

Erdbeben: Vorhersage und Vorbeugung

Große Erdbeben verursachen soviel Zerstörungen und Elend, dass eine genaue Methode der Vorhersage für die Menschheit von unschätzbarem Nutzen wäre. Es hat in der Vergangenheit zutreffende Vorhersagen gegeben. So wurde das Erdbeben, das im Jahre 1042 stattfand, im nordpersischen Täbris von einem Astrologen genau vorausgesagt. Allerdings konnte er die Einwohner nicht dazu bewegen, die Stadt zu verlassen, sodass dann 40000 Menschen umkamen. Im Jahre 1549 forderte wiederum in Persien ein Erdbeben 3000 Menschenleben. Es war vom Satrapen vorausgesagt worden, der aber seine Untertanen ebenfalls nicht veranlassen konnte, die Nacht im Freien zu verbringen. Er blieb allein draußen, kehrte jedoch der Kälte wegen bald ins Haus zurück und kam mit den anderen um.

Worauf sich diese Vorhersagen stützten, ist nicht bekannt. Möglicherweise besitzen manche Menschen ebenso wie einige Tiere ein gesteigertes Wahrnehmungsvermögen für winzige physikalische Veränderungen, die sich in der Erde oder der Atmosphäre unmittelbar vor Ausbruch eines Erdbebens zeigen. Aber nicht alle Anzeichen erfordern eine solche Fähigkeit. Am Nachmittag vor dem Agadir-Erdbeben waren in den Hotels die Bilder an den Wänden verrutscht und hingen schief. Ein kleiner Junge in der Kasba soll ausgeschimpft worden sein, weil ein Eimer übergeschwappt war, obwohl er beteuerte, ihn nicht berührt zu haben. Abends heulten Hunde, Katzen strichen unruhig umher, und Maultiere schlugen gegen die Stallwände aus. In Tokio und Yokohama verließen ganze Vogelschwärme mehrere Stunden vor dem Erdbeben von 1923 das Stadtgebiet. Am Vorabend des Erdbebens von Quetta im Jahre 1935 wurde eine ungewöhnlich hohe Elektrizität in der Luft gemessen. Noch vor wenigen Jahren betrachtete man eine wissenschaftliche Vorhersage von Erdbeben als unmöglich. Seither ist die Entwicklung so rasch fortgeschritten, dass Seismologen in den USA, in Japan und Russland Erdbebenvorhersagen in den achtziger Jahren für denkbar halten, falls der Forschung genügend Mittel zur Verfügung gestellt werden.

Die russischen Untersuchungen begannen 1949, als ein verhängnisvolles Erdbeben in Tadschikistan an der chinesischen Grenze Erdrutsche auslöste, bei denen 10000 Menschen umkamen. Nach zwanzig Jahren stand für die russischen Wissenschaftler fest, dass vor einem Erdbeben gewisse messbare Veränderungen in der Erde stattfinden. So treten Veränderungen des elektrischen Widerstands und der Geschwindigkeit seismischer Wellen, die durch Gestein gehen, in bestimmten Tiefen der Erde auf. Das radioaktive Gas Radon verdichtet sich im Wasser von Quellen erheblich, und der Boden über dem Herd eines drohenden Bebens hebt sich leicht



Die San-Andreas-Spalte

an. Diese Aufwölbung ist zur Zeit in weiten Gebieten Südkaliforniens zu beobachten, die sich seit 1960 um 25 Zentimeter angehoben haben. In Kalifornien werden daher auch die intensivsten Forschungen über physikalische Veränderungen vor dem Ausbruch von Erdbeben angestellt. Die südkalifornische Wölbung hat ihr Zentrum über dem San-Andreas-Graben. Dieses berüchtigte Gebiet ist die Grenze zwischen der Pazifischen Scholle, die sich in nordwestlicher Richtung gegen die Scholle schiebt, auf der der übrige amerikanische Kontinent liegt. Wenn der San-Andreas-Graben gerade verlief, würden die beiden Schollen verhältnismäßig leicht aneinander vorbeidriften, und es käme zu ziemlich häufigen, kurzen Stößen, die nur leichte Beben auslösten. Der von Ost nach West verlaufende San-Bernardino-Gebirgszug bildet jedoch eine natürliche Barriere und verhindert, dass der ständige Druck ohne weiteres nachlässt. In drei Abschnitten, in denen sich der Graben in viele kleine Seitenäste verzweigt, kommt es zu zwar häufiger, aber geringfügiger Erdbebenaktivität. Sie trennen zwei Gebiete, in denen der Graben eine fortlaufende Linie bildet. Das eine, das sich nördlich von San Francisco erstreckt, war Schauplatz des Bebens von 1906. Das andere verläuft südlich über Los Angeles bis San Bernardino. Dort fand das Erdbeben von 1857 statt, bei dem sich das Gelände westlich des Grabens bis zu neun Metern nach Norden verschob. In der Mitte dieser beiden Gebiete ändert der Graben jeweils seinen Lauf,

was vermutlich bewirkt, dass die beiden Schollen so lange aneinander festhaken, bis der allzu starke Druck sich plötzlich und heftig entlädt. Diese beiden Gebiete sind dicht bevölkert.

Viele Vorzeichen waren vor dem schrecklichen Erdbeben von Tangschan am 28. Juli 1976 beobachtet worden, unglücklicherweise aber gab es unmittelbar vor Ausbruch des Bebens keine überzeugenden Hinweise. Daher konnte kein Alarm gegeben werden, um die 750000 Menschen zu retten, die bei dem bisher mörderischsten Erdbeben umkamen.

In Kalifornien erschienen 1978 schlüssige Berichte, wonach vor einem Erdbeben die Konzentration des seltenen schweren Gases Radon im Wasser von Schächten bis um das Vierfache ansteigt. Das Radon dringt aus uranhaltigen Mineralien in die Schächte, und zwar, weil nach Annahme der Wissenschaftler tiefe, unterirdische Gesteinsschichten kurz vor einem Erdbeben plötzlich durchlässig und rissig werden und sich ausdehnen. Dadurch wird Radon frei, dringt in den Boden ein und konzentriert sich dicht unter der Erdoberfläche. Seismologen haben bereits 20 Bohrlöcher entlang dem San-Andreas-Graben etwa im Abstand von dreieinhalb Kilometern angelegt, die wöchentlich auf ihre Ausdehnung hin untersucht werden und dadurch offenbar die bisher zuverlässigsten Vorhersagen ermöglichen.

1962 grub die US-Armee auf einem Militärgelände in Colorado einen 3400 m tiefen Schacht, um bei der Herstellung von Nervengas und Insektiziden verseuchtes Wasser zu beseitigen. Sechs Wochen, nachdem zum erstenmal Wasser in diesen Schacht gepumpt worden war, erlebte Denver, die Hauptstadt von Colorado, das erste Erdbeben seit achtzig Jahren. Eine alte Verwerfung unter der Stadt war, durch das Wasser angereichert, reaktiviert worden. Die Erdbeben setzten sich fast täglich fort, bis die US-Armee 1966 den Schacht stilllegte. Im folgenden Jahr erreichte die Erdbebenaktivität ihren höchsten Stand und hat sich seitdem wieder gelegt.



Bruch in der Erdoberfläche über dem San-Andreas-Graben

Erst die Entdeckung, dass Erdbeben künstlich erzeugt werden können, hat die Seismologen auf den Gedanken gebracht, dass der Druck auf den San-Andreas-Graben sich verringern ließe, wenn man an ihm entlang eine Folge kontrollierter

kleinerer Beben künstlich herbeiführen würde. Natürlich ist hierbei die Kontrolle der kritische Faktor, damit nicht versehentlich das große Erdbeben ausgelöst wird, das ja gerade verhindert werden soll. Kurz gesagt, plant man Reihen von jeweils drei Bohrlöchern, die 3500 bis 4000 m tief sein sollen. Die beiden Löcher am Außenrand, etwa 1000 m voneinander entfernt, sollen leer gepumpt werden, um den Graben an diesen Stellen abzuriegeln. Dann soll Wasser in das mittlere Loch gepumpt werden. Jedes dadurch ausgelöste Erdbeben, so hoffen die Wissenschaftler, würde nicht über die beiden den Graben abriegelnden äußeren Bohrlöcher hinausgelangen.

Nicht jede Erdbebenregion auf der Erde lässt sich durch solche Methoden sicherer machen. Man könnte sie zwar in der Türkei und in Persien anwenden, aber die Wissenschaftler halten es weder für möglich noch für wünschenswert, auf Erdbeben einzuwirken, die in den tiefen ozeanischen Gräben ihren Ursprung haben. Daher liegt für Japan und Chile die Hoffnung in genauer Vorhersage und fortschrittlicher Bauweise. Selbst in Kalifornien machen die katastrophalen Folgen eines Fehlschlags jeden Eingriff zum höchst gefährlichen Risiko. Da sich beim San-Andreas-Graben der kritische Punkt nähert, erscheint es unklug, vorbeugende Maßnahmen vor dem nächsten größeren Erdbeben auszuprobieren. Danach aber könnte man sie regelmäßig anwenden und so verhindern, dass sich der Druck jemals wieder bis zum Gefahrenpunkt steigert. Viele Gebäude stehen tatsächlich direkt über dem Graben. Das nächste Erdbeben wird sie ebenso zerstören wie zahlreiche andere. Die Ruinenstädte können dann aus Material wiederaufgebaut werden, das erdbebensicher ist. Die unmittelbare Umgebung des Grabens müsste freilich unbebaut bleiben. Danach wäre - hoffentlich - jedes künftige Erdbeben von Menschenhand zu steuern und bliebe geringfügig.

Vorbeugung und Schutzmaßnahmen bei Erdbeben

Auch wenn man Erdbeben noch nicht sicher vorhersagen kann, ist jedoch wie bei einem Wetterbericht eine Vorhersage zur „Großwetterlage“ möglich. Es gibt eine Reihe weiterer Vorbeugemaßnahmen:

- Seismographen (Bebenmelder)
- Spezialzement für Gebäude
- Schwingungsabsorber
- Verhaltenstraining
- Lebensmittelvorratshaltung
- Katastrophenschutz



Erdbebensicher: Das Transamerika-Gebäude in San Francisco



USA: Abtauchen statt aufrecht sitzen



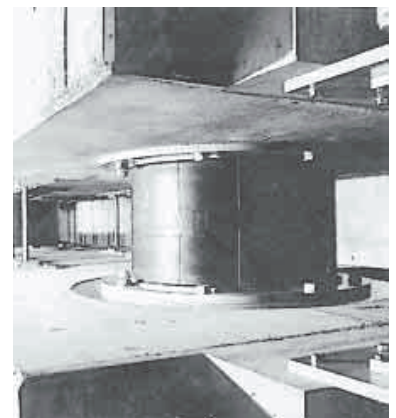
Kinder üben in Japan in einem mobilen Rüttelzimmer das richtige Verhalten bei Erdbeben. Sie sollen sich eine Schutzhaube aufsetzen und unter einem Tisch Deckung suchen.



100 m tief: Bebenhorcher in Japan



Stahlrahmen für Hochhäuser



Stoßdämpfer für Gebäude