

Newsletter

Ein Info-Service des Verbandes Österreichischer Ziegelwerke

Ausgabe Jänner 2009

Mauerwerk unter Erdbebenbeanspruchung Neue Bemessungsansätze nach EC6 und EC8 – Ergebnisse des EU-Forschungsprojektes ESECMaSE

Von März 2004 bis Juni 2008 wurde von 26 Partnern aus sieben europäischen Ländern ein umfangreiches europäisches Forschungsprojekt ESECMaSE – „Enhanced Safety and Efficient Construction of Masonry Structures in Europe“ bearbeitet, dessen nun vorliegende Ergebnisse neue Erkenntnisse zum Verhalten von Mauerwerk unter zyklischen Horizontallasten ermöglicht.

Dieses Projekt wurde im Zuge des 6. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Union zur Förderung der Forschung von klein- und mittelständischen Unternehmen mitfinanziert und ist – den Förderungsrichtlinien entsprechend – aus Industrieverbänden, klein- bzw. mittelständischen Unternehmen und Forschungsstellen zusammensetzt.

Für Österreich sind die Verbände VÖZ (Verband Österreichischer Ziegelwerke) und VÖB (Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke) beteiligt, als eines von 8 europäischen und einziges österreichisches Unternehmen (KMUs) ist das Ziegelwerk Herbert Pexider GmbH (Steiermark) mit im Projekt und als Forschungsstätte arbeitet das Ziviltechnikerbüro Dr. PECH (Wien) mit den deutschen Universitäten München, Kassel, Dresden und Braunschweig sowie Instituten in Italien, den Niederlanden und Griechenland zusammen.

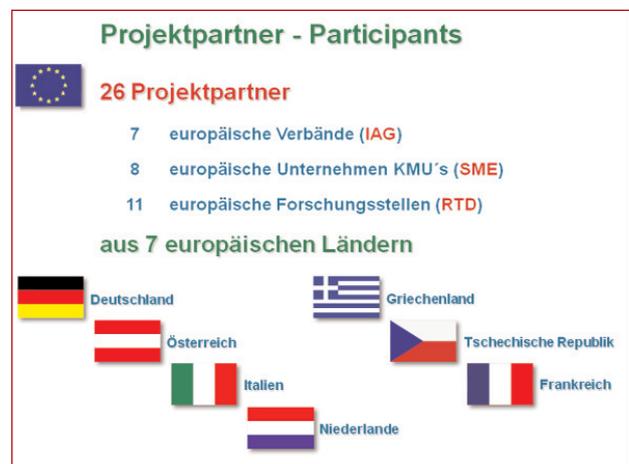


Abbildung: Projektpartner und Länderbeteiligung

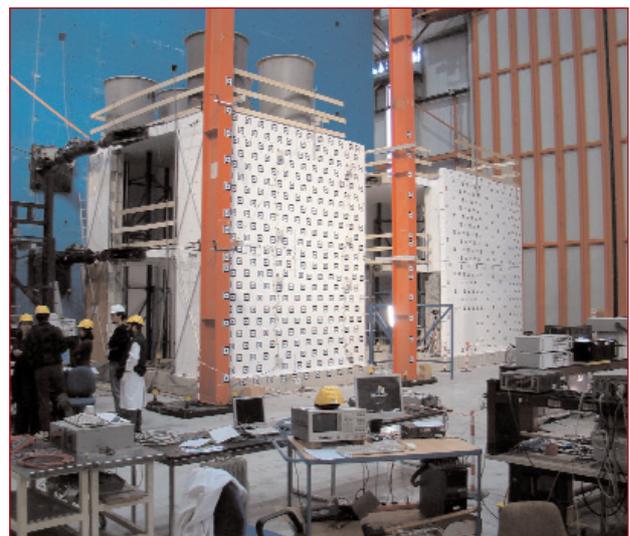
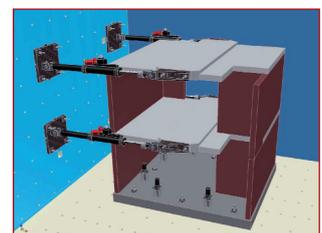


Abbildung: Versuchseinrichtung Pavia - fertiger Aufbau mit weiß gestrichenen Oberflächen und Meßeinrichtungen

Abbildung: Versuchseinrichtung Großversuche – pseudodynamisch (JRC-Ispra)



Forschungsinhalte

- Theoretische Untersuchungen zum Bruchverhalten von Mauerwerk bei statischer und dynamischer Schubbeanspruchung sowie der Prüfmethode für die maßgebenden Materialparameter und der Durchführung von Schubversuchen.
- Optimierung der Eigenschaften der Mauersteine nach theoretischen Gesichtspunkten und durch praktische Prüfung für einen höheren Widerstand bei Erdbebenbeanspruchung.
- Statische und dynamische Schubversuche an Mauerwerk sowie Großversuche unter Erdbebenregung an einem Bauwerk.
- Schaffung von Bemessungsmodellen für Mauerwerk unter Schubbeanspruchung sowie die Entwicklung von Bemessungsvorschriften für die europäische Normung sowie vereinfachte Regeln für deren Anwendung.

11 Projektbereiche (WP = Working Package)

- WP 1: Projektmanagement
- WP 2: Optimierung der Eigenschaften der Mauersteine
- WP 3: Theoretische Untersuchungen zum Bruchverhalten von Mauerwerk bei statischer und dynamischer Schubbeanspruchung
- WP 4: Bemessungsmodelle für Mauerwerk unter Schubbeanspruchung
- WP 5: Theoretische Untersuchungen der Prüfmethode für die maßgebenden Materialparameter
- WP 6: Theoretische Untersuchungen der Prüfmethode für Schubversuche
- WP 7: Statische und dynamische Schubversuche an Mauerwerk
- WP 8: Großversuche unter Erdbebenregung an einem Bauwerk
- WP 9: Entwicklung von Bemessungsvorschriften zur europäischen Normung sowie vereinfachte Regeln für deren Anwendung
- WP 10: Verbreitung und Bekanntmachung der Forschungstätigkeit – Öffentlichkeitsarbeit
- WP 11: Schulungen – Weiterbildung

Die wichtigsten Ergebnisse des Forschungsprojekts

Im Zuge der erst in letzter Zeit ins allgemeine Bewusstsein gerückten Problematik der Erdbebengefährdung unserer Baustrukturen wurden auch durch Versuche abgesicherte Nachweisverfahren benötigt. Speziell mit den heute definierten Ansätzen der Erdbebeneinwirkungen lassen sich rechnerische Nachweise oft nicht erfolgreich führen. Aus dieser Situation resultieren wirtschaftliche Nachteile für eine Vielzahl an Unternehmen, die mit dem Bauen von traditionellen Mauerwerksbauten befasst sind und es ist diese Situation auch technisch äußerst unbefriedigend. Das Ziel von ESECMaSE war, das gesamte Spektrum der Thematik Mauerwerk unter Horizontalkräften zu erfassen, also sowohl die relevanten Baustoffeigenschaften als auch die notwendigen Prüfverfahren sowie das Bemessungsmodell zu beleuchten.

Wesentliche Aufgaben und deren Ergebnisse waren bzw. sind die Identifizierung und Verbesserung der relevanten Baustoffeigenschaften.

Beispielsweise erhöht eine verbesserte Ziegelgeometrie die Spaltzug- und Längsdruckfestigkeit, geht geringfügig zu Lasten der Steindruckfestigkeit.

Eine erhöhte horizontale Steindruckfestigkeit (parallel zur Lagerfuge) bringt im zyklischen Wandversuch nur einen untergeordneten Einfluss auf die Schubtragfähigkeit und aufnehmbare Kopfverschiebung der Wand. Der Hauptparameter in der Nachweisführung bleibt damit die Steindruckfestigkeit vertikal zur Lagerfuge.

Eines der Hauptprobleme der Vergangenheit war die Verwendung von unterschiedlichen Prüfanordnungen

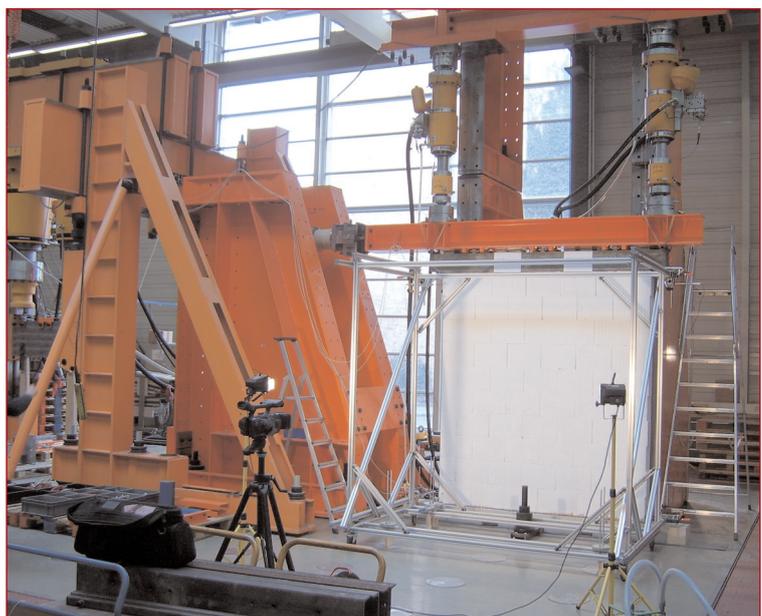


Abbildung: Zyklische Schubversuche (UNI Kassel), Ziegeloberfläche weiß gestrichen

zur Ermittlung der Schubtragfähigkeit von Mauerwerkswänden, die einen Vergleich der Ergebnisse schwierig machten. Die nun entwickelte Anordnung, die auch zu einem europäischen Normprüfverfahren führen soll, zeichnet sich durch die praktische Umsetzung der eindeutigen Definition der Momentenfreiheit in Scheibenmitte (beidseitig eingespannt) oder am Wandkopf (Kragarm) aus.

Statisch-zyklische Versuche an Mauerwerksscheiben mit unterschiedlichen Materialien, Normalkraftniveaus und Wandlängen ergaben, dass die Mörtelart und in beschränktem Rahmen auch die Mörteldruckfestigkeit von untergeordnetem Einfluss auf die horizontale Wandtragfähigkeit sind und nur die Kopfverschiebung beeinflussen. Das dominierende Versagenskriterium bei höheren Vertikallastniveaus war das Druckstrebenversagen, der zugehörige Materialparameter damit die charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeit.

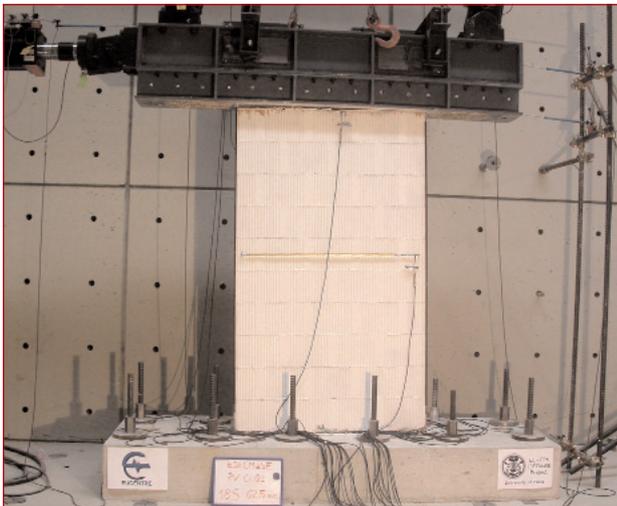


Abbildung: Zyklische Schubversuche (Pavia), Ziegeloberfläche weiß gestrichen

Basierend auf den Versuchsergebnissen wurden zwei Vorschläge zur Modellierung des Wandtragverhaltens und der Versagensformen entwickelt, die beide eine Weiterentwicklung der vorhandenen Ansätze sind. Das einfachere Modell beschränkt die Materialparameter auf die immer verfügbare charakteristische Druckfestigkeit der Wand und die schon in den Normen definierte Haftzug- und Haftscherfestigkeit sowie den Reibungbeiwert. Beide Rechenmodellvorschläge zeigen gute Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen. Es stellte sich jedoch heraus, dass die Rechenansätze eine nur geringfügige Erhöhung gegenüber den nach den bestehenden Vorgaben ermittelten Tragfähigkeiten ergaben und Verbesserungen hauptsächlich im Bereich des höheren Normalkraftniveaus liegen. Offenbar ist die Betrachtung der Einzelwand als ebene Scheibe, wie in den Versuchen geprüft, für die Wirkung in einem dreidimensional wir-

kenden Gebäude nicht ausreichend. Reserven aus der Verbindung mit Querwänden können derzeit noch nicht quantifiziert werden.

Zusätzlich ergab eine Auswertung der Verschiebduktilität der einzelnen Versuchskörper, dass ein höherer Abminderungsfaktor der Einwirkungen („Verhaltensbeiwert“) als der bislang im Eurocode 8 ange-setzte Mindestwert von 1,5 zu argumentieren wäre. Deshalb wurde eine Anhebung des Verhaltensbeiwertes auf bis zu 2,5 bei niedrigem Normalkraftniveau vorgeschlagen. Dynamische Großversuche an einem Gebäude im Maßstab 1:1 zeigen auch praktisch ausreichende Tragfähigkeitsreserven.

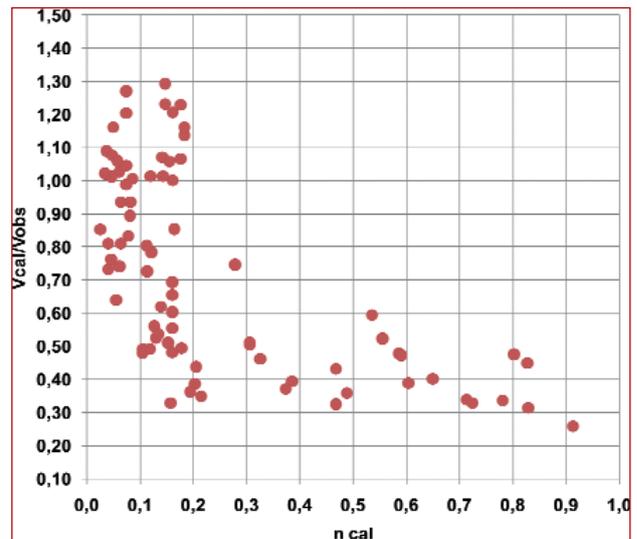


Diagramm: Auswertung der Schubversuche nach derzeitigem Stand der EN 1996-1-1 mit V_{cal} =Rechenwert und V_{obs} =Versuchswert aus dem zyklischen Schubversuch sowie n_{cal} =Normalkraftausnutzung bezogen auf Bemessungslänge und charakteristischer Wandfestigkeit



Abbildung: Großversuche – Rütteltisch (NTU-Athen)

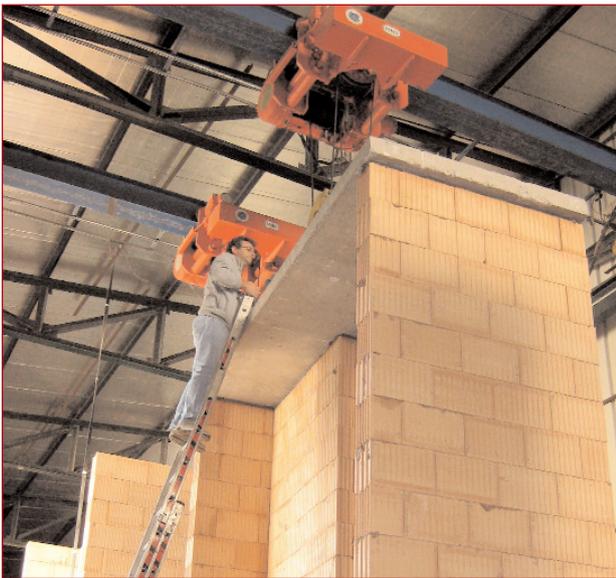


Abbildung: Großversuche - Rütteltisch (NTU-Athen), Detailarbeiten Aufbau

Die durchgeführten Untersuchungen lieferten experimentelle sowie theoretische Erkenntnisse, die maßgeblich zu einer zutreffenderen Beurteilung und Beschreibung des Tragverhaltens von Mauerwerk bei Horizontalbeanspruchung aus Erdbeben (aber auch aus Wind) beitragen. Es zeigte sich, dass in den baupraktisch wichtigsten Anwendungsbereichen im Mauerwerk zwar Schubtragfähigkeitsreserven in einer Größenordnung von einem zweistelligen Prozentbereich vorliegen und die bisherigen Schubbemessungskonzepte des EC 6 bzw. die Hinweise des EC 8 dahingehend überdacht werden sollten, die tatsächlichen wesentlichen Reserven aber in einer besseren Berücksichtigung der energiedissipierenden Verformungen der Wandscheiben und in den somit geringeren einwirkenden Kräften liegen.

Seminarreihe

Seitens des Verbandes wurde in Kooperation mit dem VÖB und der Arch+Ing Akademie in vier Veranstaltungen (Wien, Graz, Salzburg, Wien) im Mai und Juni 2008, die derzeit vorliegenden Erkenntnisse und die wahrscheinlichen Auswirkungen auf den EC6 und den EC8 in Schulungen weitervermittelt.

Die gesamten Schulungsunterlagen können auf der Verbandshomepage www.ziegel.at, im Bereich Technik, Kapitel Erdbeben eingesehen werden.



Abbildungen: ESECMaSE Seminar Flughafen Graz

Erste Ergebnisse werden ca. bis Jahresmitte in die österreichischen Normen bzw. die Eurocodes mit nationalen Anhängen einfließen. Auf Grund der Größe des Projekts werden Teilergebnisse noch über diesen Zeitraum hinaus ausgewertet werden und auf europäischer Ebene in die Eurocodes Eingang finden.

Literatur, Links

- [1] ESECMaSE Homepage: www.esecmase.org; "ECECMaSE", Enhanced Safety and Efficient Construction of Masonry Structures in Europe.
- [2] Homepage des Verbandes Österreichischer Ziegelwerke www.ziegel.at im Bereich Technik, Unterkapitel Erdbeben: http://www.ziegel.at/technik/erdbeben/esecmase_esecmase.htm

Impressum:



HERAUSGEBER:

Verband Österreichischer Ziegelwerke, A-1100 Wien, Wienerberg-City, Wienerbergstraße 11
Tel.: 01/587 33 46-0, Fax: 01/587 33 46-11, e-mail: verband@ziegel.at, www.ziegel.at

FÜR DEN INHALT VERANTWORTLICH: Dipl.-Ing. Norbert Prommer

GRAFIK & SATZ: Gerda Auterith