

ERDBEBENGERECHTES BAUEN MIT HOLZ. Der Holzbau gilt als erdbebengerechte Bauweise. Aber: Holz ist nicht per se ein erdbebengerechter Baustoff. Holzbauwerke lassen sich aber erdbebensicher konstruieren. Besondere Aufmerksamkeit verdient die mehrgeschossige Bauweise.

Wann Holzbauten fast nichts erschüttert

Das Bewusstsein um die Bedeutung der Naturgewalt «Erdbeben» für den Entwurf und die Konstruktion von Bauwerken hat weltweit erheblich zugenommen. In Mitteleuropa wurde das Erdbebenrisiko noch bis vor ein paar Jahren stark unterschätzt. Die neuen länderspezifischen Normen, aber auch eine spezielle Euronorm, widmen sich daher verstärkt diesem Thema. Generell ist die Erdbebengefährdung in Mitteleuropa zwar im weltweiten Vergleich nicht besonders hoch, sie täuscht aber über die Tatsache hinweg, dass es Erdbeben auch hierzulande gibt. Die Frage für den Holzbau ist also nicht, ob ein Erdbeben auftritt, sondern in welcher Stärke es auftreten kann und wie eine mehrgeschossige Holzkonstruktion ausgebildet werden muss, damit sie einem Erdbeben standhält.

Die Knautschzone des Gebäudes

Als anisotropes Material ist Holz nicht von vornherein ein erdbebengerechter Baustoff. Mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise lassen sich jedoch erdbebensicher konstruieren, wenn eine Handvoll einfacher Entwurfsgrundsätze beachtet werden. Sie zielen alle darauf ab, ein möglichst regelmässiges Bauwerk zu erhalten.

Eine wesentliche Rolle bei erdbebensicheren Bauten spielen auch Art und Anzahl der Verbindungsmittel. Denn in erster Linie geht es darum, ein Gebäude so zu bauen, dass es Erdbeben abfangen kann ohne dabei einzustürzen. Im besten Fall kommt es auch nicht zu irreparablen Schäden am Tragwerk. Damit dies gelingt, muss das Tragwerk die Energie der dynamischen Bewegungen des Bebens aufnehmen (Energiedissipation), was in hohem Masse die stählernen Verbindungsmittel leisten, zum Beispiel indem sie sich verformen, ohne dabei zu brechen. Man spricht hier von der Duktilität der Verbindungsmittel. Sie entspricht im Prinzip der Knautschzone von Fahrzeugen. Die Summe aller duktilen Verbindungsmittel in einem mehrgeschossigen Holzbau könnte man bildhaft gesprochen

An einem sieben-geschossigen Gebäude aus Brettspertholz wurden auf dem weltgrößten Teststand eine Reihe starker Erdbeben simuliert.



als Knautschzone des Gebäudes bezeichnen. Solange die äusseren Kräfteinwirkungen kleiner sind als die Fähigkeit dieser Knautschzone, sie durch Verformung zu kompensieren, bleibt das Gebäude stehen. Es wäre nur die halbe Wahrheit, zu behaupten, die Duktilität der Verbindungsmittel macht den Löwenanteil aus, damit ein Ge-

bäude einem Beben standhält. Denn auch Bauteile und ganze Tragstrukturen haben ein bestimmtes Verformungsvermögen, das im Zusammenspiel mit den Verbindungsmitteln einem Einsturz entgegenwirkt. Trag- und Verformungsverhalten der Holzbauteile und deren Verbindungen müssen jedoch genau aufeinander abgestimmt



Foto: INVALSA

werden, damit sich das Gesamtsystem bei einem Erdbeben optimal verhält.

Entscheidende Entwurfsgrundsätze

Bei der Planung haben folgende Punkte Einfluss auf die Erdbebensicherheit eines Gebäudes: die Grundrissgestaltung, das Aussteifungskonzept, die Bauwerkshöhe, die

Tragwerksausbildung, die Wahl der Baumaterialien, die Verteilung der Massen und der Steifigkeiten sowie die Duktilität der Tragstruktur.

Nun sind die massgebenden Kräfte für den Tragwerksentwurf die von einem Erdbeben hervorgerufenen Horizontalkräfte. Ihre Grösse hängt von der bewegten Masse des

ERDBEBENVERSUCH

Siebengeschossiger Holzbau

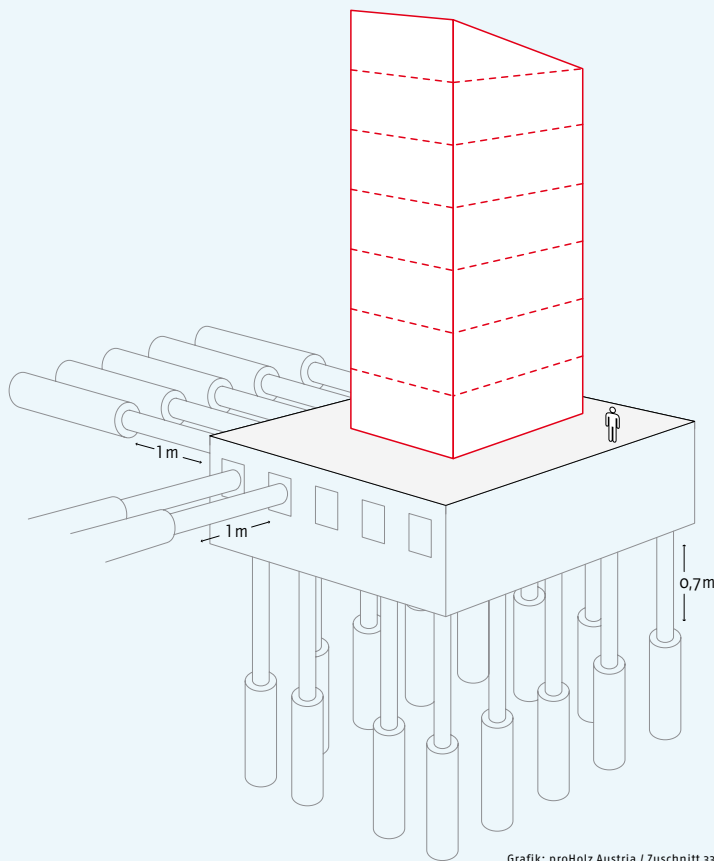
Die strengeren Erdbebenbestimmungen der neuen Tragwerksnormen bilden die realen Gegebenheiten bei Erdbeben als theoretisches Modell ab. Bestätigt oder ergänzt wird es manchmal auch durch praktische Versuche wie zum Beispiel in Japan.

Im National Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) in Miki bei Kobe wurde im Rahmen des Forschungsprojekts SOFIE (Sistema costruttivo FIEmme) des italienischen Forschungsinstituts IVALSA ein siebengeschossiges Holzgebäude auf dem grössten Erdbebentisch der Welt (15 x 20 m) unter anderem den Kräften des schweren Erdbebens von Kobe im Jahr 1995 ausgesetzt. Das 7,5 m breite, 13,5 m tiefe und 23,5 m hohe Gebäude bestand komplett aus Brettspertholz. Wände und Decken wurden mit Stahlformteilen, Nägeln und selbstbohrenden Holzschrauben verbunden. Zuganker koppelten die Wände durch die Deckenplatten hindurch. Der Tisch lässt sich horizontal in beide Richtungen mit einer maximalen Geschwindigkeit von 2 m/s bis zu 1 m bewegen, vertikal mit 70 cm/s bis zu 70 cm. Die Auswirkungen auf den «Probekörper» können dann gemessen und ausgewertet werden.

Die Ergebnisse der Versuchsreihe mit einer ganzen Serie von schweren Erdbebensimulationen waren beeindruckend: Das Gebäude hielt ohne bleibende Verformungen stand. Kleinere Schäden konnten repariert werden, so dass das Gebäudes auch nach den Versuchen vollständig gebrauchstauglich war – von Einsturz keine Spur.

→ www.progettosofie.it

→ www.bosai.go.jp/hyogo/ehyogo/introduction.html



Der so genannte E-Defense-Tisch (Japan) kann Auflasten bis zu 12 000 Tonnen bewegen.

Grafik: proHolz Austria / Zuschnitt 33

Gebäudes ab. Das im Vergleich zur Massivbauweise niedrige Eigengewicht der Holzbauteile wirkt sich hier sehr günstig aus. Das Besondere an diesen Kräften ist, dass sie dynamisch sind und in schnellem Wechsel auftreten. So liegt dem erdbebengerechten Tragwerksentwurf die Erkenntnis zugrunde, dass vor allem diese dynamischen Horizontalkräfte abzutragen sind. Dafür braucht es ein entsprechendes Aussteifungskonzept. Entscheidend dabei ist die Anordnung der aussteifenden Bauteile: Sie sollten entsprechend dem Grundsatz der Regelmässigkeit symmetrisch über den Grundriss und über die Höhe verteilt sein und ähnliche Steifigkeiten haben.

Gleichzeitig ist es wichtig, dass sie ohne Unterbrechung über die gesamte Gebäudehöhe wie ein vertikaler Kragarm – ähnlich einem Baum – durchlaufen, und zwar mit konstantem Querschnitt. So können die Horizontalkräfte aus den starren Deckenscheiben in den Stockwerksübergängen zuverlässig in den «Kragarm» übertragen und ins Fundament eingeleitet werden.

Auch Grundrisse sollten regelmässig sein.

Prinzipiell sind kompakte, also rechteckige oder quadratische Grundrissformen vorteilhaft. Stark aufgelöste, wie zum Beispiel zusammenhängende L-förmige Grundrisse, sollte man vermeiden, da sie unter horizontaler Erdbebeneinwirkung unterschiedliche Steifigkeiten haben. Die beiden Flügel möchten unterschiedlich schwingen, behindern sich aber gegenseitig. Die Folge sind unberechenbare Zusatzbeanspruchungen. Die einfache Lösung: Die beiden Schenkel der L-Form durch eine Fuge voneinander trennen und zwei kompakte, eigenständige Tragwerke ausbilden. Damit lässt sich das Problem umgehen.

Natürlich gibt es noch eine Menge weiterer Grundregeln wie man mehrgeschossige Gebäude erdbebensicher macht. Dass der Holzbau hier viele Vorteile hat, wenn man sie konstruktiv richtig zu nutzen weiss, leuchtet ein. Die beeindruckende Versuchreihe von Erdbebensimulationen im Massstab 1:1 in Japan beweist es (siehe Kasten). Der Film über die Erdbebensimulationen kann auf www.schreinerzeitung.ch angesehen werden.

SJF

ÖKOLOGISCHES MANIFEST Architekten entdecken Verantwortung

Ende März haben Architekten das Manifest «Vernunft für die Welt» unterzeichnet. Die rund 75 Träger der Erklärung bekennen sich darin zu einer besonderen Verantwortung ihrer Profession für eine zukunftsfähigen Entwicklung. «Mit einer intelligenten und zukunftsweisenden Planung und Gestaltung unserer Städte und Bauwerke müssen wir die ökologische Wende erreichen», heisst es im Manifest. Insbesondere sollen der Einsatz von Energie, Material und Boden verringert, umweltschädliche Emissionen vermieden und «der Einsatz von Baustoffen so geplant werden, dass diese nach dem Ende ihrer Nutzung zur Grundlage neuer Produkte werden». Für die Unterzeichner erfordert der Schutz des Klimas ein neues Denken, eine neue Entschlossenheit und eine neue Verbundenheit über alle Grenzen hinaus. Man brauche Ideen, Utopien und Perspektiven, Entschiedenheit, Neugierde und Mut, damit die drohende Veränderung der Welt in Grenzen bleibt.

Nun sind Architekten, Ingenieure, Stadtplaner, Landschafts- und Innenarchitekten aufgerufen, das Manifest zu unterzeichnen und ihren Anspruch öffentlich zu bekunden. Das kann auch online erfolgen. Mit dem Berner Architekten Peter Schürch ist auch ein Schweizer Unterzeichner mit dabei. CH

→ www.klima-manifest.de

Inserat Albiez 1/8 quer