

Medienmitteilung, 21. März 2003

*Stichworte: Erdbeben, erdbebensicheres Bauen, Schweiz, Architekten,
Ingenieure, Ausbildung, Forschung*

Erdbebensicheres Bauen: für Baufachleute kein Thema?

Das Erdbebenrisiko in der Schweiz ist erheblich und darf wegen dem steigenden Schadenpotential nicht länger vernachlässigt werden. Die Erdbebensicherheit von Bauwerken in der Schweiz hängt zu einem entscheidenden Teil von Ingenieuren und Architekten, aber auch von Fachleuten für Heizung oder Lüftung ab. Sind diese sich dessen aber bewusst - und haben das entsprechende Know-how?

von Dr. Martin Wieland, Electrowatt-Ekono AG, Zürich

Die Bilder der während des verheerenden Erdbebens in Izmit (17. August 1999) im Nordwesten der Türkei wie Kartenhäuser eingestürzten Wohnblöcke sowie auch die Bilder der umgestürzten Hochhäuser des Chi-Chi Erdbebens in Taiwan (21. September 1999) sind uns noch in guter Erinnerung. Auch das Bhuj Beben in Gujarat (Indien, 26 Januar 2001) hat gezeigt, dass Menschen vor allem in nicht erdbebensicheren Mauerwerksbauwerken stark gefährdet sind.

Welche Beben sind in der Schweiz zu erwarten?

Erdbeben mit einer Magnitude von über 7.3, wie sie sich in der Türkei, Taiwan oder Indien ereignet haben, sind bei uns kaum zu erwarten. Wahrscheinlicher sind Beben mit Magnituden um 5.5 bis 6.5.

Falls sich ein Erdbeben dieser Stärke in einer dicht besiedelten und hoch industrialisierten Region wie zum Beispiel Visp oder gar Basel ereignen würde, dann wären die maximalen Bodenbewegungen im Nahbereich des Bebens praktisch gleich gross wie diejenigen in der Türkei oder Taiwan.

Der Hauptunterschied liegt in der Dauer der Bodenbewegungen: Die Beben in der Türkei und Taiwan hatten eine Dauer von gegen 40 Sekunden; ein Beben mit Magnitude 6 dauert hingegen nur wenige Sekunden.

Für Schäden an Mauerwerksbauten, Zwischenwänden aus Kalksandstein, gemauerten Kaminen und vorgefertigten Fassadenelementen spielt die Stärke der Bodenbewegungen eine Hauptrolle; die Dauer des Bebens ist weniger wichtig. Demzufolge wäre das Schadenbild bei diesen Bauten und Bauteilen im Falle eines ein Bebens mit Magnitude um 5.5 bis 6.5 praktisch gleich wie bei einem Starkbeben mit gleicher Spitzenbeschleunigung.

Neubauten in der Schweiz: erdbebensicher?

In der Schweiz kann bei Neubauten mit geringem Mehraufwand eine sehr gute Erdbebensicherung erreicht werden.

Die wichtigsten Konzepte für erdbebensicheres Bauen sind seit langem bekannt. Dazu gehören beispielsweise folgende zwei Regeln:

- In Gebäuden müssen die Stützen stärker sein als die Decken und die horizontalen Riegel.
- Komplizierte Gebäudegrundrisse sowie weiche Geschosse sollten vermieden werden.

Weshalb werden solche einfache und äusserst wirksame Regeln bei vielen Bauwerken verletzt?

Einerseits ist dies auf fehlendes Wissen der Bauherren, Ingenieure und Architekten zurückzuführen, andererseits auf den Wunsch, möglichst günstigen Wohnraum mit minimalen Kosten und maximalem Gewinn zu erstellen. Deshalb werden Erdbebenvorschriften oft nicht angewendet.

Der Bundesrat hat Ende 2000 die zuständigen Bundesämter angewiesen, bei der Planung und Projektierung von neuen Bauten und Anlagen des Bundes zu verlangen, dass das jeweils geltende einschlägige Normenwerk zur Erdbebensicherung eingehalten wird. Dasselbe gilt für neue Bauten und Anlagen Dritter, die den zuständigen Ämtern zur Genehmigung oder Subventionierung unterbreitet werden (siehe Kasten).

Ausbildung bezüglich Erdbebensicherheit: mangelhaft bis ungenügend

Ein umfassender Erdbebenschutz der Bevölkerung ist in erster Linie durch erdbebensichere Bauten zu erreichen. Dies ist die Domäne aller am Bau Beteiligten – insbesondere der Bauingenieure, Architekten und der Fachleute für Heizung, Lüftung und Klima.

Für die Durchsetzung von Massnahmen zur Erdbebensicherung von Bauwerken und insbesondere für die Anwendung entsprechender Normen ist die Ausbildung der Fachleute - vor allem der Bauingenieure und Architekten - von entscheidender Bedeutung.

Wie steht es mit der Ausbildung unserer Ingenieure und Architekten - haben sie das notwendige Rüstzeug, um Erdbebenkatastrophen zu vermeiden?

Für ein günstiges Erdbebenverhalten von Gebäuden sind konzeptionelle und konstruktive Massnahmen, die durch den Architekten bereits beim ersten Entwurf eingeplant werden müssen, von grosser Bedeutung. Unseren Architekturstudenten wurden jedoch bisher keine entsprechenden Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt.

Seit 1978 werden an der ETH Zürich und der ETH Lausanne Vorlesungen über die Erdbebensicherung von Bauwerken gehalten. In diesen gut zwanzig Jahren sind zahlreiche junge Bauingenieure mit dem erdbebensicheren Bauen vertraut gemacht worden. Zudem wurden Fortbildungskurse und andere Veranstaltungen durchgeführt, an denen mehrere hundert Ingenieure aus der Praxis teilgenommen haben.

Bei den Ingenieuren sollte deshalb generell ein Verständnis für die Belange des erdbebensicheren Bauens vorhanden sein. Das heisst natürlich nicht, dass man bereits genügend getan hat.

An den Fachhochschulen gibt es bis heute keine generelle Ausbildung der Studierenden des Bauingenieurwesens und der Architektur in der Erdbebensicherung der Bauwerke.

Folgende Massnahmen sind deshalb dringend erforderlich:

- Ausbildung der Architekturstudenten an den technischen Hochschulen und Fachhochschulen mit Schwerpunkt bei konzeptionellen und konstruktiven Massnahmen für ein günstiges Erdbebenverhalten von Gebäuden.
- Ausbildung sämtlicher Studenten des Bauingenieurwesens und der Architektur in den Grundzügen der Erdbebensicherung der Bauwerke.
- Regelmässige Durchführung von Fortbildungskursen für praktisch tätige Ingenieure und Architekten.

Ein eindeutiges Manko besteht bei der Ausbildung der Architekten und der Fachleute, die für Heizung, Lüftung und Klima in Gebäuden verantwortlich sind. Diese sind mit der Erdbebenproblematik nur ungenügend vertraut. Da bei den in der Schweiz zu erwartenden mittelstarken Beben der Grossteil der Schäden nichttragende Bauteile und Einrichtungen betrifft, und durch herabfallende Fassadenteile, Kamine, Ziegel oder Deckenelemente auch Menschen gefährdet werden können, besteht hier ein grosser Handlungsbedarf.

Bei der Aus- und Weiterbildung stehen immer Neubauten im Vordergrund. Die Erdbebenrisiken liegen jedoch weniger bei den Neubauten als vielmehr bei den 90 Prozent der bestehenden Bauten, deren Erdbebensicherheit nicht bekannt ist, da sie nicht oder aus heutiger Sicht mit überholten Methoden gegen Erdbeben bemessen wurden.

Wie steht es mit der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis?

Forschung zum Erdbebenverhalten von Bauwerken wird in der Schweiz in erster Linie an den technischen Hochschulen durchgeführt. Die Forschungsergebnisse sind leider oft nicht direkt in die Praxis übertragbar.

Der grosse Nachholbedarf bei der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis hängt auch damit zusammen, dass das Erdbebeningenieurwesen weltweit erst in den letzten 30 Jahren zu einem Forschungsschwerpunkt des Bauingenieurwesens geworden ist, mit stark wachsender Forschungstätigkeit.

Die Umsetzung in die Praxis konnte mit dieser Entwicklung nicht Schritt halten und muss deshalb stark verbessert werden. Die in der Schweiz auch unter Fachleuten weit verbreitete Meinung, dass Erdbeben für unsere Bauwerke nicht von Bedeutung seien, hat in der Vergangenheit zur Verniedlichung des Erdbebeningenieurwesens beigetragen.

Der Autor Dr. Martin Wieland ist Bauingenieur; er beschäftigt sich seit über 20 Jahren in Forschung, Ausbildung und Praxis mit Baudynamik und der Erdbebensicherheit von Infrastrukturbauten.

Kontakt: Electrowatt-Ekono AG, Postfach, Hardturmstrasse 161, 8037 Zürich
Tel. 076 356 28 62; Fax 01 355 55 61; email: martin.wieland@ewe.ch

Die Schweizer Gesellschaft für Erdbeben-Ingenieurwesen und Baudynamik (SGEB) ist eine Fachgruppe der «Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereinigung» (SIA). Sie befasst sich mit Fragen des Erdbeben-Ingenieurwesens, der Seismologie und der Baudynamik und fördert in diesen Bereichen die Zusammenarbeit von Forschung und Praxis. Mehr zur SGEB auf www.sgeb.ch

Mehr zum Thema Erdbebenrisiko, erdbebensicherem Bauen und der Erdbebensicherheit von bestehenden Bauwerken in der Schweiz auch in der Publikation:

Markus Weidmann: Erdbeben in der Schweiz. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebedienst. Verlag Desertina, Chur, Schweiz, 2002. ISBN 3-85637-271-7. Medieninformationen zum Buch auf der WebSite www.bebende.ch unter „Buch“ und „für die Medien“.

Abbildungen



1. Umgekipptes mehrstöckiges Gebäude in Taiwan, September 1999



2. Umgekipptes mehrstöckiges Gebäude in Taiwan, September 1999



3. An der Küste gelegene Gebäude, die ins Marmara Meer abgerutscht sind, Türkei August 1999



4. Typische Erdbebenschäden an Mauerwerksbau in Armenien 1988, Mauerwerksbauten sind in der Schweiz weit verbreitet, weisen jedoch ein sehr ungünstiges Erdbebenverhalten auf



5. Total zerstörte Mauerwerksbauten in Indien, Gujarat, Indien Januar 2001



6. Laborversuche zur Untersuchung des Erdbebenverhaltens einer Stahlbetontragwand an der ETH Zürich

Welches sind die Schwächen der Bauwerke und Anlagen in der Schweiz?

Die spezifisch schweizerischen Probleme der Erdbebensicherheit unserer Bauten sind wie folgt:

- Die Verformungseigenschaften einiger der heute häufig verwendeten Bewehrungsstähle sind ungenügend. Die Erdbebensicherheit der Stahlbetonbauten wird dadurch entscheidend beeinträchtigt.
- In der Schweiz wurde und wird wie kaum in einem andern Land tragendes, unbewehrtes Mauerwerk für mehrgeschossige Bauwerke eingesetzt. Diese Bauweise ist heute in Erdbebengebieten aufgrund des unbefriedigenden Erdbebenverhaltens nicht mehr erlaubt.
- Zahlreiche Brücken in der Schweiz weisen aussergewöhnlich lange Brückenabschnitte auf und sind an den Widerlagern nicht gehalten. Diese sogenannte schwimmende Lagerung führt bei einem Erdbeben zu grossen Verformungen in Brückenlängsrichtung und somit auch zu grossen Kräften in den Brückenpfeilern, die bei der Bemessung dieser Brücken nicht berücksichtigt wurden.

Für die Beurteilung der Erdbebensicherheit der schweizerischen Gebäudesubstanz sowie für Strategien und Verstärkungstechniken müssen Grundlagen geschaffen werden.

Erdbebenschäden an Gebäuden hängen in beträchtlichem Ausmass vom Erdbebenverhalten der Zwischenwände und Fassadenelemente ab. Es fehlen die auf schweizerische Verhältnisse abgestimmten Grundlagen und Bemessungsverfahren für diese Elemente.

Um diese spezifisch schweizerischen Erdbebenprobleme behandeln zu können, sind in den nächsten Jahren erhebliche Forschungsinvestitionen erforderlich. Diese werden entscheidend zu einer kosteneffizienten Erdbebensanierung gefährdeter Bauwerke beitragen.

Sind Erdbebenkatastrophen bei uns möglich, wenn die jetzigen Erdbebenvorschriften eingehalten werden?

Es genügt nicht, dass nur die Erdbebenvorschriften eingehalten werden, sondern es ist ebenso wichtig, dass diese korrekt sind. Leider zeigt es sich nach jedem zerstörerischen Beben, dass wichtige Aspekte vernachlässigt wurden und die Erdbebennormen deshalb nach jeder Erdbebenkatastrophe ergänzt bzw. teilweise umgeschrieben werden müssen.

In der Schweiz, wo starke Beben selten auftreten, besteht eine beträchtliche Diskrepanz zwischen dem Bemessungsbeben und einem möglichen Katastrophenbeben. In Kalifornien, wo Starkbeben relativ häufig vorkommen, ist dieser Unterschied gering, das heisst, dass das Ausmass einer seltenen Grosskatastrophe bei uns bedeutend schwerer wäre als in Kalifornien. Hier besteht deshalb auch bei uns noch ein systematischer Nachholbedarf in den Bauwerksnormen.

Duktile Bauten bieten Schutz während sehr starken Beben

Bei Bauten, die sich plastisch verformen können, wie z.B. moderne Stahl- und Stahlbetonbauten, spielt die Bebandauer für das Schadensausmass eine wichtige Rolle und weniger die Spitzenbeschleunigung. Eine duktile Bauweise hat zudem den Vorteil, dass ein Beben, das stärker ist als das Auslegungsbeben - was immer möglich ist -, nicht zu einem Einsturz des Bauwerks führt.

Beim Erdbeben in Kobe 1995 sind mehrere Bauten eingestürzt, weil erstens die Bodenbewegungen bedeutend stärker waren als diejenigen, die bei der Bemessung berücksichtigt wurden, und zweitens, weil ältere Bauten nach dem Konzept der zulässigen Spannungen dimensioniert wurden, wo ungewiss ist, was mit einem Bauwerk passiert, wenn im Erdbebenfall die zulässigen Spannungen überschritten werden. Das Resultat sind oft schwere Schäden.

Ist erdbebensicheres Bauen mit den gestalterischen Vorstellungen der Architekten kompatibel?

Ist Beton als Baumaterial noch zeitgemäss? Bei Ingenieurbauten kann diese Frage klar mit ja beantwortet werden. Inzwischen hat man realisiert, dass Beton nicht ewig währt und mehrere der vor rund 30 Jahren gebauten Brücken und Stahlbetongebäude mit einer geplanten Lebensdauer von rund 100 Jahren bereits jetzt saniert werden müssen.

Ein Trend zur Verwendung alternativer Baumaterialien, deren Erdbebenverhalten kaum bekannt ist, ist deshalb bei den führenden Architekten und in der Architekturausbildung feststellbar.

Es muss deshalb versucht werden, die sicherheitstechnischen Anforderungen der Tragkonstruktion, die von den Ingenieuren verlangt werden, mit den funktionellen und gestalterischen Anforderungen der Architekten in Einklang zu bringen. Es sollte nicht zur Regel werden, dass die Tragkonstruktion hinter den von den Architekten gewünschten gestalterischen Elementen versteckt wird.

Vielmehr sollte versucht werden, Tragkonstruktion und gestalterische Elemente zu integrieren. Um dies zu ermöglichen, müssen sowohl Ingenieure als auch Architekten das Erdbebenverhalten der Tragkonstruktionen kennen.

Der Bundesrat genehmigt 7 Massnahmen für Erdbebenvorsorge

Das Erdbebenrisiko in der Schweiz ist erheblich und darf wegen dem steigenden Schadenpotential nicht länger vernachlässigt werden. Die grössten Defizite bestehen bei Bauten und Anlagen, wo es - im Vergleich zu anderen Naturgefahren - beträchtliche Lücken in der Vorsorge gibt. Der Bundesrat hat deshalb im Dezember 2000 im UVEK eine «Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge» geschaffen und ein Programm von sieben Massnahmen im Zuständigkeitsbereich des Bundes für den Zeitraum 2001 bis 2004 genehmigt:

- Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke
- Erdbebensicherung bestehender Bauwerke
- Überprüfung der Erdbebensicherheit bundeseigener Bauwerke
- Berichterstattung über die Erdbebensicherheit der bedeutenden Kulturgüter
- Berichterstattung über die Verbesserung der Rechtsgrundlagen im Bereich Erdbebenvorsorge
- Darlegung der Möglichkeiten einer Finanzierung des Bundes von Grossschäden aus Erdbeben
- Erarbeitung eines Einsatzkonzeptes im Rahmen des Bevölkerungsschutzes zuhanden den Kantone und Gemeinden für den Fall eines Erdbebens.

In der Schweiz wird das Erdbebenrisiko oft unterschätzt; die Öffentlichkeit ist für Massnahmen zur Risikoreduktion kaum sensibilisiert. Im weltweiten Vergleich wird die Erdbebengefährdung in der Schweiz als mässig bis mittel eingestuft. Eine erhöhte Gefährdung besteht im Wallis, in der Region Basel, in der Zentralschweiz, im Engadin und im St. Galler Rheintal. Mittelstarke Erdbeben treten in unserem Land etwa ein- bis zweimal in jedem Jahrhundert auf. Sie können grosse Schäden an Bauten, Anlagen und Umwelt verursachen. Erdbebenvorsorge kann in erster Linie durch bauliche Vorsorge, d. h. Objektschutz, erfolgen.