Presseartikel des Schweizerischen Erdbebendienstes

Das nächste Erdbeben kommt bestimmt

Obwohl sie weniger häufig auftreten als in der Türkei, sind Erdbeben eine in der Schweiz stark unterschätzte Naturgefahr.

In den vergangenen 50 Jahren ist die Schweiz von zerstörerischen Erdbeben verschont geblieben. Diese scheinbare Ruhe ist aber trügerisch. Die Geschichte lehrt uns, dass auch die Schweiz mit starken Erdbeben rechnen muss, und neuere Studien lassen darauf schliessen, dass wir auf diese in Vergessenheit geratene Naturgefahr ungenügend vorbereitet sind.

*Von Dr. Nicolas Deichmann und Dr. Donat Fäh**

St. Niklaus, 25. Juli 1855, kurz vor ein Uhr Mittags, es ist regnerisch trüb. Die meisten Leute sitzen noch beim Essen als ein dumpfes Geräusch aus dem Untergrund zu vernehmen ist, dann ein erster Schlag, gefolgt von starkem schütteln, Gegenstände rutschen durch den Raum, Deckenteile brechen ein und Risse ziehen sich durch das Mauerwerk. Alle flüchten in Panik aus den Häusern. Draussen, unsichtbar im Nebel und in den von den Gebäuden aufsteigenden Staubwolken stürzen mächtige Felsblöcke mit lautem Krachen von den steilen Bergflanken herab. Ein sicherer Ort ist nirgends zu finden. Erst nachdem sich der Staub gesetzt hat, sind die Folgen des Erdbebens zu erkennen: Zwischen Visp und St. Niklaus ist kaum ein Gebäude unbeschädigt geblieben. Zum Teil sind ganze Wände eingestürzt, der Kirchturm von Visp steht ohne Spitze da. Ein Kind ist von einer umstürzenden Mauer erschlagen worden, Verletzte müssen mühsam über herabgestürzte Felsmassen zu Tal getragen werden. In den folgenden Tagen richten einige der unzähligen Nachstösse weitere Schäden an.

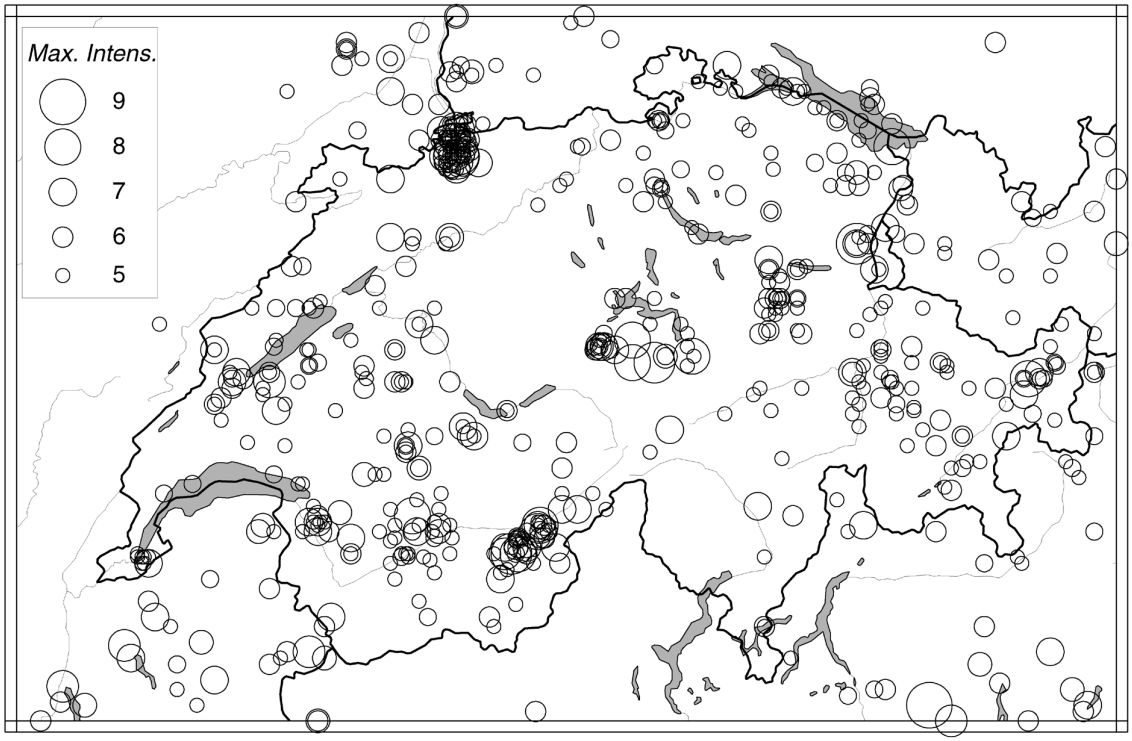


Historische Abbildung der Erdbebenschäden in Visp 1855: Viele Hausmauern sind von Rissen durchzogen und die Spitze des Kirchturmes ist eingestürzt.

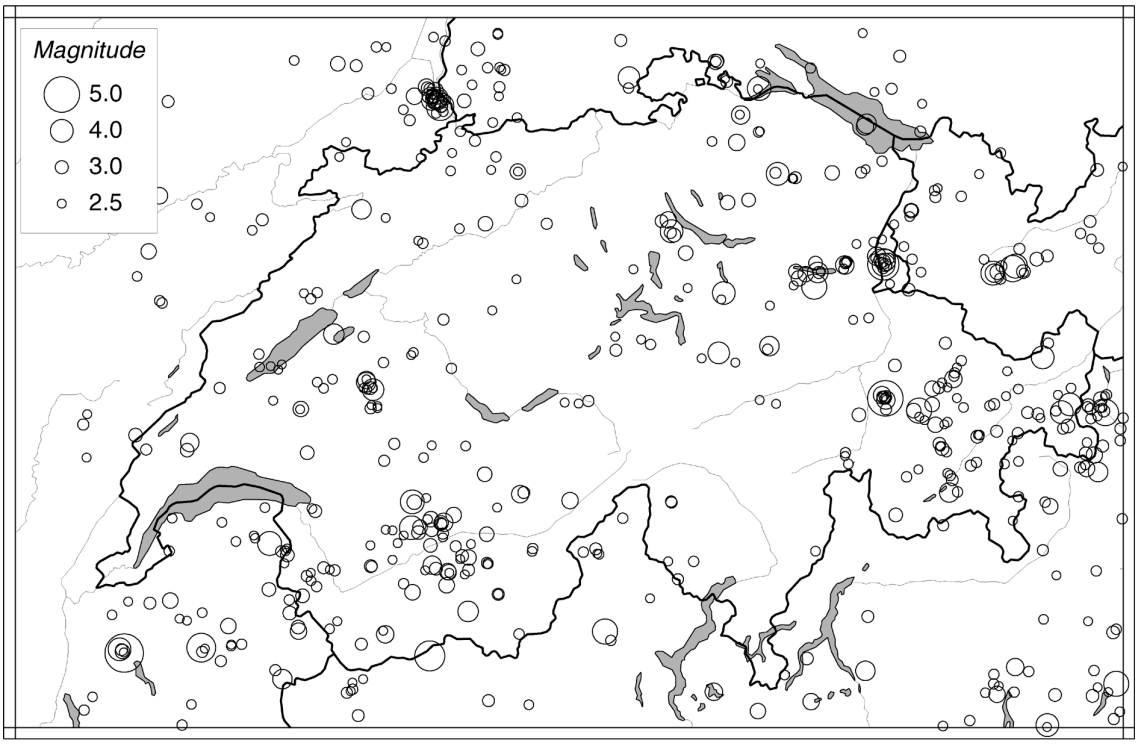
Obwohl sich dieses Ereignis vor fast 150 Jahren ereignet hat und demzufolge aus dem kollektiven Bewusstsein verschwunden ist, stellt es keinen Einzelfall dar. Hundert Jahre früher, am 9. Dezember 1755, war das Oberwallis Schauplatz eines Bebens vergleichbarer Stärke, welches erhebliche Schäden in Brig, Naters und Glys verursachte. Als stärkstes aus historischen Quellen bekanntes Erdbeben in ganz Mitteleuropa gilt das Beben, welches am 18. Oktober 1356 grosse Teile der Stadt Basel und zahlreiche Burgen in den umliegenden Gebieten zerstörte. Tatsächlich ist über die letzten 750 Jahre gesehen kaum eine Region der Schweiz von Erdbebenschäden gänzlich verschont geblieben.

Irrmeinung 1: In der Schweiz gibt es nur kleine Erdbeben

Das stärkste Erdbeben in den vergangenen 25 Jahren in der Schweiz war dasjenige vom 20. November 1991 mit Epizentrum zwischen Thusis und Lenzerheide. Es erreichte eine Magnitude von 5 auf der Richter Skala und hat lediglich einige Risse in Mauerwerken und einen Stromausfall in der Region Chur verursacht (siehe Kasten 1). Diese scheinbare Ruhe führt zur ersten weit verbreiteten Irrmeinung, dass starke Beben in der Schweiz höchst selten oder gar nicht auftreten. Die Afrikanische Kontinentalplatte verschiebt sich aber weiterhin gegen Norden und stösst gegen den europäischen Kontinent. Die mit dieser Kollision verbundenen Kräfte, welche auch die Alpen gebildet haben, bauen Spannungen in der Erdkruste auf, die sich an vorhandenen Schwächezonen als Erdbeben abbauen. Dort wo kleine Beben auftreten, kommen früher oder später auch einmal grössere Ereignisse vor. Diese weltweit gültige Beobachtung bildet die Grundlage zur Abschätzung der Erdbebengefährdung (siehe Kasten 2).



Epizenterkarte der seit 1300 historisch bekannten Erdbeben in der Schweiz mit Intensität von mindestens 5 (Schadenbeben).(Quelle: Schweizerischer Erdbebendienst)



Epizenterkarte der seit 1975 in der Schweiz erfassten Beben mit Magnitude grösser als 2.5. (Quelle: Schweizerischer Erdbebendienst)

Das hochempfindliche Seismographennetz des Schweizerischen Erdbebendienstes hat in den letzten 25 Jahren über 5000 Erdbeben in der Schweiz und ihrer unmittelbaren Umgebung aufgezeichnet (siehe Kasten 3). Über 95% dieser Ereignisse waren 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 Mittel die Schweiz in 100 Jahren mit einem Erdbeben in der Grössenordnung der stärksten Erdstösse von 1997 in Umbrien rechnen muss. Letztere haben Tote und Verletzte gefordert, viele Häuser unbewohnbar gemacht und nichtreparierbare Schäden an historischen Bauten verursacht -- von den wirtschaftlichen Folgekosten ganz zu schweigen. Zudem zeigt das Basler Beben von 1356, dass auch noch stärkere Erdbeben auftreten können, wenn auch weniger häufig.

Irrmeinung 2: Die moderne Industriegesellschaft hat das Erdbebenrisiko verkleinert

Im Vergleich zu den gegenwärtigen Schreckensbildern aus der Türkei, mögen die Folgen des Visper Bebens von 1855 harmlos erscheinen. Doch mit welchen Folgen wäre zu rechnen wenn sich das gleiche Beben heute wiederholen würde? Die Schweizerische Rückversicherung hat diese Frage untersucht und ist zum Schluss gekommen, dass allein die Gebäudeschäden mehrere Milliarden Franken ausmachen würden (siehe Kasten 4). Der Gesamtschaden, inklusive Verluste an Einrichtungen, Infrastrukturbauten und den Folgekosten durch Todesfälle, Verletzungen, Produktionsausfall und Umweltschäden wäre ein Vielfaches davon. Das sind Beträge, die auch die wohlhabende Schweiz nicht ohne weiteres verkraften könnte. Entgegen der zweiten weit verbreiteten Irrmeinung hat also das Erdbebenrisiko gegenüber der Vergangenheit nicht ab- sondern massiv zugenommen. Der Grund für diese Zunahme des Risikos sind der enorme Bevölkerungs- und Wertzuwachs sowie die grössere Verletzlichkeit der modernen Industriegesellschaft.

Vor 150 Jahren waren die Sümpfe des Walliser Talbodens gerade erst trockengelegt worden und die vor allem der Landwirtschaft dienenden Siedlungen befanden sich auf festem Untergrund an den Talflanken. Inzwischen ist auch das weiche Schwemmland des Talbodens dicht besiedelt und Standort einer bedeutenden Anzahl von Industrien mit einer verletzlichen Infrastruktur und einem grossen Schadenpotential für Mensch und Umwelt. Weiche Böden können die Erdbebenerschütterungen im Extremfall bis zu einem Zehnfachen gegenüber denjenigen auf soliden Felsuntergrund verstärken (siehe Kasten 5). Dies ist auch der Grund, warum die Besiedlung und Industrialisierung zum Beispiel des Walliser Talbodens mit seinen lockeren Flussablagerungen das Erdbebenrisiko gegenüber früheren Jahrhunderten enorm verschärft hat. Auch im nördlichen Mittelland sind im letzten Jahrhundert viele empfindliche Bauten auf weichen Fluss- und Seeufern entstanden. Teile der Basler Chemieanlagen oder der Bahnhof von Luzern sind eindrückliche Beispiele dafür. Ungünstige Beschaffenheit des lokalen Untergrundes führt also dazu, dass selbst die von entfernten Beben verursachten Erschütterungen schweren Schaden anrichten können.

Notwendige Massnahmen

Erdbeben lassen sich nicht verhindern -- das nächste Erdbeben kommt bestimmt -- aber man kann sich darauf vorbereiten und die Folgen mildern. Man kann zwar Erdbeben 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 Eigenschaften des Untergrundes können innerhalb von wenigen hundert Metern Unterschiede in der Erdbebengefährdung vorliegen, die grösser sind als die Unterschiede zwischen weit auseinander liegenden Landesteilen. Neben Erdbebengefährdungs-karten, welche die regionalen Gefährdungsunterschiede aufzeigen, muss daher auch die lokale Erschütterungsfähigkeit erarbeitet und dokumentiert werden. Solche Mikrozonierungsstudien erlauben es den Bauingenieuren die Gebäude so zu dimensionieren, dass sie den zu erwartenden Erschütterungen auch wirklich standhalten (siehe Kasten 6). 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, wie zum Beispiel Schulen, Industrieanlagen, Spitäler und Feuerwehrdepots (siehe Kasten 7).

***Dr. Nicolas Deichmann und Dr. Donat Fäh,** Seismologen am Schweizerischen Erdbebendienst und Lehrbeauftragte an der ETH Zürich.

Erstellt im Auftrag der Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik, SGEB.

Kontaktadresse: ETH-Hönggerberg, Institut für Geophysik, 8093 Zürich.
Tel. 01 / 633 26 21 bzw. 01/ 633 26 58, Fax 01 / 633 10 65
E-mail: nico@seismo.ifg.ethz.ch bzw. faeh@seismo.ifg.ethz.ch.

Weitere Informationen

Internet Seite des Schweizerischen Erdbebendienst (SED) an der ETH-Zürich mit aktuellen Angaben über rezente Erdbeben sowie Hintergrundinformation:
http://seismo.ethz.ch

Internet Seite der Schweizerischen Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik:
http://www.sgeb.ch

"Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz",
SIA-Dokumentation D0150, kann bezogen werden bei der SIA, Postfach, 8039 Zürich.
http://www.sia.ch

Kasten 1

Erdbebenmagnitude - Erdbebenintensität

Die Stärke eines Erdbebens wird mit zwei grundsätzlich verschiedenen Grössen beschrieben. Einerseits ist das die Magnitude, welche ein Mass für die im Herd freigesetzte seismische Energie darstellt und welche aus den Maximalausschlägen der Seismogramme berechnet wird. Sie wurde vor rund 60 Jahren vom Kalifornischen Seismologen C. Richter eingeführt und wird daher als Wert auf der Richter-Skala angegeben. Ein Unterschied einer Magnitudenstufe entspricht etwa einem Faktor 30 in der freigesetzten Energie. Andererseits reden wir von der Intensität, welche die Auswirkung des Erdbebens auf Mensch, Natur und Gebäude beschreibt. Die Auswirkungen werden entsprechend einer zwölfstufigen Intensitätskala klassifiziert. Zwei der gebräuchlichsten Skalen sind die EMS98- und die Mercalli-Skala. Das Visper Beben von 1855 erreichte eine maximale Intensität von 9, was der Stufe "verwüstend" entspricht. Bei dieser Intensität reagieren die Menschen mit Panik, es entstehen starke Schäden an schwachen Gebäuden sowie Schäden auch an gut gebauten Häusern, unterirdische Rohrleitungen brechen, in der Natur treten Bodenrisse auf und es ereignen sich Bergstürze sowie zahlreiche Erdrutsche. Entsprechend der Herdtiefe und der Beschaffenheit des lokalen Untergrundes können zwei Erdbeben gleicher Magnitude sehr unterschiedliche Intensitäten aufweisen.

Kasten 2

Erdbebengefährdung – Erdbebenrisiko

Wo kleine Beben vorkommen, treten über kurz oder lang auch grössere Erdbeben auf. Diese weltweit gültige Beobachtung leitet sich von der Tatsache ab, dass die Erdkruste von einer Vielzahl von Brüchen und Störungen aller Grössenordnungen, vom Mikroriss bis zur mehreren 100 km langen Verwerfung, durchzogen ist. Das gesetzmässige Verhältnis von schwachen zu starken Erdbeben ist eine direkte Folge des Verhältnisses von kleinen zu grossen Brüchen in der Erdkruste. Diese Gesetzmässigkeit erlaubt uns, aus der statistischen Verteilung schwacher Erdbeben die Wahrscheinlichkeit des Auftretens starker Beben und somit die Erdbebengefährdung in einem bestimmten Gebiet zu berechnen.

Das Erdbebenrisiko ergibt sich erst aus dem Zusammenwirken der Erdbebengefährdung, der Verletzlichkeit der menschlichen Infrastruktur und der möglichen daraus entstehenden Verluste. Eine Strohhütte, auch wenn sie in einem seismisch extrem aktiven Gebiet steht, ist kein Risikofaktor. Hingegen stellt ein nicht erdbebensicheres Schulhaus oder eine falsch dimensionierte Industrieanlage auch in einer Gegend schwacher Erdbebenaktivität ein erhebliches Risiko dar.

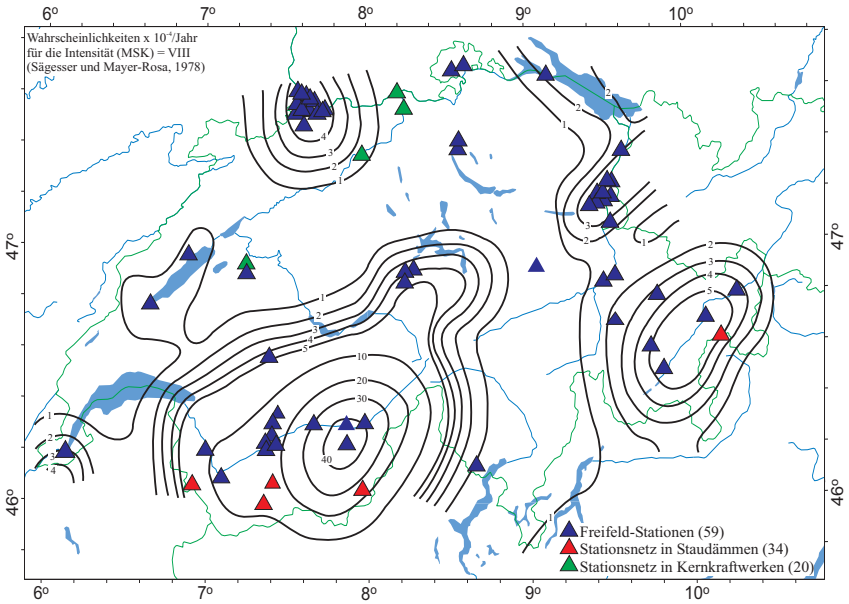
Kasten 3

Erdbebenmessnetze in der Schweiz

Seit ca. 1975 betreibt der Schweizerische Erdbebendienst, SED, an der ETH-Zürich ein hochempfindliches Seismometernetz zur Überwachung der seismischen Aktivität in der Schweiz und in den angrenzenden Gebieten. Zur Zeit besteht dieses Netz aus rund 30 über die ganze Schweiz verteilte Stationen, deren Signale kontinuierlich an die Auswertezentrale in Zürich übermittelt werden. Ausserdem betreibt der SED ein zusätzliches Netz von 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, wo die gefährdeten Bauwerke stehen, aussagen. Zur direkten Erfassung dieser für das Erdbebeningenieurwesen relevanten Daten betreibt der Schweizerische Erdbebendienst seit einigen Jahren ein landesweites Netz von Starkbebenmessgeräten. Dieses sogenannte Freifeldnetz besteht zur Zeit aus rund 50 Einzelstationen, die die Beschleunigungen von Erdbeben, welche auch von der Bevölkerung gespürt werden, aufzeichnen.

Zusätzlich zum Freifeld-Messgerätenetz sind mehrere grosse Stauanlagen in den Schweizer Alpen mit bis zu 12 Beschleunigungsmessgeräten ausgerüstet. Diese Talsperren-Messgerätenetze liefern wichtige Daten über die Freifeldbewegungen, die effektiven Bewegungen bei den Widerlagern und die dynamischen Antworten der Talsperren. Aus der Analyse dieser Daten lassen sich die dynamischen Eigenschaften der Bauwerke ableiten (Eigenfrequenzen, modale Verformung, Energiedissipation). Ausserdem sind als Teil der Sicherheitsauflagen auch alle Kernkraftwerke der Schweiz mit eigenen Beschleunigungsmessgeräten ausgerüstet.



Standorte der Starkbebenmessgeräte in der Schweiz mit Kurven gleicher seismischer Gefährdung, angegeben als Auftretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses der Intensität VIII (zerstörend) in 10'000 Jahre. (Quelle: Schweizerischer Erdbebendienst)

Kasten 4

Heutige Folgen einer Wiederholung vergangener Erdbeben in der Schweiz

Der Schweizerische Pool für Erdbebenversicherung hat eine Studie in Auftrag gegeben, um die zu erwartenden Gebäudeschäden abzuschätzen, wenn sich vergangene Erdbeben in der Schweiz heute wiederholen würden:

Jahr	Ort	Gebäudeschäden (Millionen Fr.)
1356	Basel	13100 - 47100
1601	Nidwalden	760 - 8950
1720	Bregenz	300 - 1440
1774	Altdorf	450 - 3100
1855	Vispertal	580 - 8720
1881	Bern	280 - 1250
1946	Rawil	430 - 1900

Die Spannweite der Schadensummen entspricht dem Unterschied zwischen einer optimistischen und einer konservativen Schätzung und umfasst nur die Gebäudeschäden, ohne die Verluste von anderen Sachwerten und ohne die wirtschaftlichen Folgekosten.

(Quelle: "Erdbebenszenarien Schweiz", Kurzfassung des Untersuchungsberichtes von W. Schaad, Schweizerische Rückversicherung, im Auftrag des Schweizerischen Pools für Erdbebenversicherung.)

Kasten 5

Ungünstiger Untergrund verschärft die Erdbebengefahr

Die Erfahrungen aus den vergangenen starken Erdbeben zeigen, dass die stärksten Schäden nicht auf die unmittelbare Nähe des Erdbebenherdes beschränkt sein müssen, sondern dass sie auch in grossen Entfernungen auftreten können. Sowohl 1985 in Mexico City als auch 1989 in San Francisco traten die grössten Schäden in mehreren 100 km Entfernung vom eigentlichen Epizentrum auf. In beiden Fällen führte ein besonders weicher Untergrund zu einer Aufschaukelung der Erdbebenwellen und somit zu einer erheblichen Verstärkung der Erschütterungen. Besonders verheerend sind diese Effekte, wenn die dominierende Schwingungsfrequenz im Untergrund mit derjenigen der Gebäude übereinstimmt. Solche Zustände lassen sich durch gezielte Baugrunduntersuchungen feststellen und bei der Bemessung und dem Entwurf der Gebäude berücksichtigen. In Kobe 1995 sind Gebäude auf weichem Untergrund entlang ganzer Strassenzüge eingestürzt oder wurden schwer beschädigt, während einige Strassen entfernt die genau gleich konstruierten aber auf festem Untergrund stehenden Gebäude unbeschädigt geblieben sind. Hätte man der unterschiedlichen lokalen Beschaffenheit des Untergrundes bei der Konstruktion Rechnung getragen, wären wesentlich weniger Opfer und wesentlich geringere Schäden zu beklagen gewesen.

Kasten 6

Mikrozonierung

Die Auswirkungen eines Erdbebens auf ein Gebäude oder eine Anlage sind nicht nur von der im Herd abgestrahlen Energie (Magnitude) abhängig sondern in besonderem Masse auch von der Beschaffenheit des lokalen Untergrundes. Eine Mikrozonierung dient dazu, die lokalen geologischen und geotechnischen Eigenschaften des Untergrundes zu erfassen und direkt in die zu erwartende Verstärkung oder Abschwächung der Erdbebenerschütterungen umzusetzen. Die Resultate solcher Mikrozonierungsstudien werden in detaillierten Karten dargestellt und erlauben es dem Bauingenieur, die Bauten gezielt im Hinblick auf die zu erwartenden Erdbebeneinwirkungen zu dimensionieren. In der Schweiz sind in den letzten Jahren mehrere Pilotstudien zur Mikrozonierung durchgeführt worden, so im Kanton Obwalden, im Sanktgaller Rheintal, im Unterwallis und in Basel

Kasten 7

Massnahmen

Schutzmassnahmen liessen sich verwirklichen, wenn das Bewusstsein für ihre Notwendigkeit vorhanden wäre: Eine Motion im Nationalrat will auf Bundesebene die dazu nötigen gesetzlichen Grundlagen schaffen. Verantwortungsbewusstes Handeln wäre aber auch schon im heutigen gesetzlichen Umfeld angezeigt und in vielen Bereichen möglich. Die Schweizerische Gesellschaft für Erdbebeningenieur-wesen und Baudynamik (SGEB), eine Fachgesellschaft des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA), fordert ein "Nationales Aktionsprogramm zur Reduktion des Erdbebenrisikos (NAPER)". Die dringlichsten Massnahmen sind von der SGEB in einer kürzlich erschienen Studie, "Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz", SIA-Dokumentation D0150, aufgezeigt. Diese Studie ist auch von der Nationalen Plattform Naturgefahren (PLANAT), eine Expertenkommission der Bundesregierung, unterstützt worden und dient ihr als Basis für weitere Empfehlungen, die zur Zeit ausgearbeitet werden. Ausserdem hat das Kompetenzzentrum Naturgefahren, welches durch das WSL sowie der ETH Zürich und Lausanne getragen wird, ein Forschungsprojekt vorgeschlagen, zur Ausarbeitung einer integrierten Strategie des Naturrisiko- Managements (NARIMA), mit dem Ziel der zunehmenden Verletzlichkeit unserer Industriegesellschaft durch Naturkatastrophen aller Art vorzubeugen.