

Biegezugfestigkeit von tragendem Ziegelmauerwerk

FV-Nr. / IGF-Nr.: 15998 N

Ziel des Forschungsvorhabens war die genauere Beschreibung des Tragverhaltens von Mauerwerk aus Hochlochziegeln unter Biegebeanspruchung. Grundlage hierfür bildete die Bestimmung der Stoffgesetze der Hochlochziegel und des Verbundes, insbesondere zur Beschreibung des Nachbruchverhaltens der Baustoffe, die in Kleinprüfkörperversuchen bestimmt wurden. Unter Ansatz dieser Stoffgesetze wurde das Biegetragverhalten in numerischen Simulationen und vergleichenden Biegezugversuchen an kleinen Wänden untersucht.

Neben den reinen Festigkeitseigenschaften der Einzelbaustoffe wurde das Materialverhalten nach Überschreiten der Maximallast untersucht. Hierfür wurden zunächst die Mauersteinzugfestigkeit und die Spannungs-Dehnungslinien unter Zugbeanspruchung sowie die Mauerstein-Biegezugfestigkeit zur Darstellung der vollständigen Last-Durchbiegungskurven experimentell bestimmt. Schließlich wurden die 3-Punkt-Biegeversuche numerisch simuliert und die Spannungs-Rissöffnungskurven invers bestimmt.

Zur Bestimmung der Stoffgesetze des Verbunds unter Scherbeanspruchung wurden an ausgewählten Ziegel- / Mörtelkombinationen Haftscheruntersuchungen nach DIN EN 1052-3:2007-06 sowohl ohne als auch mit Auflast senkrecht zur Lagerfuge durchgeführt. Die zur Charakterisierung des Verbundes zwischen Hochlochziegel und Normal- bzw. Dünnbettmörtel experimentell ermittelten Schubspannungsmaxima werden durch die Simulation durchweg gut wiedergegeben.

Die Biegezugfestigkeit wurde sowohl parallel als auch senkrecht zur Lagerfuge an kleinen Wänden gemäß DIN EN 1052-2 ermittelt. Unter Ansatz der zuvor bestimmten Materialkenngrößen wurden die Biegezugversuche mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode numerisch simuliert. Die Hochlochziegel wurden dabei als homogenes Ersatzkontinuum abgebildet. Der Vergleich der simulierten Last-Verschiebungskurven mit den experimentell bestimmten Kurven ergab sowohl für die Biegebeanspruchung der Wandscheiben parallel als auch senkrecht zu den Lagerfugen keine zufriedenstellende Übereinstimmung. Die in der Simulation und im Versuch bestimmten maximalen Biegezugfestigkeitswerte der Wände weichen in den meisten Fällen erheblich voneinander ab. In den Fällen, wo eine deutlich höhere Maximallast mittels FE berechnet wird, sind die ermittelten Kennwerte der Einzelbaustoffe und des Verbundes ganz offensichtlich zu hoch und zu günstig. Da jedoch die Streuung der Einzelkomponenten bei bestimmten Ziegeln deutlich höher sein dürfte, sich also in der Wand nach gewissen statistischen Regeln verteilen, ergeben die FE-Berechnungen zu hohe Werte. Ein Problem der numerischen Analysen ist daher, dass die Materialstreuung bislang keine Berücksichtigung findet. In den Fällen, wo die Experimente deutlich über den Ergebnissen der FE-Berechnungen liegen, muss noch genauer analysiert werden, ob die Einschätzung des Verhaltens der Ziegel auf Zugbeanspruchung korrekt ist. Es besteht hier noch erheblicher Forschungsbedarf.

Insgesamt gesehen kann das verwendete Modell auf der Basis des Vergleichs mit den vorhandenen Versuchsergebnissen nicht validiert werden, da eine zu hohe Unsicherheit bezüglich der Vorhersagegenauigkeit vorliegt. Daher wird zunächst empfohlen, z. B. bei der Berechnung der Größe von Ausfachungsflächen, auf einfachere linear-elastische Modelle zurückzugreifen und die Biegezugfestigkeiten bei unter-

schiedlichen Mörtel-Stein-Kombinationen direkt experimentell zu ermitteln, um diese dann im FE-Modell direkt zu berücksichtigen. Dann allerdings ist die Wanddicke ein sehr bedeutender Einflussfaktor, der im Experiment zu beachten ist.

Das IGF-Vorhaben 15998 N der Forschungsvereinigung Ziegelindustrie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert und gemeinschaftlich vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und Institut für Bauforschung (ibac), RWTH Aachen University unter der Projektleitung von Dipl.-Ing. M. Ruppik und Dipl.-Ing. M. Graubohm durchgeführt.