

Der gute Ton

Ein Sonderheft über den Ziegel.

Wünsch Dir was: Backstein ist die Antwort auf zahlreiche Anforderungen. **Dach:** Der Ziegel und die Verdichtung. **Energie:** Stein als Wärmespeicher **Gesundheit:** Gutes Klima dank Ton. **Praxistest:** Das Naturlabor im Melchtal. **Historie:** Zeitreise eines Baumaterials.





Gründerzeithaus in Wien.

Mauerwerk unter Erdbebenbeanspruchung

Um bestehende Bauwerke erfolgreich gegen Erdbeben zu sichern, wird ein Verfahren benötigt, welches die Eigenschaften des Baustoffs Mauerwerk und das Verhalten von Mauerwerksgebäuden zutreffend vorhersagen kann. Text: Daniel Gass // Fotos: zvg.

Aus der Sicht von statischen Berechnungen unterscheidet sich das Mauerwerk von anderen Baustoffen wie Stahl oder Stahlbeton vor allem dadurch, dass keine Zugkräfte übertragen werden können. In rein statischen Berechnungen ist diese Eigenschaft nur in Einzelfällen von Bedeutung, unter Erdbebenbeanspruchung ist aber die Annahme eines linearelastischen Materialverhaltens oft sehr stark auf der sicheren und damit unwirtschaftlichen Seite.

Berechnungsverfahren

Erdbebenberechnungen sind weit verbreitet. Insbesondere das Antwortspekt-

ren-Verfahren liefert für viele Bauten gute Ergebnisse. Oft wird dabei aber der Einfluss des Mauerwerks auf das horizontale Tragverhalten des Gebäudes vernachlässigt, was insbesondere bei bestehenden Bauten erhebliche Kostenfolgen verursachen kann.

Verformungsbasierte und nichtlineare Berechnungsverfahren sind in der Lage, die Materialeigenschaften von Mauerwerk wirklichkeitsnah zu berücksichtigen und führen so in vielen Fällen zu wirtschaftlicheren Lösungen, ohne Einbußen in der Erdbebensicherheit in Kauf zu nehmen. Werden verformungsbasierte Verfahren in der Praxis angewendet,

handelt es sich meist um das PushOver-Verfahren, welches mit entsprechenden Hilfsmitteln auch mit überschaubarem Rechenaufwand angewendet werden kann.

Nichtlineares Gebäudeverhalten

Die linear-elastischen Materialgesetze – welche das statische Tragverhalten von Gebäuden meist zutreffend abbilden – sind im Erdbebenfall nur noch sehr eingeschränkt gültig. Das PushOver-Verfahren berücksichtigt diese Nichtlinearitäten – z. B. Zugausschluss im Mauerwerk, Rissbildung – als integralen Bestandteil der Berechnung. Bei der An-

wendung von kraftbasierten Verfahren kann dies nur über den willkürlich festgelegten Verhaltensbeiwert erfolgen. Das PushOver-Verfahren kann daher Schnittkraftumlagerungen berücksichtigen und so plastische Traglastreserven mobilisieren. Die so berechnete Erdbebensicherheit berücksichtigt weitgehend das tatsächliche Verhalten des betrachteten Gebäudes.

Kostenoptimierung mit PushOver

Um ungünstige Abweichungen bei der Abschätzung der plastischen Verformungen zu vermeiden, wird der Verhaltensbeiwert für kraftbasierte Verfahren als unterer Grenzwert festgelegt und führt somit in vielen Fällen zu einer Unterschätzung der Erdbebensicherheit. Wird eine verformungsbasierte Berechnung verwendet, kann die Erdbebensicherheit oft mit weniger umfangreichen Massnahmen erreicht werden. In einigen Fällen können Massnahmen zur Erdbebensicherung sogar gänzlich entfallen, auch wenn kraftbasierte Verfahren eine ungenügende Erdbebensicherheit ermitteln.

PushOver in der Praxis

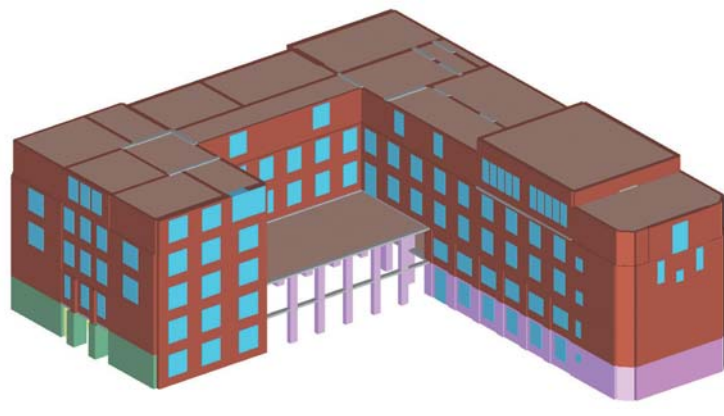
Für reale Gebäude erfordern PushOver-Berechnungen einen beträchtlichen Rechenaufwand. Um diesen zu bewältigen, kommen in der Regel Computer-Programme zur Anwendung. 3muri ist die führende Software für Push-Over-Berechnungen an Mauerwerks- und Mischbauten in Europa. Sie ermöglicht es dem Bauingenieur, mit minimalem Aufwand ein Gebäude zu modellieren und dank den eingesetzten Makroelementen in kürzester Zeit zu berechnen. Mit 3muri können dank der einfach verständlichen Benutzeroberfläche auch komplexe Gebäude sehr schnell und zuverlässig beurteilt werden. Das PushOver-Verfahren wird weltweit seit mehreren Jahrzehnten für die Erdbebenberechnung von Hochbauten eingesetzt. Im deutschsprachigen Raum verbreitet sich dieses Verfahren jedoch erst seit einigen Jahren.

Wunderheilmittel PushOver

PushOver-Berechnungen ermöglichen eine schnelle und wirklichkeitsnahe Beur-



3muri | Place d'Armes, Bière | DMA Ingénieurs SA, 1700 Fribourg.



Schulhaus Hohe Promenade, Zürich.

teilung der Erdbebensicherheit von Gebäuden und können die Kosten für eine Erdbebenertüchtigung stark reduzieren. Trotzdem ist das PushOver-Verfahren kein Wunderheilmittel gegen Massnahmen zur Erdbebensicherung. Das PushOver-Verfahren berücksichtigt ein sehr realistisches Gebäudeverhalten und beinhaltet daher kaum verfahrensbedingte Reserven bei der Berechnung der Erdbebensicherheit. Insbesondere bei bestehenden Bauten ist daher eine sorgfältige Beurteilung des vorhandenen Tragsystems und der Materialeigenschaften von grosser Bedeutung.

Fazit

Dem Ingenieur stehen verschiedene Verfahren zur Erdbebenberechnung zur Ver-

fügung, jedoch ist nicht jedes Verfahren im gleichen Mass für die Erdbebenberechnung eines bestimmten Gebäudes geeignet. Insbesondere bei Gebäuden in Mauerwerk sollte ein Verfahren gewählt werden, welches das Materialverhalten dieses speziellen Baustoffs realistisch abbilden kann. Das PushOver-Verfahren ist mittlerweile weit verbreitet und kann dank leistungsfähiger Software wie 3muri mit geringem Arbeitsaufwand durchgeführt werden. Trotz leistungsstarker Programme ist jedoch die Fachkenntnis des Ingenieurs von grosser Bedeutung und entscheidet letztlich über den Erfolg der Erdbebensicherung.

www.ingware.ch

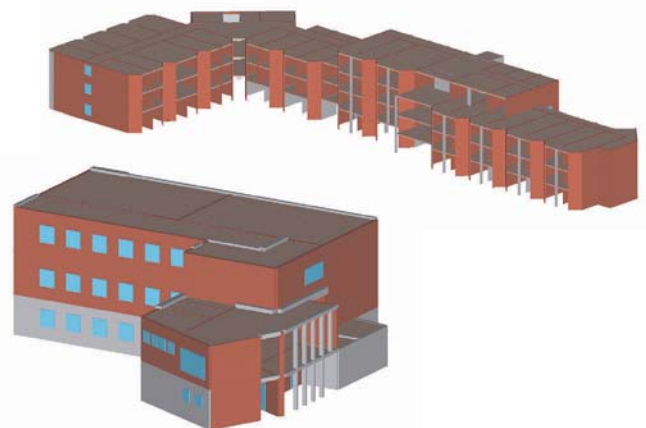
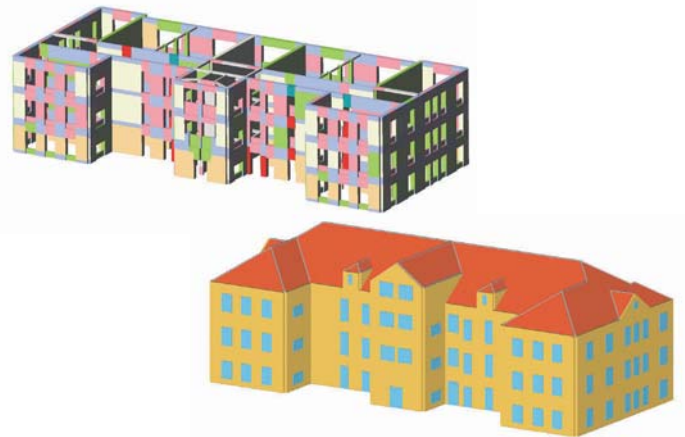
Verformungsbasierter Erdbebennachweis



3muri ermöglicht die verformungsbasierte Erdbebenberechnung von Gebäuden in Mauerwerk oder in Mischbauweise nach dem PushOver-Verfahren.

- Einfache Bedienung durch Eingabe im Grundriss
- Berücksichtigung von steifen oder weichen Geschossdecken

- Berücksichtigung der nichtlinearen Eigenschaften von Mauerwerk, Stahl und Stahlbeton
- Berechnung und Beurteilung nach SIA 261/2018, EC8, ONR 24009
- Schnelle Beurteilung der Erdbebensicherheit
- Erwiesene Ergebnis-Qualität des Verfahrens anhand zahlreicher Nachrechnungen



IngWare GmbH · CH-8703 Erlenbach · fon +41 (44) 910 34 34
www.ingware.ch · info@ingware.ch

