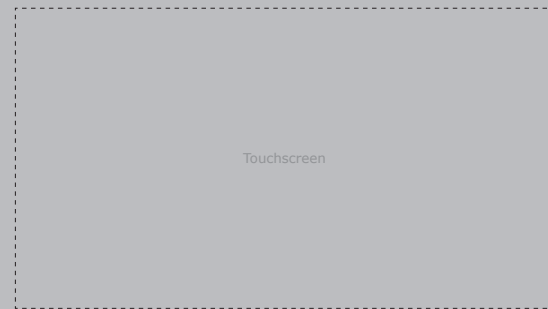
Was sehen wir mit Seismometern auf Gletschern?

Die im Inneren eines Gletschers ablaufenden Prozesse sind nicht direkt beobachtbar, können aber mit Hilfe von Seismometern indirekt aufgezeichnet werden. Seismometer auf dem Gletscher oder im gletschnahen Bereich ermöglichen Wissenschaftlern, in den Gletscher «hineinzuhören». Für wissenschaftliche Untersuchungen werden die Häufigkeit, der Ort und der Charakter dieser Eis- und Gletscherbeben analysiert. Folgende Prozesse verursachen Gletscher- und Eisbeben: Entstehung von Gletscherspalten, Abfluss von Wassermassen (durch sogenannte «Moulins» zum Gletscherbett), Gleiten des Gletschers auf dem Gletscherbett, Kalben (Abbrechen eines Eisberges in einen See oder ins Meer).

Was hat der Schweizerische Erdbebedienst mit Gletschern zu tun?

Das Erforschen von Gletschern hat eine lange Tradition beim Schweizerischen Erdbebedienst. Derzeit beteiligt sich der Erdbebedienst in enger Zusammenarbeit mit

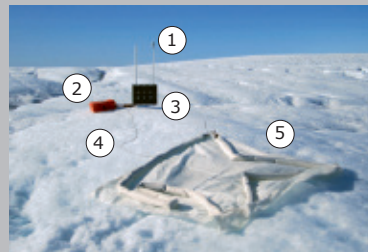
den Glaziologen der ETH Zürich (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, VAW) an mehreren wissenschaftlichen Projekten im In- und Ausland.



Wieso untersuchen wir Gletscher?

Bei den Diskussionen rund um den Klimawandel spielen Gletscher oft eine wichtige Rolle. Global ist vor allem die Änderung des Meeresspiegels von grosser Bedeutung, in der Schweiz sind die Vorhersagen über die Entwicklung von Gletschern unter anderem für die Energieversorgung mit Wasserkraft und den Tourismus zentral. Zu

diesem Zweck wird versucht, die Prozesse im und unter dem Gletschereis mit Seismometern «zu hören» und damit das Zusammenspiel zwischen dem Rückzug der Gletscher, den höheren Temperaturen und der Menge an Schmelzwasser zu verstehen.



- 1 Mast mit GPS Antenne für Zeitsynchronisierung zwischen den Seismometer
- 2 Wasserdichte Kiste mit Batterie und Gerät für die Datenaufzeichnung
- 3 Solarpanel für die Stromversorgung
- 4 Kabel zum Seismometer
- 5 Tuch, um das Abschmelzen des Eises zu verringern. Darunter befindet sich das Seismometer



Was sind menschengemachte Beben?

Der Erduntergrund ist in ständiger Bewegung, weshalb kleinere und grössere Beben die Erde täglich erschüttern. Doch nicht alle dieser Erschütterungen sind natürlichen Ursprungs, manche werden von Menschen ausgelöst. Die Wissenschaft spricht in diesem Fall von «induzierten Erdbeben» bzw. «induzierter Seismizität».



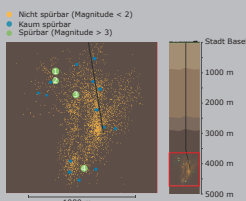
Welche menschlichen Aktivitäten lösen induzierte Beben aus?

Oftmals verursachen technische Eingriffe im Untergrund induzierte Seismizität. Mit wenigen Ausnahmen sind diese Erdbeben sehr klein und an der Oberfläche kaum spürbar. In der Schweiz sind menschengemachte Beben hauptsächlich im Zusammenhang mit Geothermieprojekten bekannt. In Basel löste unter hohem Druck in den Untergrund eingepresstes Wasser im Jahr 2006 ein Erdbeben mit einer Magnitude von 3.4 aus. 2013 ereignete sich bei St. Gallen ein Beben mit einer Magnitude von 3.5.

Aber auch bei anderen Untergrundnutzungen werden Erdbeben ausgelöst. Entdecken Sie in der interaktiven Abbildung einige ausgewählte Beispiele und deren Hintergründe.



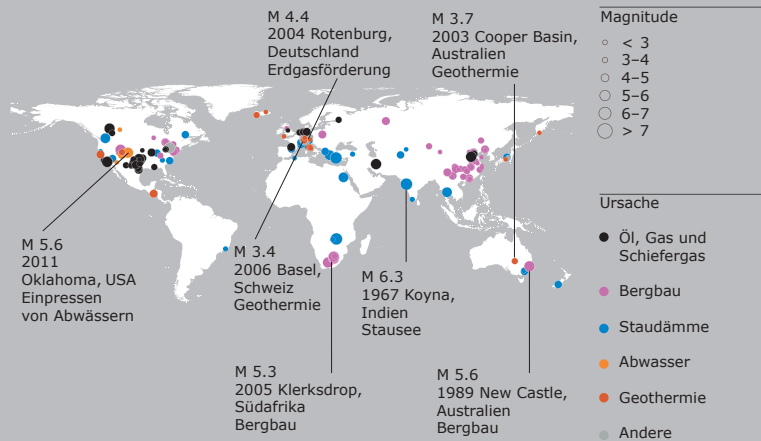
Erdbeben beim Geothermieprojekt Basel, 2006



Das Ziel bei Geothermieprojekten besteht darin, Energie zu gewinnen. Dafür wird kühles Wasser einige Kilometer tief in den Untergrund gepumpt, wo es sich erhitzt. Das heisse Wasser wird anschliessend an die Oberfläche gefördert. Damit das Wasser zirkulieren kann, muss die Durchlässigkeit des Gesteins erhöht werden. Durch das Einpressen von Wasser unter hohem Druck entstehen kleine Risse begleitet von Mikroerdbeben. Diese kleinen Beben enthalten wichtige Informationen über die (erhöhte) Durchlässigkeit des Gesteins. Leider können auch Erdbeben entstehen, die an der Oberfläche spürbar sind oder sogar Schäden verursachen.

Induzierte Erdbeben weltweit

Übersicht der weltweit durch Menschen ausgelösten Erdbeben, farblich eingestuft nach deren Auslösemechanismen. Veröffentlichte Daten von 1930 bis heute.

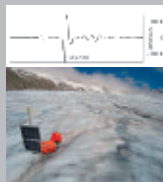


Selber ein Erdbeben auslösen?
Unten an der Treppe des
Museumturms in focusTerra ist ein
Seismometer installiert, das bereits
kleinste Erschütterungen
aufzeichnet.
focusTerra

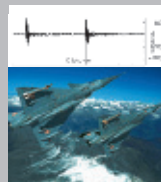
Natürlich oder menschengemacht?

Seismometer sind hochempfindliche Messgeräte, die nicht nur natürliche, sondern auch menschengemachte Bodenbewegungen aufzeichnen. Die Signale stammen teilweise aus der direkten Umgebung aber manchmal auch von der anderen Seite der Erde.

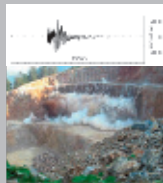
Raten Sie, ob die Signale menschengemacht oder natürlich sind und wer oder was sie ausgelöst hat.



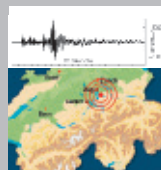
Eisbeben:
natürlich
Eine sich öffnende Gletscherspalte auf dem Rhonegletscher, aufgezeichnet auf dem Gletscher.



Überschallknall:
menschengemacht
10. Oktober 2013, Überschallknall, ausgelöst durch zwei Düsenjets in der Schweiz.



Sprengung:
menschengemacht
Sprengung in einem Steinbruch der Schweiz.



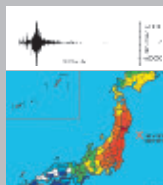
Lokales Erdbeben:
natürlich
11. Februar 2012, Erdbeben bei Zug mit einer Magnitude von 4.2.



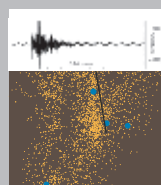
Bergsturz:
natürlich
Bergsturz in der Schweiz.



Atomtest Nordkorea:
menschengemacht
12. Februar 2013, unterirdischer Atomwaffentest in Nordkorea. Das Signal reiste um die ganze Welt.



Teleseismisches Erdbeben:
natürlich
11. März 2011, Erdbeben in Tohoku (Japan) mit einer Magnitude von 9.0. Das Signal reiste um die ganze Welt.



Induziertes Erdbeben:
menschengemacht
6. Januar 2007, Erdbeben in Basel mit einer Magnitude von 3.1, das durch eine Tiefenbohrung für das Geothermieprojekt in Basel ausgelöst wurde.

Hat es gebebt?

Rund um die Uhr überwachen mehr als 100 seismische Messstationen der nationalen Messnetze die Erdbebenaktivität in der Schweiz und im grenznahen Ausland. Sie zeichnen jede Erschütterung auf und sobald ein Beben erkannt wird, veröffentlicht der Erdbebendienst umgehend Angaben zum Ort, zur Stärke und zu den möglichen Auswirkungen.

Schauen Sie sich auf den Bildschirmen an, was die Seismometer im Moment gerade aufzeichnen und ob in den letzten Stunden ein Erdbeben stattgefunden hat. Dargestellt sind die vertikalen Komponenten von fünf Messstationen.



Echtzeitsignale der letzten fünf Minuten von fünf seismischen Stationen in der Schweiz. Vielleicht entdecken Sie ein Erdbeben, das sich soeben in der Schweiz ereignet hat. Von Auge zu erkennen sind in der Regel Beben ab einer Stärke von 2.



Hier sehen Sie die seismischen Messdaten der letzten vier Stunden in der Schweiz. Die roten Striche markieren automatisch erkannte mögliche Erdbeben. Erst wenn mehrere Stationen «triggern», werden die Signale weiterverarbeitet. Erkennt das automatische Datenverarbeitungssystem ein Erdbeben, löst es eine entsprechende Meldung aus. Blaue und grüne Striche bedeuten, dass eine Seismologin das Erdbeben manuell bestimmt hat. Die Karte rechts zeigt die Erdbeben in der Schweiz in den letzten 90 Tagen.



Schauen Sie, wo sich in den letzten 24 Stunden weltweit Erdbeben ereignet haben. Die grossen Ausschläge stehen für Beben, die irgendwo auf der Welt geschehen sind. Die hochempfindlichen Seismometer des nationalen Messnetzes erfassen die dadurch ausgelösten Erschütterungen in der Schweiz. Verglichen mit den Signalen von lokalen Beben in den oberen Bildschirmen, dauern die Erschütterungen teleseismischer Beben länger und bewegen sich in anderen Frequenzbereichen. Die Karte rechts zeigt alle Beben weltweit mit einer Magnitude von 5 oder grösser in den letzten 24 Stunden.



Befindet sich in meiner Nachbarschaft eine seismische Station?



Schauen Sie sich Snapshot 06 auf www.seismo.ethz.ch an und erfahren Sie mehr über das seismische Netzwerk.

Gut möglich, denn die vom Schweizerischen Erdbebendienst installierten und betreuten Seismometer verteilen sich über die gesamte Schweiz. Genauso vielfältig wie die Standorte ist auch die Art und Weise der Installation: Während sich einige Stationen mitten im Stadtzentrum unter unscheinbaren Deckeln verbergen, sind andere in Alpweiden eingebettet oder in Stau Mauern verankert.

Welche Aufgaben übernehmen die seismischen Stationen?

Die Messgeräte (Seismometer), welche zusammen das nationale Netzwerk der Schweiz bilden, lassen sich in drei Typen mit unterschiedlichen Anwendungsschwerpunkten unterscheiden:

▼ Breitbandnetzwerk:

Hochempfindliche Breitbandseismometer registrieren bereits kleinste Erschütterungen des Bodens durch schwache, lokale sowie starke, weit entfernte Erdbeben. Die Stationen sind an abgelegenen Standorten auf hartem Fels installiert.

▲ Starkbebennetzwerk:

Seismometer, welche sich für die Messung starker lokaler Erschütterungen eignen. Sie sind meistens in Siedlungsgebieten und besonders gefährdeten Regionen angebracht.

■ Temporäre Netzwerke:

Seismometer, mit denen der SED bei erhöhter natürlicher Seismizität das Netz verstärkt oder im Auftrag Dritter eine allfällige Seismizität im Rahmen von Bau- und Industrieprojekten beobachtet.

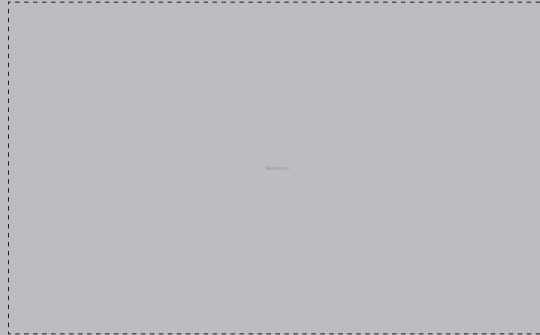


Wie entsteht eine seismische Station?

Verfolgen Sie den Aufbau einer permanenten seismischen Station im Felslabor Mont Terri (JU).



Schauen Sie sich Snapshot 06 auf www.seismo.ethz.ch an und erfahren Sie mehr über den Bau seismischer Stationen.



Das Seismometer wird im Mont Terri (JU) platziert.

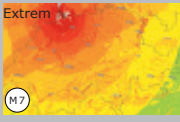
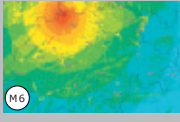
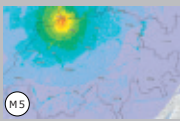
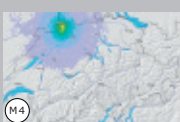



Schematische Abbildung einer typischen seismischen Station des Starkbeben-netzwerkes. Das Seismometer (grün) wird auf einer im Untergrund verankerten Betonplatte befestigt. Die orange Box beherbergt die Instrumente für die Datenübermittlung.



Auf dem Weg zur seismischen Station im Felslabor Mont Terri (JU) 300 Meter unter der Erdoberfläche.



Intensität (EMS-98)	Shakemap (Szenarien Erdbeben Basel)	Magnitudo	Frage
X+		7	Was erwartet mich bei einem Erdbeben mit einer Magnitude von 6 oder grösser in der Schweiz?
IX	Sehr heftig		Auswirkungen: Zerstörend Schwere Gebäudeschäden auch an soliden Bauwerken zu erwarten sowie Einsturz von Bauten möglich. Das Beben wird sehr weiträumig verspürt, Personen erschrecken und verlieren das Gleichgewicht. Dies entspricht in etwa einer maximalen Intensität von IX und mehr.
VIII		6	Was erwartet mich bei einem Erdbeben mit einer Magnitude zwischen 5.5 und 6 in der Schweiz?
VII	Sehr stark		Auswirkungen: Verbreitet schwere Gebäudeschäden Schwere Gebäudeschäden sowie Einsturz von schwächeren Bauten möglich. Im Gebäudeinnern Schäden durch herabfallende Gegenstände zu erwarten. Das Beben wird weiträumig verspürt, Personen erschrecken und viele verlieren das Gleichgewicht. Dies entspricht einer maximalen Intensität von VIII.
VI		5	Was erwartet mich bei einem Erdbeben mit einer Magnitude zwischen 4.5 und 5.5 in der Schweiz?
V	Stark		Auswirkungen: Kleine, vereinzelte Gebäudeschäden Gebäudeschäden wie Risse im Verputz möglich. Bei schwächeren Bauten grössere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden zu erwarten. Im Gebäudeinnern Schäden durch herabfallende Gegenstände wahrscheinlich. Das Beben wird weiträumig verspürt, Personen erschrecken. Dies entspricht in etwa einer maximalen Intensität von VII.
IV	Moderat		Auswirkungen: Häufigkeit*: etwa alle 5 bis 10 Jahre Letztes Ereignis: 1991 Vaz (GR), Magnitude 4.9 Todesopfer: keine zu erwarten
III		4	Was erwartet mich bei einem Erdbeben mit einer Magnitude zwischen 3 und 4.5 in der Schweiz?
II	Leicht		Auswirkungen: Grossräumig spürbar, kleinere Gebäudeschäden möglich Kleinere Gebäudeschäden an schwächeren Bauten möglich. Im Gebäudeinnern Schäden durch herabfallende Gegenstände möglich. Das Beben wird weiträumig verspürt, Personen erschrecken möglicherweise. Dies entspricht in etwa einer maximalen Intensität zwischen III und VI.
I		3	Was erwartet mich bei einem Erdbeben mit einer Magnitude zwischen 2.5 und 3 in der Schweiz?
-III	Schwach		Auswirkungen: Häufigkeit*: etwa 2 bis 6 pro Jahr Letztes Ereignis: 2013 Sargans (SG), Magnitude 4.1 Todesopfer: keine
I	Nicht fühlbar		Auswirkungen: Im Nahbereich möglicherweise spürbar Von wenigen Personen nahe des Epizentrums möglicherweise wahrgenommen. Gebäudeschäden sind keine zu erwarten. Dies entspricht in etwa einer Intensität von weniger als III. Häufigkeit*: etwa 10 bis 20 pro Jahr Letztes Ereignis: keine Todesopfer: keine

* Die Häufigkeit bezieht sich auf Erdbeben in der Schweiz und im grenznahen Ausland.



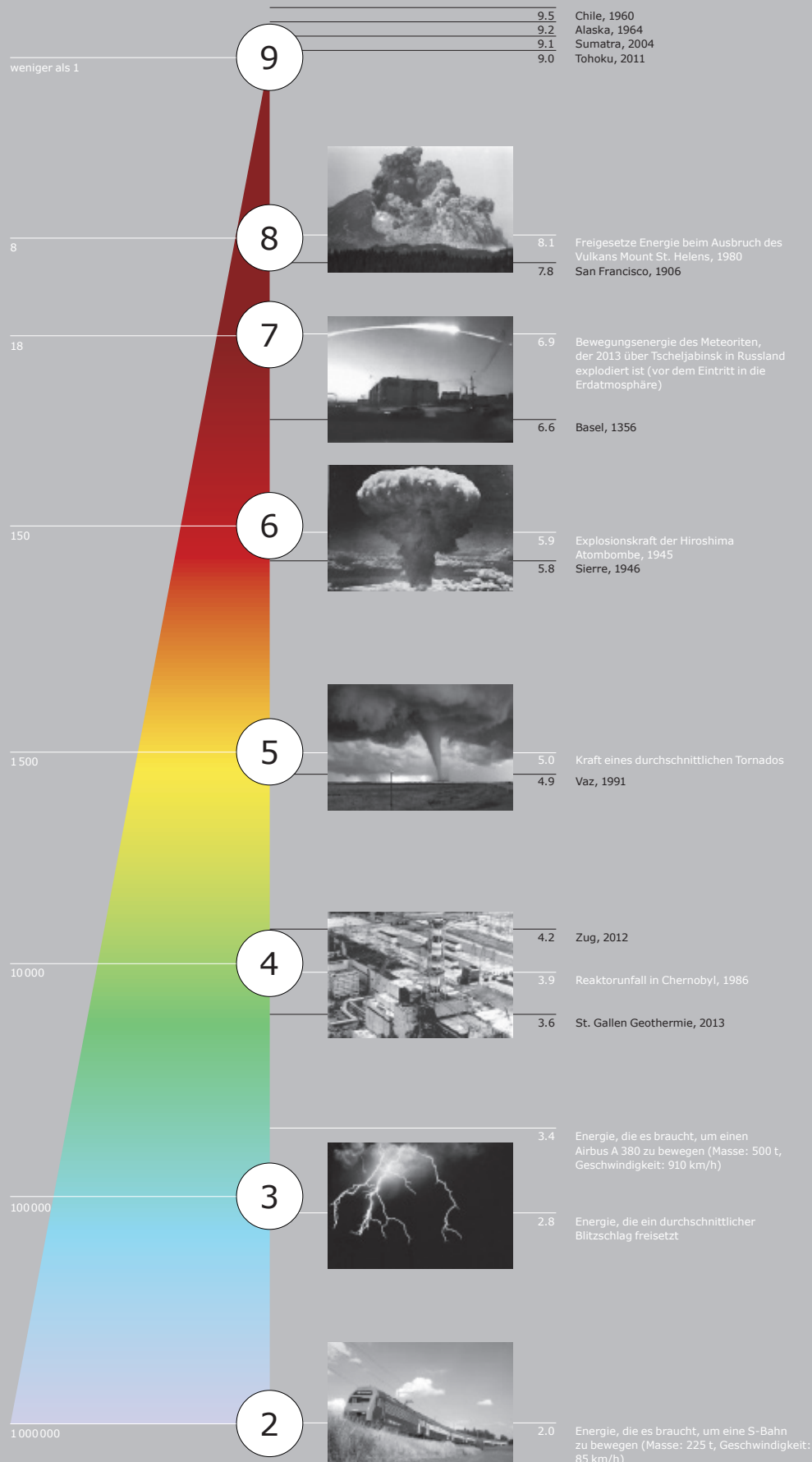
Häufigkeit weltweit pro Jahr

Magnitude

10

Wie stark ist ein Erdbeben?

Jedes Erdbeben hat eine Magnitude. Sie ist das Mass für die Stärke eines Erdbebens und beziffert, wie viel Energie ein Beben freisetzt. Machen Sie sich mit Hilfe der Abbildung eine Vorstellung davon, wie stark Erdbeben mit einer bestimmten Magnitude sind.



7

7.0 Haiti, 2010

Wie viel Energie setzt ein Beben mit einer bestimmten Magnitude frei?

Die Grösse der Kreise bildet die Energie ab, die verschiedene Beben in der Schweiz und im Ausland freigesetzt haben.

6.6 Basel, 1356

6

5.8 Sierre, 1946

5

4.2 Zug, 2012

4

3.6 St. Gallen Geothermie, 2013

3.4 Basel Geothermie, 2006



Wie setzt sich das Erdbebenrisiko zusammen?



Schätzen Sie mit unserem Erdbebenrisikotool auf www.seismo.ethz.ch näherungsweise Ihr Erdbebenrisiko ab und finden Sie heraus, wie sich dieses mindern lässt.

Das seismische Risiko setzt sich aus vier Komponenten zusammen: Der seismischen Gefährdung, dem lokalen Untergrund, den betroffenen Werten (Siedlungsdichte und Raumnutzung) und der Verletzbarkeit (speziell Bausubstanz und Infrastruktur).

Wie beeinflusst der lokale Untergrund das Erdbebenrisiko?

Weiche Böden verstärken besonders die Wellentypen, welche Bauten am stärksten beschädigen. Ein auf felsigem Untergrund errichtetes Gebäude erleidet daher infolge eines Erdbebens geringere Schäden als dasselbe auf Sedimenten erstellte Haus.

Experiment

Schlagen Sie mit dem Hammer leicht auf die kurze Seite des Modells und beobachten Sie, was mit den Häusern geschieht.

Bodenverflüssigung in einer Strasse in Christchurch (NZ) verursacht durch das Erdbeben vom 22. Februar 2012. Durch die Erschütterungen verliert der weiche Untergrund seine Festigkeit, weshalb schwere Objekte wie Fahrzeuge oder Gebäude einsinken.



© Keith Berryman, GNS Science, Neuseeland

Halten alle Gebäude einem Erdbeben gleich gut stand?

Gewisse Gebäude halten einem Erdbeben besser stand als andere. In der Schweiz sind Stahlbetonbauten beispielsweise besser gegen stärkere Erdbeben gerüstet als ältere Mauerwerkgebäude, die weit verbreitet sind. Je besser Ihr Haus einem Erdbeben standhält, desto weniger geschieht Ihnen im Ereignisfall.

Experiment

Versuchen Sie, das auf dem Rütteltisch stehende Haus so zu bauen, dass es den Erschütterungen eines Erdbebens standhält.



Illustration: Markus Dächmann

Mehr über die Erdbebengefährdung der Schweiz erfahren Sie auf der Tafel

Gefährdung

Wie wirkt sich die Erdbebengefährdung auf das Risiko aus?

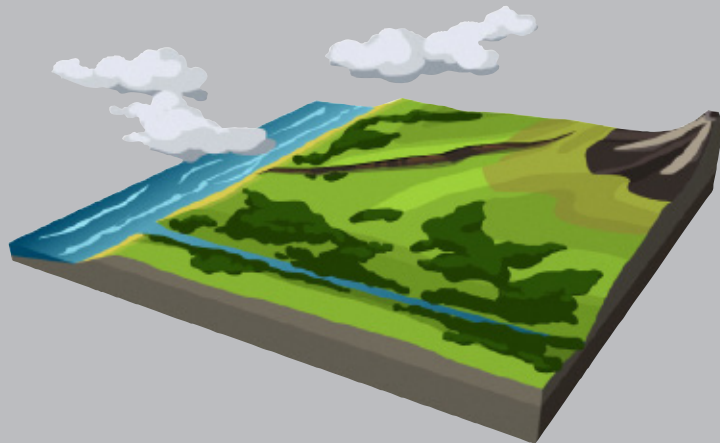
Die Erdbebengefährdung beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der eine bestimmte Bodenbeschleunigung an einem Ort innerhalb eines gewissen Zeitraums zu erwarten ist. Die Erdbebengefährdungskarte zeigt, wo in der Schweiz öfter stärkere Erschütterungen zu erwarten sind.

Welche Rolle spielen die vorhandenen Werte?

Erdbeben richten in Gebieten mit gut entwickelter Infrastruktur und wo viele Personen leben und arbeiten mehr Schaden an als in dünn besiedelten Regionen mit einer tieferen Wertedichte.



In der urbanen Umgebung mit hoher Wertekonzentration verursachen Erdbeben grosse Schäden.



Eine ländliche Region ohne Besiedlung und Infrastrukturanlagen erweist sich als wenig anfällig für Erdbebenschäden.

Illustration: Niklaus Dettmann

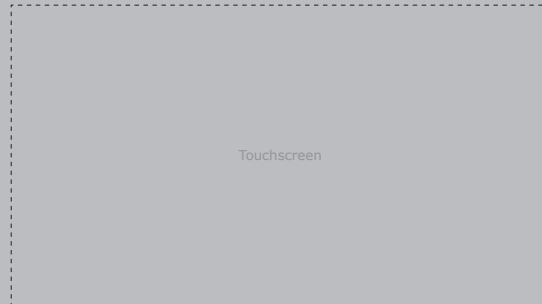
Experiment

Was machen Erdbeben in der Kunst?

Einiges... Lauschen Sie den Klängen von Erdbeben, betrachten Sie von Erdbebenbewegungen inspirierte Bilder und Fotografien oder tauchen Sie in die Welt des Tanzes und Theaters ein.



Schauen Sie sich Snapshot 04 auf www.seismo.ethz.ch/en und erkundigen Sie Erdbeben in der Kunst online.



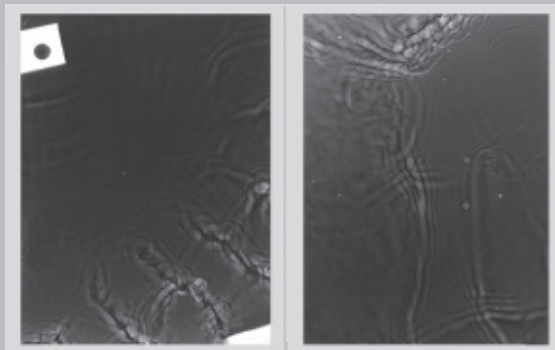
Wie macht sich der Erdbebensimulator als Fotograf?

Im Rahmen ihrer Bachelorarbeit in visueller Kommunikation an der Zürcher Hochschule der Künste verbrachte Ramona Tschuppert einen Tag im Erdbebensimulator des Erdbebedienstes. Die Erschütterungen brachten anhand verschiedener Belichtungsmethoden faszinierende Aufnahmen hervor.

Die Struktur der Wasseroberfläche wird durch deren Belichtung eingefangen und direkt auf das lichtempfindliche Fotopapier übertragen.

Links: Erdbeben in Northridge (1994, Magnitude 6.7).

Rechts: Erdbeben in Taiwan (1999, Magnitude 7.6).

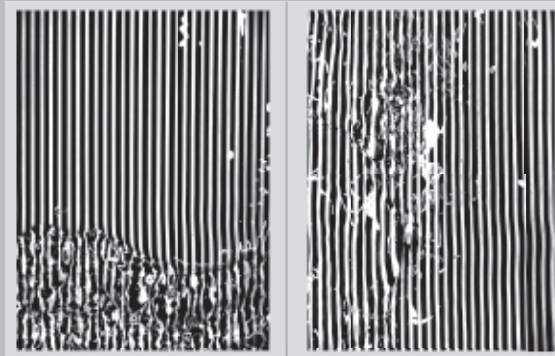


© Ramona Tschuppert

Die Bewegung des Wassers deformiert die Struktur eines Streifenrasters.

Links: Erdbeben in Northridge (1994, Magnitude 6.7).

Rechts: Erdbeben in Taiwan (1999, Magnitude 7.6).



© Ramona Tschuppert



Schauen Sie sich Snapshot 08 auf www.seismo.ethz.ch an und entdecken Sie weitere Erkenntnisse aus dem seismischen Datenberg.

Wie gross ist der jährliche Datenberg des Schweizerischen Erdbebendienstes?

Seismologen sind fleissige Datensammler: Mit ihren Netzwerken zeichnen sie bereits kleinste Bewegungen des Untergrunds auf. Alleine in der Schweiz entsteht dabei jährlich ein zwei bis drei Terabytes grosser Datenberg. Das entspricht mehr als 3 000 Gigabytes.

Wie gelangt man an besonders gute Daten?

Gute Daten, im Sinne von wissenschaftlich hochwertig, bringen besonders dichte seismische Netzwerke hervor, die mit qualitativ hochwertigen Messgeräten ausgestattet sind: Je dichter ein Netzwerk und je besser die Geräte, desto kleinere Beben können zuverlässig registriert werden.

Das seismische Netzwerk der Schweiz zeichnet sogar mehrmals täglich Beben auf, die zu schwach sind, um von Menschen verspürt zu werden. Ähnlich gute oder sogar bessere Aufzeichnungsqualität findet man in seismisch

sehr aktiven Gebieten, wie Kalifornien und Japan. Unter den Weltmeeren bleiben aber heute noch Beben unentdeckt, die stark genug wären, um unter einer Stadt kleinere Schäden anzurichten.

Könnte man flächendeckend genügend Seismometer auf der Welt verteilen, um alle Beben ab einer Magnitude von 2 aufzuzeichnen, wären das circa anderthalb Millionen Beben pro Jahr. Im Schnitt könnte man alle 20 Sekunden eines registrieren.

Finden Sie heraus, wie gross die Erdbebengefährdung in der Schweiz ist.

[Erdbebengefährdung](#)

Wozu dient dieser Datenberg?

Aus der grossen Anzahl an seismischen Daten lassen sich bestimmte Muster herauslesen. Sie ermöglichen es, Aussagen über die Grössenverteilung und die räumliche Verteilung von Erdbeben zu machen. Diese Informationen dienen wiederum als Grundlage für die Gefährdungsabschätzung und für die Erforschung der genauen Ursachen und Mechanismen von Erdbeben.

Die Tabelle zeigt, wie viele Beben mit einer bestimmten Magnitude sich jährlich auf der ganzen Welt ereignen.

Kleine Erdbeben sind viel häufiger als grosse. Als Faustregel gilt: für jedes beobachtete Beben mit einer Magnitude (M) von 7 ereignen sich zehn M 6, hundert M 5 oder tausend M 4 Beben. Pro Magnitudeinheit nimmt die Anzahl der Beben demnach um einen Faktor von 10 ab. Diese Faustregel gilt unabhängig davon, wie viele Erdbeben insgesamt stattfinden.

Was die unterschiedlichen Magnituden bedeuten, erfahren Sie bei der Seite [Erdbebenenergie](#)

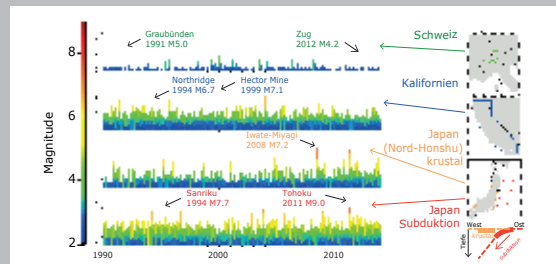
Magnitude	Jährlicher Durchschnitt
8 und höher	1 **
7 - 7.9	15 **
6 - 6.9	134 *
5 - 5.9	1 319 *
4 - 4.9	13 000
3 - 3.9	130 000
2 - 2.9	1 300 000

** basierend auf Beobachtungen seit 1900
* basierend auf Beobachtungen seit 1990

Quelle: USGS

Vergleichen Sie die Zeitreihen und schauen Sie, wo sich wie oft ein Erdbeben ereignet hat.

Dargestellt sind alle Erdbeben, die seit 1990 in der Schweiz, in Kalifornien und in Japan registriert worden sind. Für Japan werden zwei Typen von Beben unterschieden: die krustalen Beben (unter Nord-Honshu bis 30 km Tiefe) und die Beben entlang der subduzierten (abtauchenden) Platte. An Subduktionszonen treten erfahrungsgemäss die weltweit grössten Beben auf, so auch das Magnitude 9 Tohoku Beben im Jahr 2011.

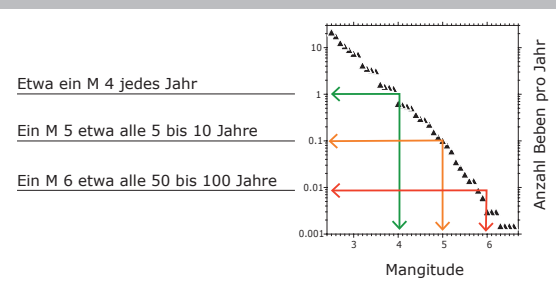


Wenn man weiter als 20 Jahre zurückblickt, erkennt man, dass sich in der Schweiz bereits einige grössere Beben ereignet haben.

Das Magnituden-Häufigkeits-Diagramm zeigt die durchschnittliche jährliche Auftretsrates von Schweizer Beben mit verschiedenen Magnituden in den letzten 700 Jahren.

Weil Erdbeben nicht in regelmässigen Zeitabständen auftreten und die angegebenen Jahre nur statistische Mittelwerte zeigen, sprechen Seismologinnen von Auftretenswahrscheinlichkeiten. Mit einer Wahrscheinlichkeit von einem Prozent ereignet sich dieses Jahr ein Magnitude 6 Beben in der Schweiz.

Mehr dazu finden Sie auf der Tafel [Geschichte](#)



Was ist InSight?

InSight steht für Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport. Es handelt sich dabei um eine Mission der NASA mit dem Ziel, im Jahr 2016 geophysikalische Instrumente auf den Mars zu bringen, um das Innere des Planeten zu erforschen. Eines dieser Instrumente ist ein Seismometer, welches

über zwei Jahre hinweg Marsbeben aufzeichnen soll. InSight soll helfen, eine der fundamentalen Fragen der Planeten- und Sonnensystemforschung zu beantworten. Nämlich die Prozesse besser zu verstehen, welche vor über vier Milliarden Jahren die felsigen Planeten des inneren Sonnensystems (inkl. der Erde) erschaffen haben.



Schauen Sie sich Snapshot 09 auf www.seismo.ethz.ch/en und erfahren Sie mehr über Erdbeben auf dem Mars.

Was trägt der Schweizerische Erdbebendienst und die ETH Zürich zur Marsmission bei?

Verschiedene europäische Länder entwickeln wissenschaftliche Instrumente für InSight, dazu gehört auch das Breitbandseismometer (SEIS). Die Schweiz beteiligt sich über die ETH Zürich an InSight, wobei die Gruppe «Aerospace Electronic and Instrument Laboratory (AEIL)» des Instituts für Geophysik für die Akquisitions-

und Steuerungs-Elektronik des Seismometers zuständig ist. Sobald täglich Daten vom Mars eintreffen, werden sie die Seismologinnen des Schweizerischen Erdbebendienstes routinemässig aus und erfassen und lokalisieren lokalisieren somit die Seismizität auf dem Mars.

In zwei animierten Videobeiträgen sehen Sie, wie InSight sich entfaltet und die Instrumente auf der Marsoberfläche installiert.

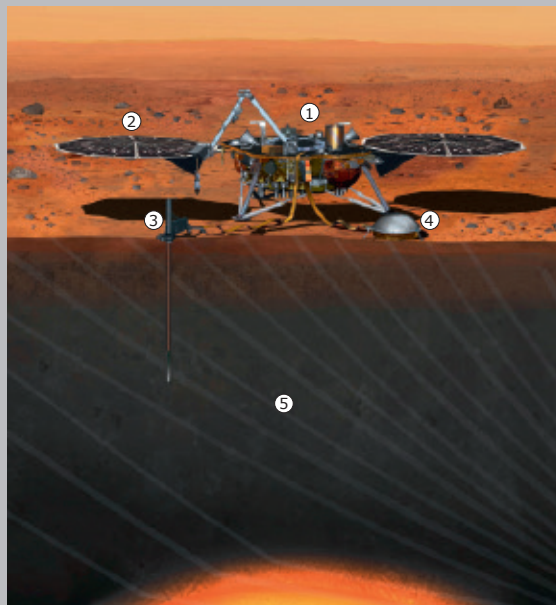


Was macht ein Seismometer auf dem Mars?

Das Seismometer hat während seiner zweijährigen Betriebszeit die Aufgabe, die seismische Aktivität auf dem Mars und die Einschläge von Meteoriten zu registrieren. Die Forschenden planen, diese Daten zu nutzen, um detaillierte Modelle der inneren Struktur des Planeten Mars zu erstellen.

Im Gegensatz dazu wissen wir dank den globalen und dichten lokalen seismischen Netzwerken und den Berichten über Erdbeben aus dem letzten Jahrtausend viel über die Seismizität im Alpenraum und den Aufbau der Erde. Auf dem Mars betreten wir demgegenüber seismisches Neuland.

- ① Landevorrichtung, Elektronik und Kommunikation
- ② Sonnenkollektoren
- ③ Wärmesonde
- ④ Seismometer
- ⑤ Marsinneres



Teil 3:

Karten

(im Rondell)

Tektonik

Die tektonische Karte zeigt die geologischen Einheiten im Gebiet der Schweiz zusammen mit den bekannten Störungs- und Bruchzonen in der Erdkruste. Diese entstehen durch die Bewegung der tektonischen Platten gegeneinander und durch Spannungen in den Platten.

Erdbeben

Epizentren aller Erdbeben in der Schweiz ab einer Magnitude von 2 seit 1975.

Historische Erdbeben

Alle Erdbeben seit dem Jahr 250 mit einer Magnitude von 4 oder grösser. Je grösser der Kreis, desto stärker das Erdbeben und je heller die Einfärbung, desto älter das Beben.

Erdbebengefährdung

Die Erdbebengefährdung beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der innerhalb eines Zeitraums eine bestimmte Bodenbeschleunigung an einem gewissen Ort auftritt. Je röter ein Gebiet auf der Karte eingefärbt ist, desto höher ist die Gefährdung in diesem Gebiet.



ShakeMap Zug 2012

ShakeMap des Erdbebens bei Zug 2012 mit einer Magnitude von 4.2. Eine ShakeMap bildet die durch ein Erdbeben ausgelösten Bodenerschütterungen an der Oberfläche ab. Für jedes Beben mit einer Magnitude von 2.5 oder grösser veröffentlicht der Schweizerische Erdbebendienst eine ShakeMap.

ShakeMap Sierre 1946

Zu erwartende ShakeMap bei einem erneuten Beben bei Sierre mit einer Magnitude von 5.8. Die ShakeMap bildet die durch ein Erdbeben ausgelösten Bodenerschütterungen an der Oberfläche ab. Für jedes Beben mit einer Magnitude von 2.5 oder grösser veröffentlicht der Schweizerische Erdbebendienst eine ShakeMap.

ShakeMap Basel 1356

Zu erwartende ShakeMap bei einem erneuten Beben bei Basel mit einer Magnitude von 6.6. Eine ShakeMap bildet die durch ein Erdbeben ausgelösten Bodenerschütterungen an der Oberfläche ab. Für jedes Beben mit einer Magnitude von 2.5 oder grösser veröffentlicht der Schweizerische Erdbebendienst eine ShakeMap.

Seismisches Netzwerk

Über 100 seismische Stationen bilden das seismische Netzwerk der Schweiz. Breitbandseismometer (rot) registrieren bereits kleine Erschütterungen des Bodens durch schwache, lokale sowie starke, weit entfernte Erdbeben. Starkbebenseismometer (blau) eignen sich insbesondere für die Messung starker lokaler Erschütterungen. Temporäre Netzwerke (gelb) dienen zur lokalen Verdichtung des permanenten Netzwerks bei erhöhter natürlicher Seismizität oder zur Beobachtung allfälliger Seismizität im Rahmen von Bau- und Industrieprojekten. Seismo@School Stationen (orange) sind zu Lehrzwecken an Schulen installiert.



Teil 4:

Animationen

(im Rondell)

Erdbeben in der Schweiz

Die Animation zeigt die Epizentren der instrumentell aufgezeichneten Erdbeben von 1975 bis 2014 mit einer Magnitude von 2.5 oder grösser. In der Schweiz ereignen sich jährlich 500 bis 800 Erdbeben. Ungefähr zehn davon sind genug stark (ca. ab Magnitude 2.5), um von der Bevölkerung verspürt zu werden.

Erdbebenschwarm Diemtigen, 2014

Der Erdbebendienst registrierte bei Diemtigen seit dem 13. April 2014 über 150 Beben mit Magnituden zwischen -0,1 und 2,7.

Bei Erdbebenschwärmern treten über einen längeren Zeitraum zahlreiche Beben auf, ohne dass eine klare Abfolge von Vor-, Haupt- und Nachbeben besteht. Meistens enden Schwarmaktivitäten nach einigen Wochen oder Monaten, in seltenen Fällen nehmen die Beben mit der Zeit in Stärke und Anzahl zu.

Induzierte Seismizität, Geothermieprojekt St. Gallen

Induzierte Seismizität entsteht, wenn geotechnische Eingriffe die Spannungsverhältnisse im Untergrund verändern. Bei einem Tiefengeothermieprojekt werden so oftmals gewollt zahlreiche, kleine Beben erzeugt, welche die Durchlässigkeit des Gesteins und damit die Wirtschaftlichkeit eines Projektes erhöhen.

Die Animation zeigt, alle Beben zwischen 2013 und 2014, die sich im Umfeld des vorläufig gescheiterten Geothermieprojekts bei St. Gallen ereignet haben.



Seismisches Netzwerk

Die Animation zeigt die Entwicklung des seismischen Netzwerks von 1989 bis 2014.

Breitbandseismometer registrieren bereits kleine Erschütterungen des Bodens durch schwache, lokale sowie starke, weit entfernte Erdbeben. Starkbebenseismometer eignen sich insbesondere für die Messung starker lokaler Erschütterungen.

Ausbreitung seismischer Wellen

Computersimulation des Erdbebens von 1946 bei Sierre mit einer Magnitude von 5.8. Je röter die seismischen Wellen eingefärbt sind, desto stärker sind die Erschütterungen in diesem Gebiet ausgefallen.



