



Faktenblätter Naturgefahrenprozesse

Erdbeben

Die tektonischen Platten der Erdkruste sind immer in Bewegung. So bauen sich zwischen den Platten Spannungen auf, welche sich ruckartig lösen können. Dieser plötzliche Spannungsabbau nehmen wir als Erdbeben wahr.

Ursache von Erdbeben

Die Erdkruste ist in verschiedene Platten aufgeteilt, welche sich auf dem teilweise flüssigen Erdmantel bewegen. Durch diese Bewegung gibt es drei verschiedene Arten von Plattengrenzen (Abb. 1):

Bei **Transformstörungen** (Abb. 1a) bewegen sich die Platten horizontal aneinander vorbei. Es entstehen grossen Spannungen, welche sich in starken Erdbeben lösen können. Beispiel: San-Andreas Verwerfung in Amerika (Jahr 1906, Magnitude 7.8).

An **divergenten Plattengrenzen** (Abb. 1b) bewegen sich zwei Platten voneinander weg, es entsteht neue Lithosphäre (Erdkruste). Die Erdbeben an diesen Plattengrenzen sind eher schwach und richten keinen grossen Schaden an. Beispiele: Island, Mittelatlantischer Rücken, Ostafrikanischer Grabenbruch.

Bei den **konvergenten Plattengrenzen** (Abb. 1c) treffen zwei Platten aufeinander. Es erfolgt entweder eine Kollision und die Bildung eines Gebirges, oder eine Subduktion. Dabei sinkt die dichtere, ozeanische unter die weniger dichte, kontinentale Platte ab. Es entstehen starke Spannungen, welche sich in grossen Erdbeben lösen. Beispiele: Chile (Jahr 1960, Magnitude 9.5; Jahr 2010, Magnitude 8.8) Sumatra (Jahr 2004, Magnitude 9.1), Japan (Jahr 2011, Magnitude 9.1).

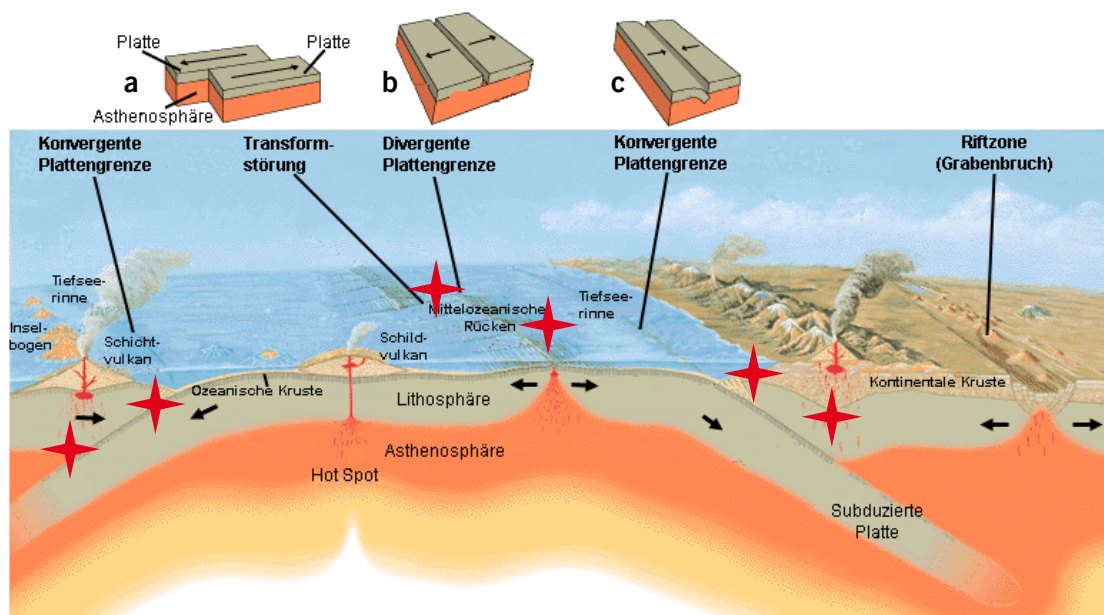


Abb. 1: Übersicht über die verschiedenen Plattengrenzen. a) Transformstörung, b) divergente Plattengrenzen, c) konvergente Plattengrenzen. Die roten Kreuze markieren die Stellen, an denen Erdbeben auftreten können. Quelle: USGS

Das Hypozentrum beschreibt den Punkt in der Erdkruste, wo sich die Spannung löst und das Erdbeben entsteht. Das Epizentrum ist der Punkt senkrecht über dem Hypozentrum auf der Erdoberfläche.

Magnitude und Intensität

Die Magnitude beschreibt die Energie, welche bei einem Erdbeben freigesetzt wird. Sie wird oft mit der Richterskala beschrieben, welche bei 0 beginnt und gegen oben offen ist. Je grösser die Magnitude, umso grösser sind die dadurch ausgelösten Bodenbewegungen. Die Magnitude ist ein logarithmischer Wert. Ein Anstieg um eine Magnitude bedeutet eine 30-Mal stärkere Energie. Ab einer Magnitude von ungefähr 2.5 ist ein Erdbeben spürbar. Ob man ein leichtes Erdbeben spürt oder nicht, kommt auf die jeweilige Situation an. Befindet man sich in Bewegung, ist ein Erdbeben weniger spürbar als wenn man z.B. ruhig im Bett liegt.

Die Intensität wird gemäss der Europäischen Makroseismischen Skala 1998 beschrieben. Sie beschreibt einerseits die Stärke eines Bebens anhand der Zerstörung, aber auch die subjektiven Wahrnehmungen eines Beobachters. Die Skala reicht von I (Beben wurde nicht gespürt) bis XII (totale Zerstörung). Die Intensität eines Bebens ist abhängig von der Distanz zum Epizentrum und des geologischen Untergrundes. Ebenfalls bestimmend für die Intensität ist die Bauweise von Gebäuden. Sind Gebäude erdbebensicher gebaut, kann ein starkes Beben weniger Schaden anrichten als ein schwaches Beben bei schlechter Bauweise.

Erdbeben in der Schweiz

Die Alpen entstanden durch den Zusammenstoss der Afrikanischen und Europäischen Platte (konvergente Plattengrenze). Ein Grossteil der Erdbeben ist eine Folge des Aufeinanderprallens dieser beiden Platten.

In der Schweiz gibt es drei Regionen, welche vermehrt Erdbeben verzeichnen: das Wallis, Basel und Graubünden (Abb. 2). Basel liegt auf einer divergente Plattengrenze, dem Rheingraben. Die Erdbeben in dieser Region haben somit nur indirekt mit der Alpenbildung zu tun. Erdbeben im Wallis und in Graubünden sind demgegenüber Produkte der Alpenbildung.

In der Schweiz ereignen sich pro Jahr etwa 10 bis 15 spürbare Beben, total werden jährlich ca. 1'000 bis 1'500 Beben registriert. Ungefähr alle 10 bis 20 Jahre kommt es zu einem Erdbe-

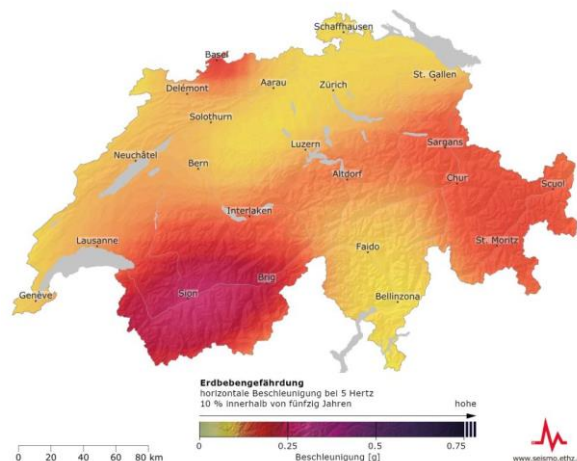


Abb. 2: Erdbebengefährdung in der Schweiz. Rote Gebiete haben eine höhere Gefährdung als gelbe/orange Gebiete. Quelle: SED

ben mit einer Magnitude von mindestens 5. Grössere Erdbeben mit einer Magnitude von 6 oder mehr kommen nur alle 50 bis 150 Jahre vor. Das stärkste historisch dokumentierte Erdbeben in der Schweiz ereignete sich 1356 bei Basel, mit einer ungefähren Magnitude von 6.6. Weitere starke Erdbeben sind in der Tabelle 1 aufgeführt:

Jahr	Ort	Magnitude	Intensität
1356	Basel (BS)	6.6	IX
1295	Churwalden (GR)	6.2	VIII
1855	Stalden-Visp (VS)	6.2	VIII
1584	Aigle (VD)	5.9	VIII
1601	Unterwalden (NW)	5.9	VIII
1524	Ardon (VS)	5.8	VII
1946	Sierre (VS)	5.8	VIII
1755	Brig-Naters (VS)	5.7	VIII
1774	Altdorf (UR)	5.7	VII
1622	Ftan (GR)	5.4	VII

Tab. 1: Übersicht über die zehn stärksten Erdbeben in der Schweiz. Quelle: SED

Erdbeben im Kanton Schwyz

Der Kanton Schwyz liegt laut der Gefährdungskarte des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED) im helleren orangen Bereich (Abb. 2). Somit ist die Erdbebengefährdung im Kanton Schwyz leicht erhöht im Vergleich zum Mittelland oder Tessin, jedoch nicht so hoch wie zum Beispiel im Wallis oder in Graubünden.

Das letzte gut spürbare Erdbeben im Kanton Schwyz ereignete sich am 6. März 2017 beim Ortstock. Es erreichte eine Magnitude 4.6 auf der Richterskala und war somit eines der stärksten Beben der letzten Jahre in der Schweiz.

Erdbebenrisikomodell

Im März 2023 veröffentlichte der SED ein Erdbebenrisikomodell der Schweiz (Abb. 3).

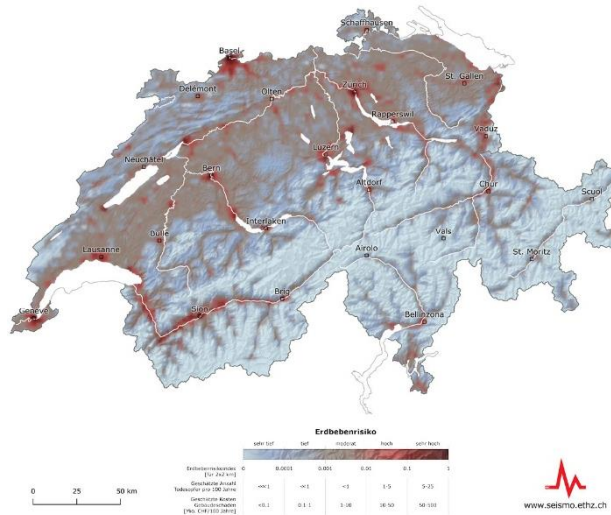


Abb. 3: Karte des Erdbebenrisikomodelles der Schweiz. Rot sind die Gebiete mit dem höchsten Erdbebenrisiko, hellblau zeigt ein tiefes Erdbebenrisiko. Quelle: SED

Das Erdbebenrisiko ist eine Kombination aus vier Faktoren:

Erdbebengefährdung (siehe Abb. 2): Diese zeigt auf, wie oft und wie stark ein Erdbeben in der Schweiz auftreten kann. Das Wallis, sowie Graubünden und Basel sind die Regionen mit der grössten Erdbebengefährdung.

Lokaler Untergrund: Die Geologie beeinflusst, wie stark die Erschütterung eines Erdbebens an einem bestimmten Ort sein wird. Bei weichem Untergrund (z.B. Sedimenten, an Seeufern, im Schweizer Mittelland) werden die Erdbebenwellen verstärkt und die Wahrscheinlichkeit von Schäden ist grösser. Die Erschütterungen auf weichem Untergrund können bis zu zehnmals stärker ausfallen als auf festem Fels.

Verletzbarkeit der Gebäude: Die Verletzbarkeit zeigt auf, welche Schäden verschiedene Gebäude bei bestimmten Erdbebenstärken erleiden. Beeinflussende Faktoren sind zum Beispiel die Anzahl Stockwerke oder das Baujahr.

Betroffene Personen und Werte: Hier spielen die räumliche Verteilung sowie die Grösse der Gebäude in der Schweiz eine Rolle. Ebenso wurde die Anzahl Personen, welche sich in den Gebäuden jeweils aufhalten, berücksichtigt.

Das Erdbebenrisikomodell zeigt die zu erwartenden Auswirkungen eines Erdbebens auf Personen und Gebäude sowie die damit verbundenen finanziellen Schäden. Dicht besiedelte Gebiete haben ein höheres Erdbebenrisiko als ländliche Gebiete.

Das Erdbebenrisikomodell dient zur Vorsorge, aber auch zu einer schnellen Schadensabschätzung nach einem Erdbeben. So können die Hilfeleistungen nach einem Ereignis schnell koordiniert werden.

Erdbeben und Erdrutsche/Felsstürze

Ist ein Felspaket oder ein Hang instabil, kann ein Erdbeben der auslösende Prozess für einen Erdrutsch oder Felssturz sein.

In der Schweiz ereignete sich am 18. September 1601 ein Erdbeben mit einer geschätzten Magnitude von 6.2 auf der Richterskala (Schnellman und Anselmetti, 2003; andere Quellen verweisen auf eine Magnitude von 5.9). Das Epizentrum dieses Bebens lag in der Zentralschweiz. Es richtete in grossen Teilen der Schweiz Schäden an. Augenzeugen berichteten, dass sich auf dem Vierwaldstättersee mächtige Wellen bildeten und wieder zurückzogen. In Luzern war das Flussbett der Reuss immer wieder trockengelegt. Während Tagen schwappte das Wasser des Vierwaldstättersees im Rhythmus von zehn Minuten hin und her. Seismische Messungen und Analysen aus dem Vierwaldstättersee haben gezeigt, dass sich als Folge des Erdbebens zahlreiche Unterwasser-Rutschungen ereigneten. Die Grösste war südlich von Weggis, mit einer Breite von drei bis vier und einer Länge von ungefähr zweieinhalb Kilometern. Die Rutschungen glitten lawinenartig in die Seebecken und verdrängten so viel Wasser, dass sich daraus ein Tsunami bildete.

Erdbebensicher bauen

Ab einer Intensität von ca. VI ist mit Schäden an Gebäuden zu rechnen. In der Schweiz haben zum jetzigen Zeitpunkt noch zahlreiche Gebäude eine ungenügende Erdbebensicherheit, jedoch hat die Erdbebenprävention des Bundes und der Kantone in den letzten Jahren zugenommen.

Gemäss den geltenden SIA Normen (260, 261, in Kraft seit 1989) müssen Bauwerke erdbebengerecht entworfen und gebaut werden. Damit soll verhindert werden, dass Gebäude im Ereignisfall zusammenstürzen. Schäden können jedoch nicht verhindert werden.

Die statischen Berechnungen bei privaten Bauwerken wird jedoch nach wie vor meist nur sehr

vereinfacht durchgeführt. Bei zunehmender Objektgrösse und zunehmender Komplexität des Tragwerks werden die statischen Berechnungen gründlich durchgeführt und die Anforderungen an das erdbebensichere Bauen berücksichtigt. Um die Erdbebensicherheit zu gewährleisten, müssen Tragwerke vor allem den horizontalen Erdbebeneinwirkungen standhalten. Eine möglichst symmetrische Bauweise sowie Wände oder Fachwerke, die kontinuierlich über die gesamte Höhe des Gebäudes bis auf das Fundationsniveau gehen, sind wesentliche Elemente eines erdbebensicheren Gebäudes.

25. September 2023, AWN/FBN, Sonja Stadlin

Referenzen und weitergehende Infos:

- BAFU, Erdbebengerechtes Bauen: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen-erdbeben/schutz-vor-erdbeben/erdbebengerechtes-bauen/erdbebensichere-neubauten.html>
- Ganz, G., 2008. Erdbebensicherheit von privaten Gebäuden: Massnahmen der Kantone, SIA Dokumentation D0227, Erdbebensicherheit von Gebäuden, Rechts- und Haftungsfragen.
- Schnellman M., Anselmetti, F., Ward, S.N., 2003. Sturm trotz Flaute: Tsunamis auf dem Vierwaldstättersee, GAIA, 12,4.
- Schutz vor Naturgefahren, <https://www.schutz-vor-naturgefahren.ch/architekt/naturgefahren/erdbeben.html>
- Schweizerischer Erdbebedienst der ETH Zürich (SED), www.seismo.ethz.ch
- U.S. Geological Survey USGS, <https://earthquake.usgs.gov/>
- Würsten, F., 2003. Tsunamis in der Schweiz: wenn meterhohe Wellen auf dem Vierwaldstättersee entstehen, Tec21, 129