

Innovative Wandbausysteme aus Holz unter Erdbebeneinwirkungen

von

P. Schädle

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Problemstellung	1
1.2	Vorgehensweise und Ziel der Arbeit	2
2	Wandbauweisen im Holzbau	5
2.1	Untersuchte Bauweisen	5
2.1.1	Massivholz-Panelbauweise	5
2.1.2	Einzelement-Bauweise	7
2.1.3	Holztafelbau	8
2.2	Weitere Systeme	9
3	Holzbauten und Erdbeben	13
3.1	Duktilität und Energiedissipation	13
3.1.1	Grundlagen	13
3.1.2	Stiff förmige Verbindungsmittel	17
3.1.3	Duktilität, Energiedissipation und Hysterese im Holzbau	21
3.2	Erdbebenwirkung auf Bauwerke	27
3.2.1	Seismischer Hintergrund	28
3.2.2	Erdbebengefährdung	29
3.2.3	Baudynamische Grundlagen	32
3.2.4	Antwortspektren	39
3.3	Berechnungsmethoden für den Lastfall Erdbeben	42
3.3.1	Kraftbasierte Methoden	42
3.3.2	Verschiebungsbasierte Methoden	44
3.3.3	Verfahren mit Beschleunigungs-Zeitverläufen	48
3.4	Normative Betrachtung von Holzbauten	49
4	Experimentelle Untersuchungen	51
4.1	Prüfung von Holzbauteilen unter seismischen Lasten	51
4.1.1	Prüfverfahren mit monotonen Lasten	53
4.1.2	Prüfverfahren mit zyklischen Lasten	54

4.1.3	Karlsruher Wandscheibenprüfstand	55
4.2	Versuche an Zugankern	59
4.2.1	Hintergrund	59
4.2.2	Versuchsaufbau und Versuchsprogramm	60
4.2.3	Versuchsergebnisse und Diskussion	61
4.3	Versuche mit der Massivholz-Paneelbauweise	63
4.3.1	Versuche an Verbindungsmitteln	65
4.3.2	Wandscheibenversuche mit monotonen Lasten	74
4.3.3	Wandscheibenversuche mit zyklischen Lasten	80
4.4	Versuche mit der Einzelelement-Bauweise	87
4.4.1	Wandscheibenversuche mit monotonen Lasten	89
4.4.2	Wandscheibenversuche mit zyklischen Lasten	91
4.5	Versuche mit der Holztafelbauweise	93
4.5.1	Wandscheibenversuche mit monotonen Lasten	94
4.5.2	Wandscheibenversuche mit zyklischen Lasten	96
4.6	Vergleich der untersuchten Wandbauweisen	97
4.6.1	Ergebnisse unter monotonen Lasten	97
4.6.2	Ergebnisse unter zyklischen Lasten	100
5	Numerische Modellierung	103
5.1	Hysteresemodelle im Holzbau	103
5.2	Modellierung einzelner Verbindungsmittel	108
5.2.1	Modell für monotone Lasten	108
5.2.2	Modell für zyklische Lasten	110
5.3	Modellierung von Wandscheiben in Massivholz-Paneelbauweise	119
5.3.1	Modellierung unter monotonen Lasten	124
5.3.2	Modellierung unter zyklischen Lasten	132
5.4	Modellierung von Wandscheiben in Holztafelbauweise	141
5.4.1	Modellierung unter monotonen Lasten	144
5.4.2	Modellierung unter zyklischen Lasten	147

6	Innovative Wandbauweisen unter Erdbebenlasten	149
6.1	Beispielgebäude	149
6.2	Vereinfachte Ermittlung des Verhaltensbeiwertes q	151
6.2.1	Statische Ersatzlasten für den Lastfall Erdbeben	153
6.2.2	Eigenschwingzeit des Gebäudes	157
6.2.3	Grundlagen und Annahmen bei der Modellierung	158
6.2.4	Ergebnisse	165
6.3	Verschiebungsbasierte Verfahren	167
6.3.1	Kapazitätsspektren-Methode	167
6.3.2	Performance-Based Seismic Design	175
6.4	Diskussion der Vorgehensweisen	179
7	Zusammenfassung und Ausblick	183
8	Literatur, Normen und Hilfsmittel	185
9	Anlagen	191
9.1	Anlagen zu Abschnitt 3.1.2	191
9.2	Anlagen zu Abschnitt 4.3.1	193
9.3	Anlagen zu Abschnitt 4.3.2	195
9.4	Anlagen zu Abschnitt 4.4	216
9.5	Anlagen zu Abschnitt 4.5	220
9.6	Anlagen zu Abschnitt 6.2	223