

Beim Erdbeben in Kobe, 1995, abgestürzte Fassadenelemente.
(Bild: Thomas Wenk)



Sicherheit

Erdbebensicherer befestigen

Auch in der Schweiz sind schwere Erdbeben möglich. Ein solches Ereignis hat auch enorme Sachschäden zur Folge, welche hauptsächlich Installationen und Einrichtungen betreffen. Die erdbebensichere Befestigung solcher Bauteile hat deshalb eine grosse Bedeutung.

Von Daniel Schuler*

In der Schweiz stellen Erdbeben ein Risiko dar. Für ein schweres Erdbeben, wie dasjenige, welches 1356 Basel erschütterte, schätzen die Versicherer die Gebäudeschäden auf 50 Mrd. Franken. Betroffen wären bei einem solchen Ereignis aber nicht nur Hochbauten, Brücken und Verkehrswege, sondern insbesondere auch Einbauten, techni-

sche Installationen und Einrichtungen, wie Tankanlagen, Leitungen, Apparate, Maschinen und Computeranlagen. Es ist davon auszugehen, dass die Schäden an den nicht zu den Tragwerken gehörenden Installationen und Einrichtungen gleich gross oder sogar höher sind, als diejenigen an der eigentlichen Bausubstanz. Die Erdbebensicherung von nicht-

tragenden Bauteilen, Installationen und Einrichtungen hat deshalb eine grosse Bedeutung. In der Praxis stösst man jedoch auf die zwei folgenden hauptsächlichen Probleme:

- Erdbebensicherungen von nichttragenden Bauteilen, Installationen und Einrichtungen werden oftmals vergessen.
- Verstärkungen der Erdbebenanregung durch das Ge-

bäudeträgerwerk («Aufschaukelungseffekte») werden nicht berücksichtigt.

Im Vergleich zur möglichen Schadenreduktion sind die Kosten für erdbebensichere Befestigungen von Installationen und Einrichtungen gering. Im Allgemeinen weisen solche Sicherheitsmassnahmen darum ein sehr günstiges Nutzen-Kosten-Verhältnis auf.

Erdbebengefährdung

Nichttragende Bauteile: Als nicht zum Tragwerk gehörende Bauteile werden beispielsweise Gebäudeverkleidungen und Fassaden, abgehängte Decken und Doppelböden sowie nichttragende Trennwände bezeichnet. Die Erdbeben im japanischen Kobe, 1995, oder in Kalifornien, 1989, zeigten die von solchen Bauteilen ausgehenden Erdbebenrisiken auf. Neben grossen Sachschäden werden bei ungenügender Erdbebensicherheit auch Personen durch abstürzende Teile gefährdet.

Installationen und Einrichtungen: Als Installationen und Einrichtungen können Rohrleitungen und Kanäle, Geräte, Apparate oder Maschinen sowie Anlagen für die Datenverarbeitung, Kommunikation und Telematik bezeichnet werden. Erdbebenschäden bei solchen Anlagen können zu nachhaltigen Betriebsausfällen und damit verbundenen grossen Folgeschäden führen. Eine besondere Gefährdung durch Folgeschäden besteht bei chemischen Anlagen. Schäden bei solchen Anlagen können die Bevölkerung und die Umwelt in starkem Masse gefährden, wenn gefährliche Stoffe freigesetzt werden.

Erdbebensicherung

Durch Erdbeben hervorgerufene Belastungen sind moderat im Vergleich zu andern aussergewöhnlichen dynamischen Einwirkungen wie bei-

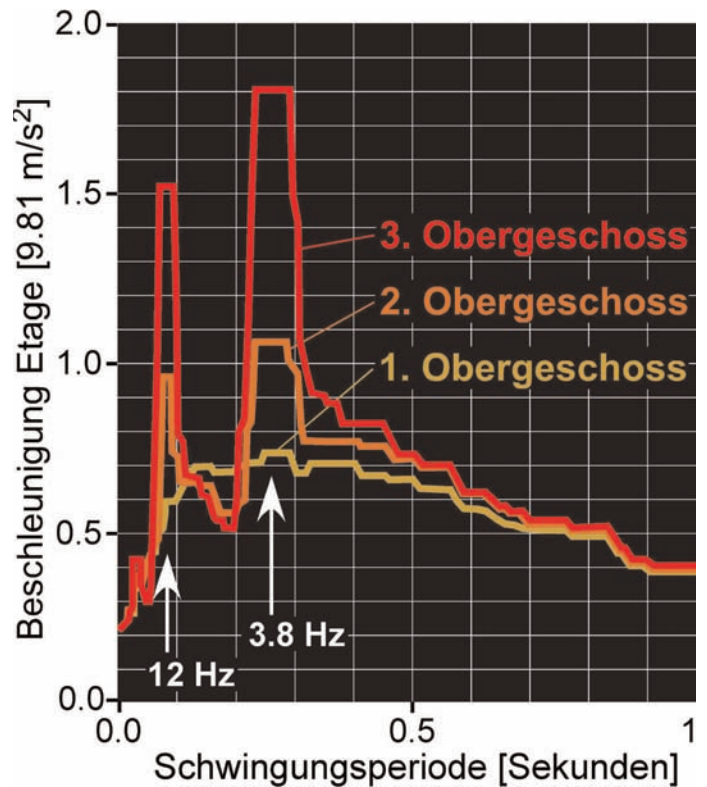
spielsweise Explosions- oder Stossbelastungen. Die Erdbebenwiderstandsfähigkeit der Installationen oder Einrichtungen selbst ist deshalb in den meisten Fällen vorhanden. Häufig von zentraler Bedeutung ist hingegen die erdbebensichere Befestigung. Sie muss durch die folgenden Massnahmen gewährleistet werden:

- Befestigung mit erdbebensicheren Konstruktionen (Abstützungen, Sicherungen)
- Einsatz geeigneter Anker und Dübel
- Bemessung der Befestigungsstrukturen und Dübel auf Erdbebeneinwirkungen.

Erdbebensichere Befestigungsstrukturen: Erdbebensichere Befestigungsstrukturen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie in der Lage sind, neben den Eigenlasten des befestigten Bauteils auch die bei einem Erdbeben auftretenden Horizontalkräfte aufzunehmen. Dazu werden häufig seitliche Abstützungen verwendet. Mit Abstützungen werden beispielsweise abgehängte Decken, Doppelböden oder Rohrleitungsaufhängungen gesichert. Für die Praxis sind Richtlinien verfügbar, nach denen erdbebensichere Befestigungsstrukturen ausgeführt werden können.

Einsatz geeigneter Dübel und Anker: Neben den Befestigungsstrukturen werden bei einem Erdbeben auch die Dübel dynamisch beansprucht. Im Allgemeinen führen schwellige oder wechselnde Belastungen bei Metallspreizdübeln zu einem Abfall der Vorspannkraft. Diese kann vollständig verloren gehen, wenn der Untergrund im Bereich des Bohrlochs reisst. Geeignete Dübel müssen bei einem Abfall der Vorspannung tragfähig bleiben. Zudem sollte die Verschiebung der Dübel bei einer Erdbebenbeanspruchung nicht zu gross sein. Um das Tragverhalten von Dübeln bei seismischen Belastungen zu überprüfen, werden spezielle darauf ausgerichtete Qualifikationstests durchgeführt.

Bemessung auf Erdbebeneinwirkungen: Für die Bemessung erdbebensicherer Befestigungen von Einbauten in Gebäuden ist nicht die Bewegung des Erdbodens, sondern diejenige des Gebäudetragswerks bzw. der Etagen massgebend. Die Etagenschwingung ist abhängig von der Gebäudestruktur, welche die Bodenschwingungen überträgt. Das Tragwerk wirkt dabei als Frequenzfilter, welches die Bodenbewegungen bei den Gebäudeeigenfrequenzen verstärkt. Aus der einen breiten Frequenzbereich um-

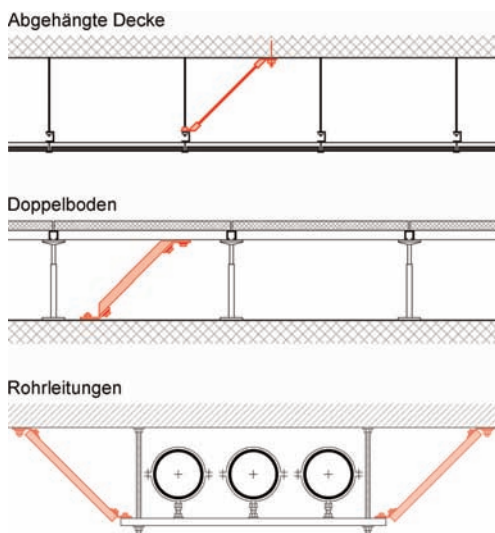


Bei den Eigenfrequenzen eines Gebäudes ist die Verstärkung der bei einem Erdbeben auftretenden Beschleunigungen ausgeprägt.

fassenden Bodenschwingung wird mit zunehmender Gebäudehöhe eine schmalbandige Etagenschwingung. Durch die Verstärkung der Erdbebenbewegung im Bereich der Eigenfrequenzen des Gebäudes kann die maximale Stockwerkbeschleunigung mehr als das Doppelte der maximalen Bodenbeschleunigung betragen. Die Grafik zeigt die Stockwerk-

beschleunigungen im 1., im 2. und im 3. Obergeschoss eines Gebäudes. Die Bodenbewegungen werden bei den Eigenfrequenzen des Gebäudes von 3,8 Hz und 12 Hz ausgeprägt verstärkt.

* Daniel Schuler, dipl. Ing. FH, Bürkel Baumann Schuler, Ingenieure+Planer AG, Winterthur
daniel.schuler@bbs-ing.ch



Für die erdbebensichere Befestigung sind oftmals Abstützungen notwendig, welche horizontale Erdbebenlasten aufnehmen können. (Grafiken: bbs)

QUELLEN

- Katarisk – Katastrophen und Notlagen in der Schweiz – eine Risikobeurteilung aus der Sicht des Bevölkerungsschutzes, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern, 2003
- SIA-Dokumentation D 0150, Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 1998

- Marxer, G., Kunz, J., Schoch, M., Schuler, D.: Earthquake Resistant Installations – Guideline for earthquake resistant design of installations and nonstructural elements, Hilti Corp., Schaan, December 2003
- Deutschsprachige Ausgabe «Richtlinien für die erdbebensichere Ausführung von nichttragenden Bauteilen und Installationen» als Adobe-Acrobat-Datei unter www.hilti.ch