

**Experimentelle Untersuchung des  
nichtlinearen Tragverhaltens zusam-  
mengesetzter Schubwandquerschnitte  
aus unbewehrtem Mauerwerk unter  
Erdbebenbelastung**

**F 2523**

F 2523

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2009

ISBN 978-3-8167-7996-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

Konrad Zilch, Stefanie Grabowski, Wolfgang Scheufler

# Experimentelle Untersuchung des nichtlinearen Tragverhaltens zusammengesetzter Schubwandquerschnitte aus unbewehrtem Mauerwerk unter Erdbebenbelastung

Kurztitel:

Erdbebentragverhalten zusammengesetzter Schubwandquerschnitte aus unbewehrtem Mauerwerk

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Z 6 - 10.07.03-04.10  
gefördert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

01. September 2008

Technische Universität München

Institut für Baustoffe und Konstruktion  
Lehrstuhl für Massivbau

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1      | Problemstellung . . . . .  | 1         |
| 1.2      | Zielsetzung . . . . .  | 1         |
| 1.3      | Versuchsprogramm . . . . .   | 2         |
| <b>2</b> | <b>Vergleich nationaler und europäischer normativer Bemessungsansätze</b>          | <b>3</b>  |
| 2.1      | Vergleich der Erdbebennormen . . . . .   | 3         |
| 2.1.1    | Aktueller Stand der Erdbebennormen . . . . .                                       | 3         |
| 2.1.2    | Erdbebeneinwirkungen nach DIN 4149 (2005) . . . . .                                | 3         |
| 2.1.3    | Erdbebeneinwirkungen nach DIN EN 1998-1 (2006) . . . . .                           | 11        |
| 2.1.4    | Standsicherheitsnachweise für Mauerwerksbauten nach DIN 4149 (2005) . . . . .      | 16        |
| 2.1.5    | Standsicherheitsnachweise für Mauerwerksbauten nach DIN EN 1998-1 (2006) . . . . . | 17        |
| 2.2      | Vergleich der Bemessungsnormen . . . . .   | 17        |
| 2.2.1    | Aktueller Stand der Bemessungsnormen . . . . .                                     | 17        |
| 2.2.2    | Allgemeine Grundlagen . . . . .  | 18        |
| 2.2.3    | Ansatz der mitwirkenden Breite von zusammengesetzten Querschnitten . . . . .       | 20        |
| <b>3</b> | <b>Baustoffe</b>   | <b>21</b> |
| 3.1      | Allgemeines . . . . .  | 21        |
| 3.2      | Mauersteine . . . . .  | 21        |
| 3.2.1    | Trockenrohichte . . . . .  | 21        |
| 3.2.2    | Steindruckfestigkeit . . . . .   | 22        |
| 3.2.3    | Steinzugfestigkeit . . . . .   | 22        |
| 3.3      | Mauermörtel . . . . .  | 23        |
| 3.4      | Verbundeigenschaften . . . . .   | 24        |
| 3.4.1    | Haftscherversuche . . . . .  | 24        |
| 3.4.2    | Haftzugversuche . . . . .  | 25        |
| 3.5      | Mauerwerk unter zentrischer Druckbeanspruchung . . . . .                           | 26        |
| <b>4</b> | <b>Versuchsmethodik</b>  | <b>29</b> |
| 4.1      | Statisch-zyklische Versuche . . . . .  | 29        |
| 4.1.1    | Allgemeines . . . . .  | 29        |
| 4.1.2    | Versuchsrandbedingungen . . . . .  | 29        |
| 4.2      | Methodik der Pseudodynamik . . . . .   | 30        |
| 4.2.1    | Einführung . . . . .   | 30        |
| 4.2.2    | Versuchsmethodik der Pseudodynamik . . . . .                                       | 30        |
| <b>5</b> | <b>Gebäudestruktur und Prüfkörpergeometrie</b>                                     | <b>33</b> |
| 5.1      | Wahl des Gebäudegrundriss . . . . .  | 33        |
| 5.2      | Skalierung . . . . .   | 34        |
| 5.3      | Wahl des Standortes . . . . .  | 35        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.4      | Ermittlung der Eigenschwingdauer . . . . .  | 36         |
| 5.5      | Versuchskörpergeometrie . . . . .   | 37         |
| <b>6</b> | <b>Versuchsdurchführung</b>   | <b>39</b>  |
| 6.1      | Versuchsaufbau . . . . .  | 39         |
| 6.2      | Versuchskörper . . . . .  | 41         |
| 6.3      | Versuchsablauf . . . . .  | 43         |
| 6.3.1    | Statisch-zyklische Versuche . . . . .   | 43         |
| 6.3.2    | Pseudodynamische Versuche . . . . .   | 44         |
| 6.4      | Messeinrichtung . . . . .   | 45         |
| <b>7</b> | <b>Versuchsergebnisse</b>   | <b>47</b>  |
| 7.1      | Auswertung und Darstellung der Messdaten . . . . .                                    | 47         |
| 7.1.1    | Auswertung . . . . .  | 47         |
| 7.1.2    | Dargestellte Ergebnisse . . . . .   | 47         |
| 7.2      | Statisch-zyklische Versuche . . . . .   | 48         |
| 7.2.1    | Wand V00a . . . . .   | 48         |
| 7.2.2    | Wand V0a . . . . .  | 50         |
| 7.2.3    | Wand V00c . . . . .   | 54         |
| 7.2.4    | Wand V0c . . . . .  | 58         |
| 7.2.5    | Wand V00e . . . . .   | 62         |
| 7.2.6    | Wand V0e . . . . .  | 65         |
| 7.2.7    | Wand V0ee . . . . .   | 69         |
| 7.2.8    | Wand V01 . . . . .  | 73         |
| 7.2.9    | Wand V02 . . . . .  | 77         |
| 7.2.10   | Wand V05 . . . . .  | 81         |
| 7.2.11   | Wand V07 . . . . .  | 85         |
| 7.2.12   | Wand V09 . . . . .  | 89         |
| 7.3      | Pseudodynamische Versuche . . . . .   | 93         |
| 7.3.1    | Wand V01 . . . . .  | 93         |
| 7.3.2    | Wand V02 . . . . .  | 104        |
| 7.3.3    | Wand V03 . . . . .  | 114        |
| 7.3.4    | Wand V05 . . . . .  | 120        |
| 7.3.5    | Wand V07 . . . . .  | 130        |
| 7.3.6    | Wand V09 . . . . .  | 140        |
| 7.3.7    | Wand V11 . . . . .  | 150        |
| <b>8</b> | <b>Interpretation der Versuchsergebnisse</b>  | <b>155</b> |
| 8.1      | Traglasten und Verformbarkeit . . . . .   | 155        |
| 8.2      | Vergleich von statisch-zyklischen Versuchen mit pseudodynamischen Versuchen . . . . . | 157        |
| 8.3      | Vergleich von geraden Wänden mit zusammengesetzten Wandquerschnitten . . . . .        | 160        |
| 8.4      | Einfluss der Verbindungsart von Schub- und Querwand . . . . .                         | 163        |
| 8.5      | Einfluss der Schubwandlänge bei zusammengesetzten Querschnitten . . . . .             | 165        |
| 8.6      | Aktivierung der Querwand . . . . .  | 167        |
| <b>9</b> | <b>Zusammenfassung</b>  | <b>171</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>173</b> |

**A Materialparameter**

**179**