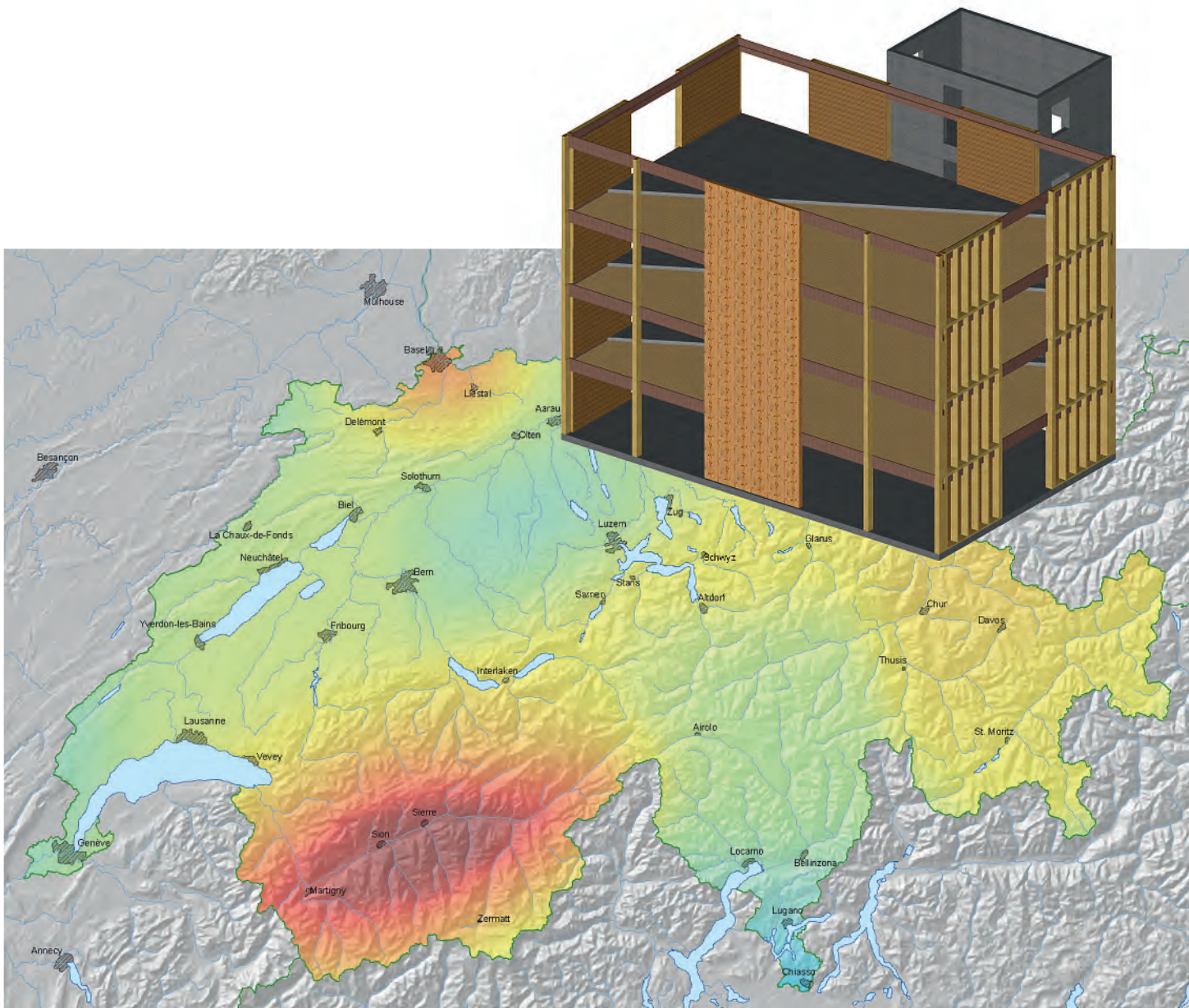


Erdbebengerechtes Entwerfen und Konstruieren von mehrgeschossigen Holzbauten



Inhalt

Diese Publikation entstand mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung sowie des Förderprogramms Holz 21 des Bundesamts für Umwelt BAFU.

Projektpartner

SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SGEB Schweizer Gesellschaft für Erdbeningenieurwesen und Baudynamik
usic Schweizerische Vereinigung Beratender Ingenieurunternehmungen
HEV Hauseigentümerverband Schweiz

Autoren

Pirmin Jung, Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau GmbH
René Steiger, Empa, Abteilung Holz
Thomas Wenk, Wenk Erdbeningenieurwesen und Baudynamik GmbH

Fachlektoren

Andrea Bernasconi, heig-vd/ HES-SO
Alessandro Dazio, ETH Zürich – Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK)
Konrad Merz, merz kley partner

Ergänzend zu diesem Lignatec ist ab Mitte 2009 bei Lignum eine umfassende Dokumentation «Erdbebenberechtete mehrgeschossige Holzbauten» erhältlich, in welcher die Grundlagen zum Erdbeben, die Tragwerksanalyse und Bemessung, ein Anwendungsbeispiel und die Ermittlung der horizontalen Steifigkeit von Tragwerken in Holz dargestellt werden.

Seite	3	1	Einleitung
	4	2	Prinzipien des erdbebenberechtigten Entwurfs
		2.1	Enge Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur
		2.2	Konstruktiv einfache, duktile und robuste Tragwerke wählen
		2.3	Regelmässigkeit des Tragsystems im Grundriss
		2.4	Steifigkeitszentrum möglichst nahe beim Massenzentrum
		2.5	Regelmässigkeit des Tragsystems im Aufriss
		2.6	Deckenscheiben
		2.7	Nicht tragende Bauteile
		2.8	Foundation
	9	3	Eigenschaften des Baustoffs Holz
	10	4	Verbindungen
		4.1	Verbindungsarten mit Duktilitätsmass $D_s = 1 \dots 2$
		4.2	Verbindungsarten mit Duktilitätsmass $D_s > 3$
	14	5	Anschlüsse und Verankerungen
	15	6	Aussteifende Wandsysteme im Holzbau
	18	7	Steifigkeit unterschiedlicher Holzbausysteme
		7.1	Steifigkeit unterschiedlicher Wandsysteme
		7.2	Steifigkeit unterschiedlicher Deckensysteme
	21	8	Informationsquellen
		8.1	Normen, Dokumentationen und Merkblätter des SIA
		8.2	Literatur
		8.3	Informationsquellen in der Schweiz zu Erdbeben
		8.4	Projekträger
	24		Impressum

1 Einleitung

Mit dem Vordringen in den Bereich mehrgeschossiger Bauten und den strengeren Erdbebenbestimmungen in den neuen Tragwerksnormen stellt sich auch beim Holzbau die Frage der Erdbebensicherheit. Meist genügt die Einhaltung einfacher Entwurfsregeln. Für Neubauten bedeutet dies, dass beim Gebäudeentwurf die Grundsätze des erdbebengerechten Entwurfs eingehalten werden, die spezifisch auf den zyklisch dynamischen Charakter der Einwirkung Erdbeben und auf das nicht elastische Tragwerksverhalten ausgelegt sind. Wenn diese Grundsätze eingehalten sind, gelingen die rechnerischen Nachweise meist ohne Mehraufwand.

Ziel des erdbebengerechten Entwurfs ist es, konzeptionelle und konstruktive Schwachstellen zu vermeiden. Die Beachtung der Grundsätze des erdbebengerechten Entwurfs lenkt das Schwingungsverhalten des Gebäudes während eines Erdbebens in engere Bahnen und reduziert die Unschärfen zwischen Berechnungsmodell und realem Tragwerksverhalten. Das Erdbebenverhalten wird zuverlässiger berechenbar.

Die Stärke eines Erdbebens kann nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden. Man kann davon ausgehen, dass Bauwerke mit einem erdbebengerechten Entwurf auch bei Erdbebenstärken über dem Bemessungsbeben ein akzeptables Verhalten zeigen. Gerade bei der in der Schweiz vorherrschenden

niedrigen bis mittleren Seismizität kann der Unterschied zwischen dem Bemessungsbeben und der maximal möglichen Erdbebenstärke sehr gross werden. Deshalb empfiehlt es sich besonders hier, die Prinzipien des erdbebengerechten Entwerfens einzuhalten.

Die Beachtung der wichtigsten Grundsätze für die erdbebengerechte Auslegung des Tragwerks wie Einfachheit, Regelmässigkeit und Redundanz (Schaffung alternativer Lastpfade durch parallel wirkende Tragsysteme) lassen ein robustes Bauwerk mit kleiner Schadensanfälligkeit bei Erdbeben entstehen.

Je nach Erdbebenzone und Baugrundklasse kann das Erdbeben bereits bei relativ niedrigen Gebäuden für die Bemessung massgebend werden (Figur 1). Bauwerke mit offenen Erdgeschossen (Figur 2), etwa mit einer Aussteifung aus ganz wenigen, schlanken Bauteilen oder aus Stahlzugkreuzen und relativ steifen oberen Geschossen oder mit versetzten Geschossen, können problematisch sein.

Figur 1:
Grosse Auskragungen sind je nach Erdbebenzone auch bei Einfamilienhäusern speziell zu untersuchen.



Figur 2:
Bauten mit offenen Erdgeschossen müssen speziell auf Erdbeben untersucht werden.



2 Prinzipien des erdbebenberechtigten Entwurfs

Nachfolgend sind die Prinzipien des erdbebenberechtigten Entwurfs spezifisch für Holzbauten in Anlehnung an [1, 2] und die Norm SIA 261 (2003) zusammengestellt.

2.1 Enge Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur

Fehler und Mängel im konzeptionellen Entwurf können durch eine noch so ausgeklügelte Berechnung und Bemessung durch den Ingenieur nicht gleichwertig kompensiert werden. Architekt und Ingenieur haben deshalb das Bauwerk gemeinsam zu entwerfen und achten bereits in der Startphase der

Projektierung auf eine erdbebenberechte Gesamtkonzeption sowie auf eine auf Erdbeben abgestimmte konstruktive Gestaltung und Baustoffwahl der tragenden und der nicht tragenden Teile.

2.2 Konstruktiv einfache, duktile und robuste Tragwerke wählen

Unter Einfachheit eines Tragwerks versteht man das Vorhandensein von eindeutigen und direkten Wegen für die Abtragung der Erdbebenkräfte in den Baugrund. Modellbildung, Berechnung, Dimensionierung und konstruktive Durchbildung von einfachen Tragwerken sind mit weniger Unsicherheiten behaftet. Dadurch wird die Berechenbarkeit verbessert und die Gefahr lokaler Überbeanspruchungen reduziert.

Mehrgeschossige Holzbauten bestehen aus vielen Einzelteilen, die steifer oder weniger steif miteinander verbunden sind. Massivholzbauten aus grossflächigen, mehrlagigen Massivholzplatten sind steifer und besitzen weniger Bereiche, die duktil ausgebildet werden können, als Rahmenbauten. Das Trag- und Verformungsverhalten der einzelnen Holzbauteile und deren Verbindungen müssen genau aufeinander abgestimmt werden, damit sich das Gesamtsystem bei Erdbeben optimal verhält.

Das Trag- und Verformungsverhalten eines Tragwerks hängt einerseits von den Baustoffeigenschaften der Holzbauteile (Holzwerkstoffplatte, Vollholzbauteil, Rahmen, Fachwerk usw.) ab und andererseits von den Verbindungen, welche die einzelnen Holzbauteile zusammenhalten. Während die üblichen Holzbauteile ein sprödes Bruchverhalten zeigen, können Verbindungen bei richtiger konstruktiver Gestaltung ein duktiles Bruchverhalten aufweisen. Damit sich das gesamte Holztragwerk duktil verhält, müssen die Tragwiderstände der Verbindungen und der Holzbauteile derart aufeinander abgestimmt sein, dass unter Erdbebeneinwirkung die Verbindungen plastifizieren, bevor eines der übrigen Bauteile spröde versagt.

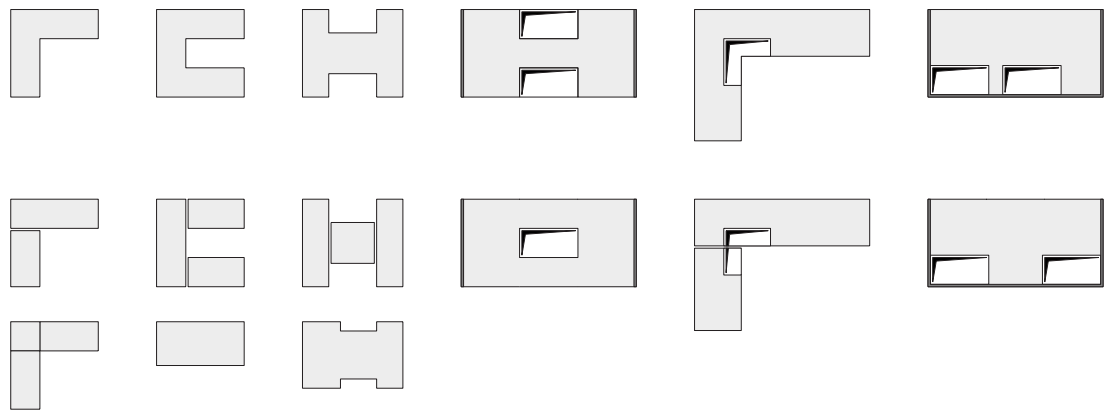
Ein robustes Tragwerk zeichnet sich dadurch aus, dass Schädigungen oder ein Versagen auf ein Ausmass begrenzt bleiben, das in einem vertretbaren Verhältnis zur Ursache steht. Robustes Verhalten zeigen redundante und duktile Systeme. Dies kann beim Konzept der Tragstruktur berücksichtigt werden, indem beim Versagen eines Tragelementes Kettenreaktionen durch Überbelastung der benachbarten Elemente vermieden werden. Werden alle Tragelemente auf dasselbe Versagensniveau ausgelegt, kollabiert das Gesamtsystem, wenn das erste Element versagt, da alle anderen Elemente sofort überlastet sind. Bei Erdbeben heisst Robustheit unter anderem, dass ein Versagen eines Tragwerkteiles einen weiteren Tragwerksteil nicht direkt mitreisst. Dies lässt sich durch Anordnung von erdbebenberechtigt ausgebildeten Fugen erzielen. Robustheit bedeutet beispielsweise auch, dass nach dem Versagen der steifen Aussteifungen wegen Überbelastung weitere und weichere Aussteifungselemente immer noch ausreichende Tragreserven besitzen, damit es nicht zum Gesamtversagen kommt.

2.3 Regelmässigkeit des Tragsystems im Grundriss

Mit einer regelmässigen und kompakten Gestaltung der Gebäude im Grundriss und mit der symmetrischen Ausbildung in beiden orthogonalen Richtungen kann ein gutes Erdbebenverhalten sichergestellt werden (Figur 3). Ein Tragsystem ist gemäss Norm SIA 261 (2003) als regelmässig zu betrachten, wenn die in Ziffer 16.5.1.3 der Norm definierten Anforderungen eingehalten sind:

- Bezüglich Horizontalsteifigkeit und Massenverteilung ist das Bauwerk hinsichtlich zweier orthogonaler Richtungen ungefähr symmetrisch im Grundriss.
- Die Grundrissform des Bauwerks ist kompakt. Die Gesamtabmessungen von rückspringenden Ecken oder Aussparungen sind nicht grösser als 25% der gesamten äusseren Grundrissabmessung des Bauwerks in der entsprechenden Richtung.
- Die Steifigkeit der Decken in ihren Ebenen ist gross im Vergleich zur Horizontalsteifigkeit der vertikal tragenden Bauteile.

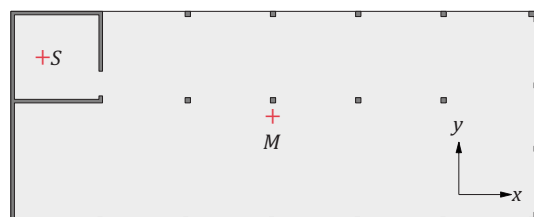
Figur 3:
Optimierte Gebäudeformen im Grundriss und Anordnungen von Aussparungen in Deckenscheiben.
Oben: ungünstige Planung
Unten: bessere Planung



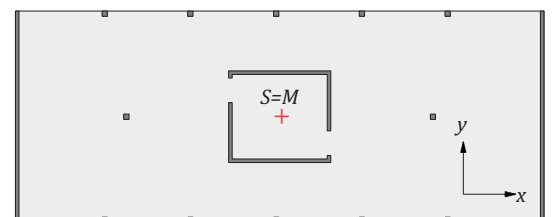
2.4 Steifigkeitszentrum möglichst nahe beim Massenzentrum

Jedes Gebäude hat in der betrachteten Grundrissebene ein Massenzentrum M (den «Schwerpunkt» aller darüber liegenden Massen) und ein Steifigkeitszentrum S (einen «Schwerpunkt» der Steifigkeiten aller an der horizontalen Aussteifung beteiligten vertikalen Tragelemente). Die Anordnung der Tragelemente zur Abtragung der horizontalen Erdbe-

benkräfte im Grundriss muss zum Ziel haben, das Steifigkeitszentrum S mit dem Massenzentrum M möglichst in Übereinstimmung zu bringen, um eine geringe Torsionsbeanspruchung des Gesamtsystems zu erreichen.



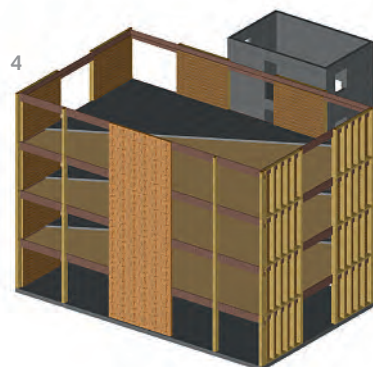
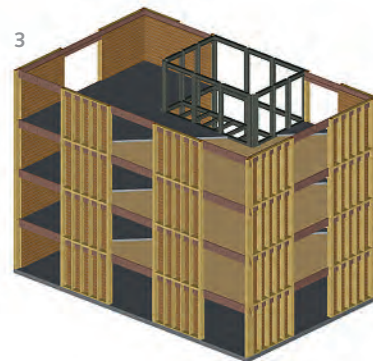
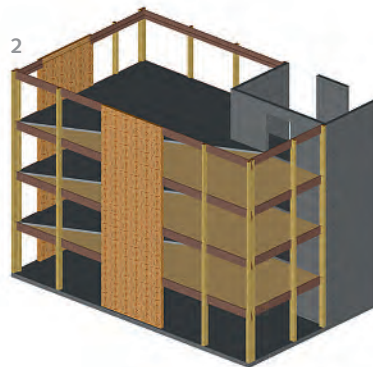
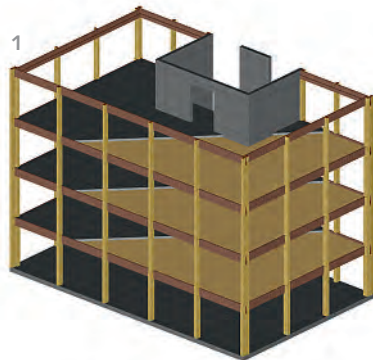
Figur 4:
Massen- und Steifigkeitszentrum nicht deckungsgleich:
Es resultieren starke Torsionskräfte.



Figur 5:
Massen- und Steifigkeitszentrum deckungsgleich:
Es entsteht kaum Torsion aus Erdbeben.

Figur 6:
Mögliche Anordnungen von Aussteifungselementen bei mehrgeschossigen Holzbauten:

- 1 Massives Treppenhaus:
Das betonierte Treppenhaus dient als Aussteifung.
- 2 Massives Treppenhaus:
Die Hauptaussteifung erbringt das betonierte Treppenhaus. Über einzelne, weit aussen liegende, steif ausgebildete Holztragwände können eventuell Torsionsmomente ausgeglichen werden.
- 3 «Weiches» Treppenhaus (z. B. nicht aussteifende Stahlkonstruktion): Die Aussteifung wird mit der Holzkonstruktion sichergestellt, eventuell in Verbindung mit dem «weichen» Treppenhaus.
- 4 Externes Treppenhaus, Erschliessung über Laubengänge: Die Aussteifung erfolgt einzig durch die Holzkonstruktion.



Holzbauten werden oft in Mischbauweise erstellt (Figur 6). Unter anderem werden mehrgeschossige Holzbauten ab vier Geschossen aufgrund der brandschutztechnischen Anforderungen mit massiven Treppenhäusern oder mit aussen liegenden Laubengängerschliessungen ausgeführt. Die massiven Treppenhäuser sind oftmals viel steifer und weisen ein anderes Verformungsverhalten über die Gebäudehöhe auf als die Wandkonstruktionen in Holzbauweise. Exzentrisch angeordnete Massivbauteile erzeugen starke Torsionsbeanspruchungen. Solche Grundrisse sind ungünstig bezüglich Erdbebenverhalten und grundsätzlich zu vermeiden. Unabhängig von der planmässigen Torsion ist in jedem Fall ein torsionssteifes Aussteifungssystem mit möglichst weit auseinander liegenden Tragwänden vorzusehen. Es sind stets mindestens drei Tragwände anzuordnen, deren Achsen im Grundriss keinen gemeinsamen Schnittpunkt aufweisen. Ausserdem sollten im Minimum zwei über sämtliche Geschosse durchlaufende Aussteifungselemente (z. B. Tragwände) pro Hauptrichtung des Grundrisses angeordnet werden.

2.5 Regelmässigkeit des Tragsystems im Aufriss

Eine regelmässige Gestaltung der horizontalen Aussteifungselemente im Aufriss mit möglichst stetiger Verteilung von Steifigkeit und Tragwiderstand über die gesamte Bauwerkshöhe ist für eine erdbebengerechte Gebäudeaussteifung von zentraler Bedeutung. Viele Einstürze von Gebäuden im Erdbebenfall sind darauf zurückzuführen, dass Aussteifungselemente, so etwa Wände in den Obergeschossen, im Erdgeschoss weggelassen oder durch Stützen ersetzt wurden. Horizontal weiche Geschosse sind zu vermeiden. Die Abstufung der Tragwiderstände in den Aussteifungen soll dem Verlauf der Beanspruchung über die Gebäudehöhe folgen und darf keine groben Sprünge aufweisen. Insbesondere sind horizontale Versetzungen der Aussteifungen zu vermeiden. Die Norm SIA 261 (2003) definiert die Anforderungen an die Regelmässigkeit im Aufriss in Ziffer 16.5.1.4 wie folgt:

- Alle an der Aussteifung beteiligten Bauteile wie Kerne, Tragwände oder Rahmen verlaufen ohne Unterbrechung vom Fundament bis zur Oberkante des Bauwerks oder Bauwerksteils.
- Die Horizontalsteifigkeit, der Tragwiderstand für Horizontalkräfte und die Masse der einzelnen Geschosse bleiben über die Höhe des Bauwerks konstant oder verringern sich allmählich, ohne sprunghafte Veränderungen, von unten nach oben (Ausnahme: Übergang in Untergeschosse bzw. Übergang zwischen Massiv- und Holzbau).

2.6 Deckenscheiben

Unabhängig vom Deckensystem ist im Holzbau den Anschlüssen zwischen Decken und tragenden Wandscheiben besondere Beachtung zu schenken. Die Anschlüsse sind auf die horizontalen Erdbebenkräfte zu bemessen, und die vertikale Lastabtragung ist konstruktiv sicherzustellen.

Stahlbetondecken sind in ihrer Ebene sehr steif. Deshalb erfolgt die Erdbebenberechnung von Gebäuden üblicherweise unter Annahme starrer Deckenscheiben. Holzbeton-Verbunddecken zeigen ein ähnliches Verschiebeverhalten wie Stahlbetondecken und dürfen daher analog bemessen werden.

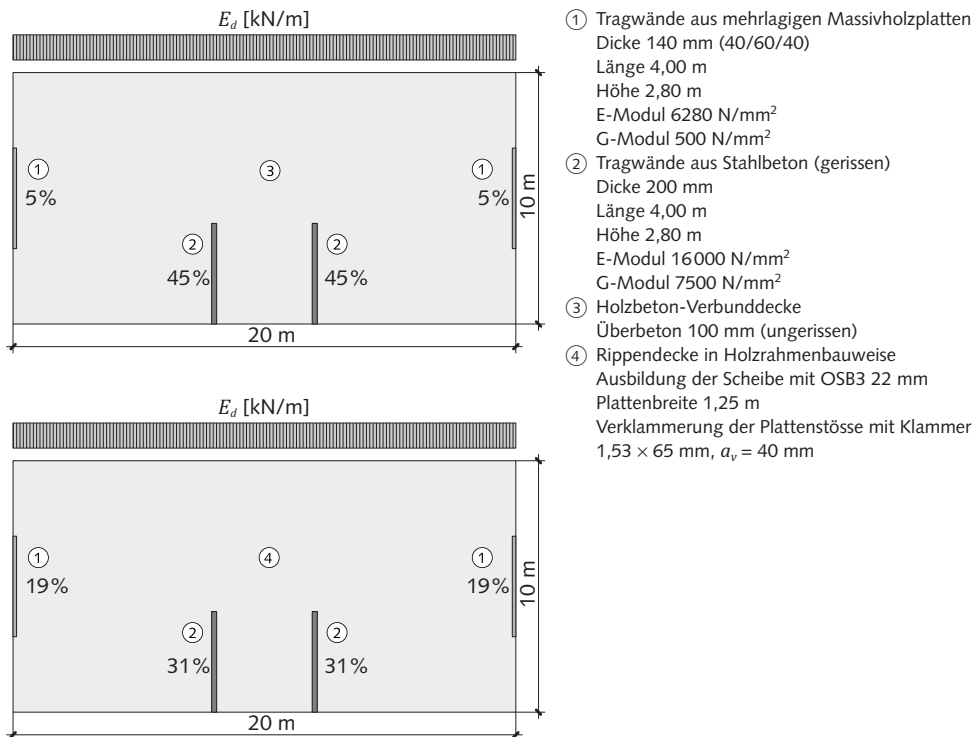
Reine Holzdecken sind in ihrer Ebene je nach Ausbildung weniger steif als Stahlbetondecken. Die Annahme starrer Deckenscheiben ist in der Regel nicht zutreffend. Folglich muss für die Aufteilung der horizontalen Ersatzkräfte auf die tragenden Wandscheiben die Nachgiebigkeit der Decken berücksichtigt werden.

- In einfachen Fällen mit symmetrisch angeordnetem Aussteifungssystem und Tragwänden, welche in horizontaler Richtung gleich steif sind, kann jeder Wandscheibe die Ersatzkraft entsprechend der zugehörigen Deckeneinzugsfläche zugewiesen werden.
- Falls horizontal unterschiedlich steife Tragwände angeordnet werden oder bei komplexen Grundrissen mit unsymmetrischem Aussteifungssystem ist eine räumliche Modellierung unter Berücksichtigung der Decken- und Wandsteifigkeiten erforderlich.

Grundsätzlich ist die Deckensteifigkeit bei der Tragwerksanalyse mit der effektiven Steifigkeit zu berücksichtigen. Bei steifen Deckenscheiben kann das Ersatzkraftverfahren angewandt werden. Bei weichen Deckensystemen ist das Antwortspektrenverfahren mit einem räumlichen Tragwerksmodell anzuwenden, wobei die Decken mit den effektiven Steifigkeiten berücksichtigt werden.

Als Beispiel zeigt Figur 7 den Einfluss der unterschiedlichen Deckensteifigkeit auf die Verteilung der Beanspruchungen in den aussteifenden Tragwänden. Die Rippendecke in Holzrahmenbauweise weist gegenüber der Holzbeton-Verbunddecke eine viel geringere Steifigkeit auf, so dass die gegenüber den Stahlbetonwänden nachgiebigeren Wände aus mehrlagigen Massivholzplatten einen viel grösseren Anteil der Ersatzkräfte (je 19% statt 5%) abtragen, als dies bei einer sehr steifen Deckenscheibe der Fall wäre.

Figur 7: Aufteilung der horizontalen Einwirkungen auf die aussteifenden Wände unter Berücksichtigung der Steifigkeit der Deckenscheibe in ihrer Ebene. Pro Tragwand ist der Anteil an der gesamten Querkraft angegeben, welche durch die Decke eingeleitet wird.



2.7 Nicht tragende Bauteile

Holztragwerke sind in Horizontalrichtung relativ weich und erfahren deshalb unter Erdbebeneinwirkung wesentlich grössere Verformungen als Massivbauten. Verformungsempfindliche, nicht tragende Bauteile wie Zwischenwände oder Fassadenelemente können bereits bei schwachen Erdbeben erhebliche Schäden erleiden. Grundsätzlich verlangt die Norm SIA 260 (2003) den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ausschliesslich für Bauwerke der Bauwerksklasse III, welche üblicherweise nicht in

Holz realisiert werden. Im Einzelfall kann es auch bei der Bauwerksklasse I oder II sinnvoll sein, die Gebrauchstauglichkeit für nicht tragende Bauteile nachzuweisen.

Nicht tragende Bauteile sind konstruktiv beispielsweise durch Fugen derart auszubilden, dass sie die Verformungen des Tragwerks infolge Erdbebeneinwirkung nicht behindern. Ferner sind sie in den horizontalen Richtungen am Tragwerk zu verankern.

2.8 Foundation

Die Abtragung der Erdbebenkräfte in den Baugrund ist durch eine fachgerecht ausgebildete Foundation sicherzustellen. Günstig für das Erdbebenverhalten sind steife Untergeschosse aus Stahlbetonwänden und -decken auf einer massiven Fundamentplatte. Zu vermeiden sind Einzelfundationen sowie Fundationen auf unterschiedlichem Baugrund.

Grundsätzlich sind plastische Verformungen unter Erdbebeneinwirkung in den Untergeschossen, in der Foundation und im Baugrund zu vermeiden. Diese sollen gemäss dem Konzept der Kapazitätsbemessung zu den elastisch bleibenden Bereichen gehören. Folglich sind diese Bauteile bei der Erdbebenbemessung nach dem duktilen Tragwerkskonzept mit ausreichenden Tragreserven auszubilden.

Bei Holzbauten ist der Verankerung auf der Foundation oder in den Untergeschossen besondere Beachtung zu schenken. Kleinere Holzbauten in Holzrahmenbauweise können wegen ungenügender Verankerung vom Fundament rutschen. In den Verankerungen treten meist zyklische Wechselbeanspruchungen auf. Besonders bei Holzbauten ergeben sich infolge von Wind und Erdbeben in den Anschlüssen auf die Fundamente häufig Zugkräfte, welche eine entsprechende Konzeption und Bemessung der Verbindung erfordern. Horizontale Verankerungen sind immer in alle Richtungen wirkend auszulegen.

8 Informationsquellen

8.1 Normen, Dokumentationen und Merkblätter des SIA

Norm SIA 260 (2003): Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Norm SIA 261 (2003): Einwirkungen auf Tragwerke. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Norm SIA 265 (2003): Holzbau. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Dokumentation SIA D 0180 (2004): Fachbegriffe der Tragwerksnormen – Terminologie und Definitionen. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Dokumentation SIA D 0181 (2003): Grundlagen der Projektierung von Tragwerken – Einwirkungen auf Tragwerke – Einführung in die Normen SIA 260 und 261. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Dokumentation SIA D 0185 (2003): Holzbau – Einführung in die Norm SIA 265. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Merkblatt SIA 2018 (2004): Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Dokumentation SIA D 0211 (2005): Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben – Einführung in das Merkblatt SIA 2018. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

Dokumentation SIA D 0227 (2008): Erdbebensicherheit von Gebäuden – Rechts- und Haftungsfragen. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.

8.2 Literatur

- [1] Bachmann H. (2002): Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten – Grundsätze für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden. Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Bern.
- [2] Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen sowie Bundesamt für Wasser und Geologie BWG (2005): Erdbebensicheres Bauen in der Schweiz – Worauf es ankommt und warum, Zürich.
- [3] Bernasconi A. (2007): Cours postgrade de génie parasismique, Module 2, Dimensionnement, structures neuves et méthodes spécifiques – Constructions en bois. Heig-vd/HES-SO, Yverdon.
- [4] Norm SIA 164.160 (2001) EN 12512: Holzbauwerke – Prüfverfahren – Zyklische Prüfungen von Anschlüssen mit mechanischen Verbindungsmitteln. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [5] Piazza M., Tomais R., Modena R. (2005): Structure in legno – Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee. Biblioteca Tecnica Hoepli, Mailand.
- [6] Becker K., Zeitter H. (1995): Sammlung und Entwicklung von konstruktiven Regeln für Rahmen und Rahmentragwerke aus Holz unter erdbebentechnischen Gesichtspunkten zur Rationalisierung des Planungsaufwandes sowie zur Senkung der Baukosten. Abschlussbericht für das Vorhaben, Vol. F 2273, 1 Band (mehrere Zählungen). IRB Verlag, Stuttgart.
- [7] Hilson B. O. (1995): Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln – Theorie. In: Holzbauwerke, STEP 3, S. C3/1–C3/12. Informationsdienst Holz, Fachverlag Holz der Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf.
- [8] Kessel M. H. (2002): Tafeln – Eine elastische, geometrisch lineare Beschreibung. In: Holzbaukalender 2003. Bruderer Verlag, Karlsruhe.
- [9] Blass H. J., Ehlbeck J., Kreuzinger H., Steck G. (2005): Erläuterungen zur DIN 1052. Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung DGFH, München.

8.3 Informationsquellen in der Schweiz zu Erdbeben

Nachfolgend sind die wichtigsten Institutionen zusammengestellt, welche sich in Forschung und Verwaltung in der Schweiz mit dem Thema Erdbeben befassen. Ausführliche Angaben zu den einzelnen Institutionen sind im Internet zu finden.

Dachorganisationen

PLANAT

Nationale Plattform Naturgefahren
www.planat.ch
 PLANAT ist eine vom Bundesrat eingesetzte ausserparlamentarische Kommission. Fachstellen des Bundes und der Kantone sind in der PLANAT ebenso vertreten wie die Forschung, Berufsverbände, die Wirtschaft und die Versicherungen.

SGEB

Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
www.sgeb.ch
 Die SGEB vertritt als Fachgesellschaft des SIA die fachlichen Interessen der Erdbebeningenieure und Spezialisten für Baudynamik.

SED

Schweizerischer Erdbebendienst
www.seismo.ethz.ch
 Der SED ist im Institut für Geophysik der ETH Zürich integriert. Seit 1878 wird systematisch über die Erdbebenaktivität in der Schweiz berichtet. Unter anderem erfolgte 2004 die Veröffentlichung der neuen Erdbebengefährdungskarte der Schweiz.

Bundesämter

BAFU

Bundesamt für Umwelt
www.bafu.admin.ch/erdbeben
 Das BAFU betreibt eine Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge in der Abteilung Naturgefahren. Als verantwortliches Amt für die Erdbebenvorsorge beim Bund hat das BAFU ein siebenteiliges Massnahmenprogramm lanciert. Teil davon ist das Einsatzkonzept Erdbeben, das den Schutz und die Versorgung der Bevölkerung nach einem Erdbebenereignis regelt.

BABS

Bundesamt für Bevölkerungsschutz
www.bevoelkerungsschutz.ch
 Das BABS im Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS ist auf Stufe Bund grundsätzlich für den Bevölkerungsschutz zuständig. Das BABS analysiert zum Beispiel die Auswirkungen von Erdbeben und stellt diese Grundlagen seinen verschiedenen Partnerorganisationen und den Kantonen zur Verfügung. Ausserdem stellt es über die Nationale Alarmzentrale (NAZ, www.naz.ch) die unverzügliche Alarmierung aller notwendigen Organe sicher.

Forschung

CENAT

Kompetenzzentrum Naturgefahren (ETHZ, EPFL, WSL, SLF, Universitäten)
www.cenat.ch
 Das CENAT am Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos initiiert und fördert die inter- und transdisziplinäre Forschung, Aus- und Weiterbildung im Bereich Naturgefahren. Das CENAT ist ausserdem Anlaufstelle für Behörden, Verbände, Firmen und die breitere Öffentlichkeit für Fragen im Umgang mit Naturgefahren.

CREALP

Zentrum für alpine Umweltforschung
www.crealp.ch
 CREALP ist eine Stiftung, welche durch den Kanton Wallis und die Stadt Sitten 1968 gegründet wurde. Sie verpflichtet sich der angewandten Forschung im Bereich Naturgefahren, wobei sie unter anderem die regionale Kartografierung der Erdbebenrisiken vornehmen lässt.

ETHZ, IBK

Fachbereich Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
www.ibk.ethz.ch/da
 Im Fachbereich wird Forschung, Aus- und Weiterbildung zu den Themen Erdbeben-Ingenieurwesen und Baudynamik betrieben. Das Institut verfügt unter anderem über einen Erdbebensimulator und eine Reaktionswand zur Durchführung von seismischen Versuchen.

EPFL, ENAC

Institut de Structures IS
<http://is.epfl.ch>
 Das IS betreibt Forschung im Bereich Erdbeben-Ingenieurwesen und Erdbebenrisiko-Management.

Empa

Abteilung Ingenieurstrukturen
www.empa.ch/abt116
 Die Abteilung Ingenieurstrukturen der Empa forscht und bietet Dienstleistungen an zu den Themen Baudynamik, Schwingungsdämpfung und Erdbeben-Nachrüstung.

8.4 Projektträger

Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung

BAFU
Abteilung Wald
3003 Bern
www.bafu.admin.ch

HEV Schweiz

Seefeldstrasse 60
Postfach
8032 Zürich
www.hev-schweiz.ch

holz 21

Förderprogramm des Bundesamts für Umwelt
BAFU
Marktgasse 55
Postfach
3000 Bern 7
www.holz21.ch

SGEB

Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieur-
wesen und Baudynamik
c/o ETH Zürich
Institut für Baustatik und Konstruktion
HIL E 13.3
8093 Zürich
www.sgeb.ch

SIA

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Selnastrasse 16
Postfach
8027 Zürich
www.sia.ch

usic

Schweizerische Vereinigung Beratender Ingenieur-
unternehmungen
Aarberggasse 16/18
3011 Bern
www.usic.ch

Impressum



Lignatec

Die technischen Holzinformationen der Lignum

Herausgeber

Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich
Christoph Starck, Direktor

Massgebliche Unterstützung

Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung
holz 21, Förderprogramm des Bundesamts für Umwelt BAFU

Projektkoordination

Roland Brunner, dipl. Ing. HTL, Lignum

Autoren

Pirmin Jung, dipl. Ing. FH, Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau
GmbH, Rain
René Steiger, Dr. sc. techn., Empa, Abteilung Holz, Dübendorf
Thomas Wenk, Dr. sc. techn., Wenk Erdbebeningenieurwesen
und Baudynamik GmbH, Zürich

Fachlektoren

Andrea Bernasconi, Prof. Dr. sc. techn., Professur für Holzbau
und Holztechnologie, heig-vd/HES-SO, Yverdon-les-Bains
Alessandro Dazio, Prof. Dr. sc. techn., Professur für Erdbeben-
wesen und Baudynamik, ETH Zürich – Institut für Baustatik und
Konstruktion (IBK), Zürich
Konrad Merz, dipl. Ing. HTL, merz kley partner, Altenrhein

Bildnachweis

Hintergrundbild der Titelseite: Karte der Spektralwerte der
horizontalen Bodenbeschleunigung für harten Fels, eine Wieder-
kehrperiode von 475 Jahren und eine Frequenz von 5 Hz.
[Swiss Hazard Map. www.earthquake.ethz.ch]
Figuren 8–13: in Anlehnung an [3, 5]. Alle anderen Bilder und
Zeichnungen wurden vom Büro Pirmin Jung Ingenieure für Holz-
bau GmbH, Rain, erstellt.

Gestaltung

Schwabe AG, Muttenz

Druck

Schwabe AG, Muttenz

Administration/Versand

Andreas Hartmann, Lignum, Zürich

Die Schriftenreihe Lignatec informiert zu Fachfragen bezüglich der
Verwendung von Holz als Bau- und Werkstoff.

Lignatec richtet sich an Planer, Ingenieure, Architekten sowie an
die Ver- und Bearbeiter von Holz. Lignatec wird zunehmend in
der Ausbildung auf allen Stufen eingesetzt.
Ein Sammelordner ist bei Lignum erhältlich.

Mitglieder der Lignum erhalten ein Exemplar jeder Lignatec-
Ausgabe gratis.

Weitere Einzelexemplare für Mitglieder CHF 15.–

Einzelexemplare für Nichtmitglieder CHF 35.–

Sammelordner leer CHF 10.–

Preisänderungen vorbehalten

Das Copyright dieser Publikation liegt bei Lignum, Holzwirtschaft
Schweiz, Zürich. Eine Vervielfältigung ist nur mit ausdrücklicher
schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig.

Haftungsausschluss

Die vorliegende Publikation wurde mit grösster Sorgfalt und nach
bestem Wissen und Gewissen erstellt. Die Herausgeber und Auto-
ren haften nicht für Schäden, die durch die Benützung und An-
wendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

LIGNUM

Holzwirtschaft Schweiz
Falkenstrasse 26, 8008 Zürich
Tel. 044 267 47 77, Fax 044 267 47 87
info@lignum.ch
www.lignum.ch

Lignatec 23/2008

Erdbebegerechtes Entwerfen und Konstruieren
von mehrgeschossigen Holzbauten
Erschienen im Dezember 2008
Auflage deutsch: 7000 Exemplare
ISSN 1421-0320