

# «erdbebenschwache» gebäude ertüchtigen!

Text: Hugo Bachmann Bilder baudyn.ch

In der Schweiz müssen auch ältere Gebäude 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 Erdbebeningenieur.

Starke Erdbeben, die Gebäudeschäden bewirken, treten in allen Regionen der Schweiz auf. 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 erdbebengerecht 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 soll eine Überprüfung stattfinden?

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 Ingenieur. 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 Schadenspotenzial (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 wofür verantwortlich?

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 anspruchs-



**Erdbebenverstärktes Schulhaus in Monthey VS, ausgezeichnet mit dem Architektur- und Ingenieurpreis erdbebensicheres Bauen 2012 der Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen. Projektverfasser: Kurmann & Crétton SA, Monthey, (Foto: Philomène Hoël, Eiko Frenzel).**



**Erdbebenverstärkte Schulanlage Feldli in St.Gallen: Zwei neue Stahlbetonwände ausserhalb des bestehenden Gebäudes wirken stabilisierend. Projektverfasser: Conzett Bronzini Partner AG, Chur**

volles 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 Erdbehavehaltens 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 er  $\alpha < 1$ , sind die Anforderungen nur teilweise

erfüllt, und Massnahmen sind erforderlich. Bestehende Gebäude 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.

**Kosten von Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit**

Erheblichen Einfluss auf die Kosten 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 1 Prozent bis zu 30 Prozent des Gebäudewerts reichen können. Bei einer wesentlichen



vorher



nacher



**Erdbebenverstärktes Gymnasium Neufeld Bern: Trennfuge geschlossen, Grundriss vor und nach der Ertüchtigung.**





«Weiches» Geschoss (soft-storey): Keine aussteifenden Wände im Erdgeschoss. Diese Schwachstelle kommt in der Schweiz oft vor. (Foto: J.K. Nakata, United States Geological Survey).

Verstärkung eines Gebäudes im Rahmen einer Gesamtsanierung sind im Allgemeinen Kosten von 3 bis 8 Prozent des Gebäudewerts zu erwarten.

**Beispiel 1 – lokale Massnahme Gymnasium Neufeld in Bern**

Das 1965 erstellte Gebäude besteht aus Untergeschoss, Erdgeschoss und vier Obergeschossen. Stahlbetonstützen und zwei Stahlbetonliftkerne bilden das Tragwerk. Ursprünglich wurde das Gebäude in zwei Hälften unterteilt (über alle Geschosse). Jede Hälfte war exzentrisch mit einem Liftkern ausgesteift. Die starke Exzentrizität ergab bereits für geringe Erdbebeneinwirkungen eine Absturzgefahr an der Trennfuge. Als einzige Massnahme wurde die Trennfuge in der Gebäudemitte geschlossen. So entstand ein symmetrisch ausgesteiftes Gesamtsystem, das Erdbebenwirkungen viel besser widerstehen kann. Der Erfüllungsfaktor betrug nun 0,5, das heisst, es wurden 50 % der heutigen Anforderungen für Neubauten erfüllt. Eine Verbesserung darüber hinaus wäre mit unverhältnismässigen Kosten verbunden gewesen. Die Erdbebenmassnahmen fanden im Rahmen einer Gesamtsanierung des Gebäudes nach 40 Jahren Nutzung statt. Die «erdbebenbedingten» Kosten betragen 0,3 Millionen Franken oder 0,7 % des Gebäudewerts.

**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.

**Alles Wissenswerte**

Die Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen hat drei informative Faltblätter für Planer und Eigentümer publiziert. Sie behandeln folgende Themen:

- Ist unser Gebäude erdbebensicher?
- Erdbebugerechte Neubauten in der Schweiz
- Erdbebensicherheit von Gebäuden – Rechts- und Haftungsfragen

Alle drei Faltblätter können unter [www.baudyn.ch](http://www.baudyn.ch) heruntergeladen oder bei der Stiftung postalisch bestellt werden.

**Der Erdbebensicherheit verpflichtet**

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 Architektur- und Ingenieurpreis für mustergültig gestaltete neue, ertüchtigte und aufgestockte Gebäude. Alle zwei Jahre verleiht baudyn einen Innovationspreis an eine Persönlichkeit, die sich durch ihre Leistungen verdient gemacht hat. Daneben vergibt die Stiftung Stipendien an jüngere Ingenieure und publiziert Informationsmaterial in ihrem Fachbereich.

Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen  
 Fondation pour la Dynamique des Structures et le Génie Parasismique  
 Fondazione per la Dinamica Strutturale e l'Ingegneria Sismica

