Zeitschrift: Zivilschutz = Protection civile = Protezione civile
Herausgeber: Schweizerischer Zivilschutzverband
Band: 47 (2000)
Heft: 1-2

Artikel: Gleitende Kontinente lassen die Erde erzittern
Autor: Reinmann, Eduard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-369210

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Jahresthema

«Umwelt, Sicherheit und Bevölkerungsschutz» ist das Jahresthema 2000 in unserer Zeitschrift «Zivilschutz». Die Welt und das Leben auf dem Planet Erde ist zwar nicht gefährlicher geworden als in früheren Jahrhunderten. Als Folge des anhaltenden Bevölkerungswachstums, der technologischen Entwicklung und der zunehmenden Dichte aller Infrastrukturen ist jedoch die Verletzlichkeit bei allen Ereignissen, die eine Norm-Bandbreite überschreiten, grösser geworden als je zuvor. In unserer Serie greifen wir verschiedene Themen auf und lassen Aspekte des Bevölkerungsschutzes hineinfliessen. Dass wir das Erdbeben-Szenario an den Anfang nehmen, ist kein Zufall. Die dramatischen Ereignisse der jüngsten Zeit sind uns noch in eindrücklicher Erinnerung.

Die Redaktion

Mit Erdbeben müssen wir leben auf dieser Welt

Gleitende Kontinente lassen die Erde erzittern

Das verheerende Erdbeben in der Türkei mit vielen tausend Toten, Verletzten und unermesslichen Sachschäden ist uns noch in erschreckender Erinnerung. Aber auch an manchen anderen Orten bebte im vergangenen Jahr die Erde. Taiwan, Griechenland und Kalifornien, Japan, Indien, Tibet und Iran, Mexiko, China und die Azoren sind nur einige Stichworte. Die ganze Erde ist aus geologischer Sicht ein dauernder Unruheherd. Es ist eine Unruhe, die nach Meinung vieler Wissenschafter erst das Leben auf unserem Planeten ermöglicht.

EDUARD REINMANN

Man nehme eine kleine Weltkarte und eine Schere zur Hand, schneide den afrikanischen Kontinent und Südamerika aus und füge die beiden Teile zusammen. Sie passen wie die Teile eines Puzzles zueinander. Irgendwann in grauer Vorzeit — man schätzt vor etwa 100 Millionen Jahren — trennten sich Afrika und das damals noch nicht mit Nordamerika verbundene Südamerika voneinander und «gleiten» seither um den Erdball. Afrika drückt zudem nach Norden und bewirkt die immer noch anhaltende Alpenfaltung. Vor 40 bis 50 Millionen Jahren trennte sich Australien von der Antarktis, und Indiens «Andokken» an Asien ist die Ursache für die mächtige Auffaltung des Himalaya-Gebirges. Irgendwann in ferner Zukunft werden sich die Kontinente vielleicht wieder begegnen und einen oder zwei Grosskontinente bilden, wie es sie vor etwa 200 Millionen Jahren schon einmal gab. Die Geschichte der driftenden Kontinente – von der Wissenschaft Plattentektonik genannt – liest sich spannender als jeder Science-Fiction-Roman.

Dichtes Messnetz

Seit rund 25 Jahren betreibt der Schweiz. Erdbebendienst (SED) an der ETH Zürich ein hochempfindliches Seismometernetz zur Überwachung der seismischen Aktivitäten in der Schweiz. Zurzeit besteht dieses Netz aus rund 30 über das ganze Land verteilten Stationen, deren Signale kontinuierlich an die Auswertezentrale übermittelt werden. Ausserdem betreibt der SED zusätzlich 7 Stationen in der Nordschweiz, deren Daten lokal aufgezeichnet werden.

Um die hohe Empfindlichkeit zu gewährleisten, stehen die Seismometer des Überwachungsnetzes an abgelegenen Orten auf festem Fels. Daher können die entsprechenden Daten nur wenig über die zu erwartenden Erschütterungen in den besiedelten Gebieten aussagen, wo die gefährdeten Bauwerke stehen. Zur direkten Erfassung dieser relevanten Daten betreibt der SED ein landesweites Netz von Starkbeben-Messgeräten. Dieses Freifeldnetz besteht aus rund 50 Einzelstationen, welche die Beschleunigung von Erdbeben, die auch von der Bevölkerung gespürt werden, aufzeichnen.

Hinzu kommen mehrere grosse Stauanlagen in den Schweizer Alpen mit bis zu 12 Beschleunigungsmessgeräten. Diese Talsperrennetze liefern wichtige Daten über die Freifeldbewegungen, die effektiven Bewegungen bei den Widerlagern und die dynamischen Antworten der Talsperren. Aus der Analyse lassen sich die dynamischen Eigenschaften der Bauwerke ableiten. Auch die Kernkraftwerke sind mit eigenen Beschleunigungsmessgeräten ausgerüstet. *df.*

Auf schwankendem Grund

Verglichen mit dem Erdradius im Ausmass von 6371 km ist die oberste feste Erdkruste geradezu zerbrechlich dünn, nämlich nur etwa 30–60 km dick in kontinentalen Bereichen und 5–10 km dick unter den Ozeanen. Die Erdkruste «schwimmt» gewissermassen auf dem darunter liegenden Erdmantel. Im Erdinnern herrschen Hitze und Druck, die zu entweichen suchen. Das ist am besten ersichtlich an den vulkanischen Aktivitäten. Weniger spektakulär, aber weit bedeutungsvoller ist jedoch die Entstehung neuer Erdkruste entlang der Mittelozeanischen Rücken, welche die Welt in einer Länge von rund 65 000 km als ausgedehnte Gebirgszüge umspannen, die vom Meeresgrund bis zur Wasseroberfläche (z.B. Island mit seinen Geysiren und die Azoren) reichen können. Entlang der Mittelozeanischen Rücken dringt flüssiges

FOTO: H. GUGGISBERG

Magma aus dem Erdinnern und es entsteht neuer, fester Ozeanboden. Der etwas ältere Ozeanboden wird einfach seitlich weggeschoben. Dieser Vorgang setzt die Kontinente in Bewegung. Der Begriff «Kontinente» ist allerdings mit Vorsicht anzuwenden. Es sind «Platten», auf denen die Kontinente oder Teile von ihnen herausragen, die in Bewegung sind. Manche der insgesamt sieben grossen und 18 kleineren Platten treten gar nicht an die Erdoberfläche, aber sie bewegen sich doch. Auch ihre Grenzen lassen sich nicht so ganz präzise definieren. So hat zum Beispiel die Afrikanische Platte ungefähr die doppelte Fläche wie der auf ihr liegende Kontinent.

Die Erde tut sich auf

Es ist einleuchtend, dass sich nicht unbeschränkt neue Erdkruste bilden kann, ohne dass solche auch wieder abgebaut wird. Das Gegenstück zu den Mittelozeanischen Rücken sind die Zonen, in denen alte Erdkruste wieder zurück ins Erdinnere abtaucht. Man nennt sie Subduktionszonen, die sich am Meeresgrund oft als Tiefseegräben zeigen. Bildlich und vereinfacht dargestellt: Die Platten steigen am einen Ende aus dem Meeresgrund auf und tauchen am anderen Ende wieder in den Untergrund ab. Ein ewiger Kreislauf. Schön wäre es, wenn alles so harmonisch verlaufen würde. Die Wirklichkeit sieht anders aus. Die einzelnen Platten bewegen sich nämlich auf der Erdoberfläche in ganz verschiedenen Richtungen. Sie drücken und stossen gegeneinander. Ungeheure Kräfte werden aufgebaut und bilden Spannungen, die sich irgendwann, insbesondere an den Plattenrändern, entladen. Die Erde bebt!

Es gibt aber auch Gebiete, wo die Platten aneinander vorbeigleiten, sich aneinander reiben oder sich sogar «verhaken» und den Gleitvorgang behindern. Dabei entstehen ausgedehnte Bruchzonen und wiederum grosse Spannungen, die schliesslich Erdbeben auslösen. Sehr bekannt ist zum Beispiel die San-Andreas-Bruchzone entlang der Westküste Kaliforniens.

Erdbebengefahr in der Schweiz

Als eine in der Schweiz stark unterschätzte Naturgefahr bezeichneten vor wenigen Monaten Fachleute des Instituts für Geophysik der ETH Zürich die Erdbebenrisiken in unserem Land. Wobei auch dieser Beurteilung als Leitsatz vorangestellt werden muss, dass sich das Erdbebenrisiko erst aus dem Zusammenwirken der Erdbebengefährdung, der Verletzlichkeit der menschlichen Infrastruktur und der möglichen daraus entstehenden Verluste ergibt.

Das hochempfindliche Seismographennetz des Schweizerischen Erdbebendienstes hat in den letzten 25 Jahren über 5000 Erdbeben in der Schweiz und in ihrer unmittelbaren Umgebung aufgezeichnet. Über 95 Prozent dieser Ereignisse waren indessen zu schwach, um von der Bevölkerung wahrgenommen zu werden. Die Auswertung dieser Daten sowie die historischen Überlieferungen von stärkeren Beben belegen die Aussage, dass im statisti-

Die stärksten Erdbeben

Eine interessante und täglich aktualisierte Statistik über weltweit alle Erdbeben der letzten 12 Monate mit der Magnititude 5 (stark spürbar mit geringen Schäden) und mehr auf der Richter-Skala führt das deutsche Bundesamt für Geowissenschaften in Hannover. Schlägt man die entsprechenden Internet-Seiten auf, reiht sich Zeile an Zeile, beinahe endlos.

Blicken wir zurück in die Vergangenheit, erfahren wir, dass sich weltweit immer wieder schwerste Erdbeben ereigneten. Wohl am meisten Opfer in der Menschheitsgeschichte forderte im Jahr 1976 das Beben von Tangschan in Nordchina. Es wird geschätzt, dass dabei 750 000 Menschen starben. Beim Beben in Tokio und Yokohama im Jahr 1923 verloren 140 000 Menschen ihr Leben. Die meisten von ihnen kamen jedoch im Feuersturm um, der nach dem Beben in beiden Städten wütete. 1964 suchte «die grösste Naturkatastrophe in der Geschichte der Vereinigten Staaten» den Bundesstaat Alaska heim und legte Handel und Industrie zu drei Vierteln in Trümmer. Tausende waren obdachlos. Wegen der dünnen Besiedlung gab es jedoch nur etwas mehr als 100 Tote. Die stärksten Erdbeben in der Schweiz ereigneten sich 1356 in Basel, 1601 in Nidwalden, 1755 im Oberwallis, 1774 in Altdorf, 1796 in Buchs SG, 1855 im Vispertal, 1881 in Bern und 1946 in Rawil. Das stärkste Beben der letzten 25 Jahre in der Schweiz war dasjenige vom 20. November 1991 im Raum Thusis-Lenzerheide mit Magnititude 5 auf der Richter-Skala. *rei.*

schen Mittel die Schweiz in 100 Jahren mit einem Erdbeben in der Grössenordnung der stärksten Erdstösse von 1997 in Umbrien rechnen muss. In grösseren Zeitabständen muss mit noch stärkeren Beben als jenem von 1356 in Basel gerechnet werden.
Erdbeben lassen sich nicht verhindern, aber man kann sich darauf vorbereiten und die Folgen mildern. Man kann Erdbeben trotz modernster Technologie und umfangreicher statistischer Werte auch nicht voraussagen. Aber man kann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer bestimmten Erschütterungsintensität abschätzen. Dazu gehört nicht nur die Wahrscheinlichkeit eines starken Erdbebens, sondern auch die Beschaffenheit des lokalen Untergrundes. Entsprechend der geotechnischen Beschaffenheit desselben können innerhalb von wenigen hundert Metern Unterschiede in der Erdbebengefährdung vorliegen, die grösser sind als die Unterschiede zwischen weit auseinanderliegenden Landesteilen.
Neben Erdbebengefährdungskarten, welche die regionalen Gefährdungsunterschiede aufzeigen, muss daher auch die lokale Erschütterungsfähigkeit erarbeitet und dokumentiert werden. Solche Mikrozonierungsstudien erlauben es den Bauingenieuren, die Gebäude und Anlagen so zu dimensionieren, dass sie den zu erwartenden Erschütterungen auch wirklich standhalten. Dies ist insbesondere von Bedeutung für wichtige Gebäude mit öffentlicher Nutzung oder mit erhöhtem Gefährdungspotential und für Anlagen, die auch im Katastrophenfall ihre Funktionstüchtigkeit bewahren müssen. So zum Beispiel Industrieanlagen, Schulen, Spitäler und Feuerwehrdepots. ▲

Quellen:
Deichmann/Fäh (ETH), Nagra, Buwal (Bericht PLANAT), BZS, Medienmitteilungen, Literatur.

Erdbebenhäufigkeit und Richterskala

Erdbeben sind so selbstverständliche Naturereignisse wie Wind und Regen. Die 4,6 Milliarden Jahre alte Geschichte unseres Planeten ist durch unablässige innere Unruhe mit bestimmt. Jahr für Jahr ereignen sich über eine Million Erdbeben, durchschnittlich alle 30 Sekunden eines. Die meisten von ihnen würde man jedoch ohne die hoch empfindlichen Messinstrumente gar nicht bemerken. Aber 3000 Beben jährlich bewegen die Erdoberfläche spürbar und objektiv wahrnehmbar. Über 20 jährlich verursachen schwere Deformationen in der Erdkruste. Wenn sie sich in dicht besiedelten, bebauten und mit den Infrastrukturen der modernen Industriegesellschaft ausgestatteten Gebieten ereignen, können die Auswirkungen verheerende Ausmasse annehmen.
Die Stärke eines Erdbebens beschreibt man anhand der Auswirkungen auf die Umwelt (Intensität) und/oder man bestimmt sie mit instrumentellen Messungen (Magnitude).
Die Intensität wird aufgrund der menschlichen Wahrnehmung und den Veränderungen an der Erdoberfläche (insbesondere Gebäude- und Infrastrukturschäden) bestimmt. Meist verwendet man dazu die vergleichbare Mercalli- oder MSK-Skala.
Die Magnitude auf der Richterskala wird mit Hilfe von Messgeräten, den sogenannten Seismographen bestimmt. Die Richterskala quantifiziert die Energie im Erdbebenherd anhand der Signalstärke und der Distanz zum Erdbebenherd. Die Magnitudenskala selbst ist unbegrenzt. Die stärksten bisher registrierten Erdbeben haben jedoch höchstens den Wert 9 erreicht. Man ist heute sicher, dass es eine Maximalmagnitude für Erdbeben gibt, die nicht überschritten werden kann, da die Erde Spannungen nur bis zu einer naturgegebenen Grenze speichern kann.
Rund 90 Prozent aller Erdbeben haben ihre Ursache in der Plattentektonik. Etwa 10 Prozent haben vulkanische Ursachen, wobei zu beachten ist, dass die häufigsten vulkanischen Aktivitäten entlang von Plattenrändern auftreten. Manchmal kann es auch umgekehrt sein, indem die Plattenbewegungen Vulkanausbrüche auslösen. Sodann gibt es – allerdings in relativ geringer Zahl – vom Mensch «gemachte» Erdstösse. So beim Auffüllen eines Stausees. Solche Ereignisse sind beispielsweise von Amerika (Colorado), Afrika, China und Indien bekannt. Auch andere menschliche «Kunstgriffe» können in längst ruhenden Verwerfungszonen neue Aktivitäten auslösen. *rei*

Massnahmenkonzept Erdbeben

Handlungsbedarf auf Bundesebene

red. Die Schweiz ist durch schwere, wenn auch seltene Erdbeben gefährdet. Ein solches Ereignis könnte Hunderte Todesopfer und Sachschäden in Milliardenhöhe fordern. Das Erdbebenrisiko wird jedoch in der Öffentlichkeit gegenwärtig kaum wahrgenommen. Dies sind Schlussfolgerungen der Nationalen Plattform Naturgefahren PLANAT, die ein Massnahmenkonzept «Erdbeben» erarbeitet hat.

Geeignete Gundlagen zur Reduktion des Erdbebenrisikos sind vorhanden, werden jedoch kaum umgesetzt. PLANAT und andere Expertengruppen haben in den letzten Jahren Empfehlungen vorgelegt, um das Erdbebenrisiko in der Schweiz wirksam zu vermindern. Im Auftrag von PLANAT wurden diese Grundlagen im Rahmen der geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen auf ihre Durchführbarkeit, Kostenwirksamkeit und Akzeptanz geprüft und daraus ein Massnahmenkonzept «Erdbeben» abgeleitet. Das Massnahmenkonzept wendet sich an den Bund, sieht jedoch auch die Einbindung und Sensibilisierung anderer Adressaten, zum Beispiel der Kantone und Privater, vor. Es orientiert sich an den in geltenden Erlassen und Normen vorgegebenen Schutzzielen und ist vor allem auf die Vermeidung von Personenschäden ausgerichtet. Das Massnahmenkonzept umfasst 18 aufeinander abgestimmte Massnahmen aus den Bereichen Rechtsetzung und Normenwesen, Gefährdungsanalyse und Grundlagenbeschaffung, objektspezifische Massnahmen, Ausbildung und Information, Ereignisbewältigung sowie Forschung.

Aus dem Massnahmenkonzept

Die 18 Massnahmen sind im PLANAT-Bericht detailliert aufgeführt und umfassend begründet. Nachstehend sind nur einzelne Programmpunkte in Kurzfassung aufgeführt.