

# Ältere Gebäude für Erdbeben ertüchtigen!

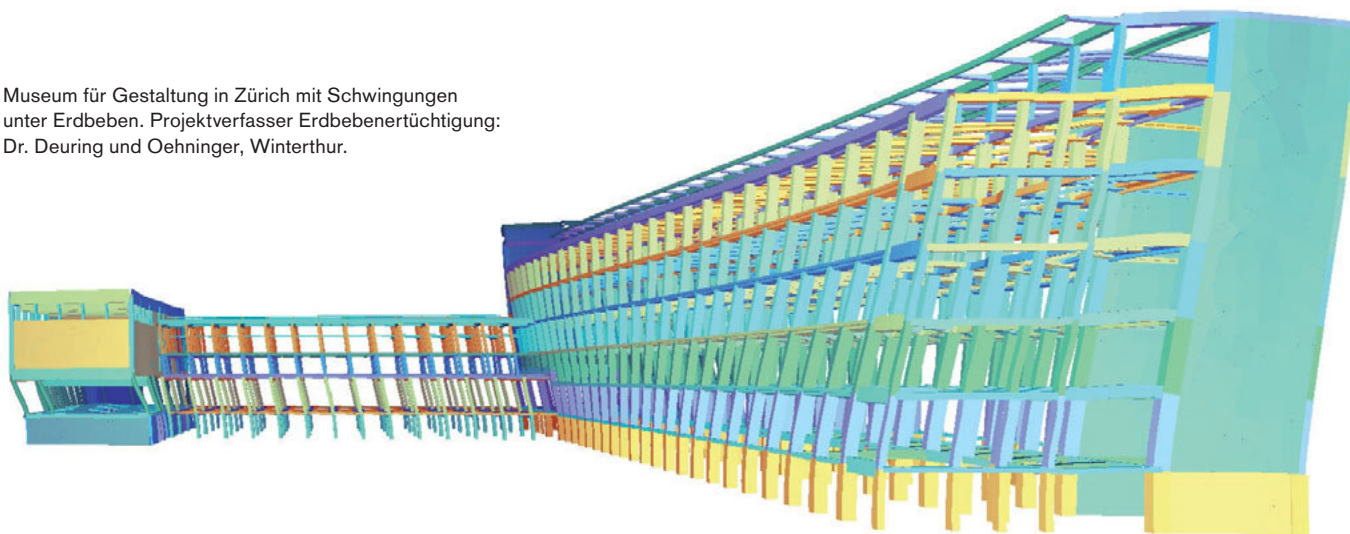
Auch ältere Gebäude müssen in der Schweiz eine bestimmte Erdbebensicherheit aufweisen. Verantwortlich dafür sind der Hauseigentümer und der Architekt als Gesamtleiter. Vor einem Umbau oder einer Instandsetzung lohnt sich eine frühzeitige Überprüfung durch einen spezialisierten Bauingenieur.

Text: Hugo Bachmann\* // Bilder: baudyn.ch

Erdbebenverstärktes Museum für Gestaltung in Zürich. Projektverfasser Erdbebenertüchtigung: Dr. Deuring und Oehninger, Winterthur.



Museum für Gestaltung in Zürich mit Schwingungen unter Erdbeben. Projektverfasser Erdbebenertüchtigung: Dr. Deuring und Oehninger, Winterthur.



### Informative Falblätter

Die Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen hat drei informative Falblätter für Planer und Eigentümer publiziert.

Sie behandeln folgende Themen:

- Ist unser Gebäude erdbebensicher?
  - Erdbebungerechte Neubauten in der Schweiz
  - Erdbebensicherheit von Gebäuden – Rechts- und Haftungsfragen
- Download oder Bestellung unter [www.baudyn.ch](http://www.baudyn.ch).

In allen Regionen der Schweiz können starke Erdbeben auftreten, die Gebäudeschäden bewirken. Schadenbeben gab es zum Beispiel in Siders 1946, Brig 1855, Obwalden 1601 und Basel 1356. Zahlreiche ältere Gebäude haben eine oft sehr ungenügende Erdbebensicherheit, gemessen an den heutigen Anforderungen für Neubauten (Norm SIA 261). Nicht erdbebungerecht erstellte Gebäude sind potenziell einsturzgefährdet und weisen bereits bei relativ schwachen Erdbeben erhebliche Schäden auf. Hinweise auf eine ungenügende Erdbebensicherheit sind zum Beispiel ein in horizontaler Richtung «weiches» Geschoss (soft-storey) oder andere Unregelmässigkeiten im Aufriss, wie keine vertikal durchgehenden Stahlbetonwände, keine Aussteifungen in Obergeschossen usw.

### Wann ist eine Überprüfung nötig?

Vor einem Umbau oder einer Instandsetzung lohnt es sich, möglichst frühzeitig und bereits vor der eigentlichen Projektierung abzuklären, ob das Gebäude genügend erdbebensicher ist. Dazu braucht es einen entsprechend qualifizierten Bauingenieur. Relevante Faktoren sind Art und Umfang der geplanten Eingriffe, die Investitionssumme, der Gebäudewert sowie die Restnutzungsdauer. Bei einem berechtigten Verdacht auf eine geringe Erdbebensicherheit (offensichtlich gravierende Schwachstelle) sollte auf jeden Fall eine Überprüfung der Erdbebensicherheit stattfinden. Für funktional wichtige Gebäude oder solche mit grossem Schadenpotenzial (Bauwerksklassen II und III nach Norm SIA 261) ist eine systematische Überprüfung ausserhalb von Bauvorhaben sinnvoll. So können allenfalls notwendige Massnahmen zur

Verbesserung der Erdbebensicherheit risikogerecht vorausgeplant werden.

### Wer ist für was zuständig?

Für die Sicherheit in seinem Bauwerk ist der Gebäudeeigentümer verantwortlich. Als dessen Vertreter ist der Architekt als Gesamtleiter aufgrund seiner Sorgfaltspflicht zuständig, bei einem Umbauprojekt die Sicherheit planerisch zu berücksichtigen und zu gewährleisten. Der Ingenieur als Fachplaner ist dafür zuständig, das bestehende Tragwerk und allenfalls auch die sekundären Bauteile hinsichtlich Erdbebensicherheit zu beurteilen, notwendige Massnahmen festzulegen und deren korrekte Ausführung sicherzustellen.

Das Erdbebeningenieurwesen ist ein anspruchsvolles Spezialgebiet innerhalb des Bauingenieurwesens. Eine Untersuchung der Erdbebensicherheit setzt sich aus einer konzeptionellen, rechnerischen und konstruktiven Überprüfung des Gebäudes zusammen. Zustandsanalyse, Ermittlung des Tragwiderstandes, Beurteilung der sekundären Bauteile und Ausarbeitung kostengünstiger Massnahmen verlangen Erfahrung und ein vertieftes Verständnis des Erdbebenverhaltens eines Bauwerks. Bei einem bestehenden Gebäude sollte deshalb ein spezialisierter Erdbebeningenieur beauftragt werden. Damit wird sichergestellt, dass der bauliche Aufwand und somit die Gesamtkosten nicht grösser als unbedingt notwendig werden.

### Der Erfüllungsfaktor

Für Neubauten besteht das angestrebte Schutzziel gemäss Norm SIA 261 im Personenschutz, in der Schadensbegrenzung und in der Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit wichtiger Bauwerke. Ein Gebäudeeinsturz ist auszuschliessen. Für bestehende Gebäude gilt die Norm SIA 269/8. Von zentraler Bedeutung ist der sogenannte Erfüllungsfaktor  $\alpha$ . Er beschreibt, in welchem Mass das Tragwerk den rechnerischen Anforderungen an Neubauten bezüglich Erdbebensicherheit entspricht. Erreicht der Erfüllungsfaktor den Wert 1, so genügt das Bauwerk zu 100% den Anforderungen für Neubauten. Ist  $\alpha < 1$ , sind die Anforderungen nur teilweise erfüllt, und Massnahmen sind erforderlich. Bestehende Gebäude ►



«Weiches» Geschoss (Soft-storey): Es fehlen aussteifende Wände im Erdgeschoss. Diese Schwachstelle kommt in der Schweiz oft vor.



Erdbebenverstärktes Wohngebäude in Freiburg i.Ü. mit vier aussen an den Fassaden hochgezogenen schlanken Stahlbetonwänden.

müssen den Mindestanforderungen an die Erdbebensicherheit genügen:  $\alpha = 0,40$  für Schulen und Kindergärten sowie Bauwerke mit bedeutender und lebenswichtiger Infrastruktur,  $\alpha = 0,25$  für alle andern Bauwerke. Sind die Mindestanforderungen erfüllt, sind weitergehende Sicherheitsmassnahmen zu treffen, soweit sie verhältnismässig sind – gemäss der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen möglicher Massnahmenkonzepte.

#### Eine Ertüchtigung kann billig oder teuer sein

Erheblichen Einfluss auf die Kosten einer Erdbebenertüchtigung haben die konstruktiven Randbedingungen der Massnahmen. Objekte mit günstigen Kosten zeichnen sich durch lokal eng begrenzte bauliche Eingriffe aus, wie zum Beispiel ein Fugenschluss oder eine Verstärkung in nur einem Geschoss. Wenn neue Aussteifungselemente über die ganze Höhe notwendig werden, steigen die Kosten an, insbesondere bei einer erforderlichen zusätzlichen Verstärkung der Fundation. Ein grosser Einfluss auf die Kosten ergibt sich bei Gebäuden, die der Bauwerksklasse III zugeordnet sind, also die höchsten Anforderungen an die Erdbebensicherheit in der Schweiz zu erfüllen haben. Eine Beispielsammlung zeigt Kosten, die von weniger als ein Prozent bis zu 30 Prozent des Gebäudewerts reichen können. Bei einer wesentlichen Verstärkung eines

Gebäudes im Rahmen einer Gesamtsanierung sind im Allgemeinen Kosten von drei bis acht Prozent des Gebäudewerts zu erwarten.

#### Beispiel 1 – vertiefte Analyse Museum für Gestaltung Zürich

Das 1933 erstellte Museumsgebäude ist im Inventar der kunsthistorischen Schutzobjekte von überkommener Bedeutung der Stadt Zürich aufgeführt. Das Gebäude ist eine klassische Stahlbeton-Rahmenkonstruktion. Es bildet im Grundriss einen Winkel aus drei Trakten mit unterschiedlichen Höhen. Bei einem Erdbeben wäre nach Berechnungen gemäss den aktuellen Normen des SIA das Gebäude kollabiert. Um das zu verhindern, hätten nach einer ersten Studie mehrere Stahlbetonwände eingebaut werden müssen. Diese hätten jedoch den Charakter des Bestandes empfindlich gestört und auch zu erheblichen Kosten geführt. Eine vertiefte Analyse des Ingenieurbüros Dr. Deuring und Oehninger mittels dynamischer Berechnungen mit Untersuchung des Schwingungsverhaltens zeigte, dass mit relativ geringfügigen Massnahmen eine genügende Erdbebensicherheit des Gesamttragwerks erreicht werden konnte. Bedingung dafür war die kraftschlüssige Verbindung der nur zwei Zentimeter breiten Fugen zwischen den Gebädetrakten. Zudem wurden einige Gebäudeteile durch eingebaute Gewindestangen ertüchtigt. Das Beispiel zeigt, wie eine vertiefte Erdbebenanalyse zu minimalen baulichen Ertüchtigungsmassnahmen mit nur sehr geringen Kosten führen kann.

#### Beispiel 2 – Gesamtverstärkung Wohngebäude in Freiburg i.Ü.

Die drei Wohngebäude mit Mietwohnungen aus den 1970er-Jahren hatten ein offenes Erdgeschoss mit Stützen ohne aussteifende Wände und darüber sieben Geschosse mit tragenden Wänden aus Mauerwerk. Zur Verbesserung der Erdbebensicherheit wurden aussen an den Fassaden vier schlanke Stahlbetonwände fundiert, hochgezogen und in den Decken verankert. So mussten die Bewohnerinnen und Bewohner ihre Wohnung während der Arbeiten nicht räumen. Mit einem Erfüllungsfaktor von 0,5 wurden 50% der heutigen Anforderungen an Neubauten erreicht. Die Erdbebenmassnahmen wurden anlässlich einer allgemeinen Sanierung durchgeführt, und deren Kosten betragen 1,7 Millionen Franken oder 7,4% des Gebäudewerts. ■

\*Der Autor ist Prof. em. ETH, Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen

#### Die Stiftung baudyn

Die Stiftung baudyn bezweckt die Förderung der Kompetenzen in der Praxis und von wissenschaftlichen Tätigkeiten im Gebiet Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen. Alle drei Jahre vergibt die Stiftung den Seismic Award, Architektur- und Ingenieurpreis erdbebensicheres Bauen für mustergültig gestaltete neue, ertüchtigte und aufgestockte Gebäude. Alle zwei Jahre verleiht die Stiftung den Innovationspreis Baudyn Award einen Innovationspreis an eine Persönlichkeit, die sich durch hervorragende Leistungen verdient gemacht hat. Daneben vergibt die Stiftung Stipendien an jüngere Ingenieure und publiziert Informationsmaterial in ihrem Fachbereich.