

Optimierung der Festigkeitseigenschaften von Mauerziegel

FV-Nr. / IGF-Nr.: 15253 N

Bei der Überarbeitung sowohl des deutschen als auch internationalen Normenwerkes werden auf der Einwirkungsseite höhere Lasten in Ansatz gebracht. Erwähnt sei hier insbesondere die überarbeitete nationale Erdbebennorm DIN 4149-1, die sich an den Eurocode 8 anlehnt und im Vergleich zur bisherigen Vorschrift zu 2 – 5fach höheren Erdbebenlasten führt. Diese Problematik der verstärkten horizontalen Einwirkung auf ein Gebäude wird durch die Überarbeitung der Windlast-Norm DIN 1055-4 noch erhöht. Die Einführung dieser Normen führt dazu, dass für eine Vielzahl von Mauerwerkbauten, die nach den alten Vorschriften erstellt wurden, die Nachweise unter Scheibenschubbeanspruchung, insbesondere der Nachweis einer ausreichenden Erdbebensicherheit, nicht mehr geführt werden kann. Die Festigkeitseigenschaften eines Mauerziegels unter Zug- und Druckbeanspruchung sowohl in Richtung Steinhöhe als auch in Richtung Steinlänge gewinnen hierdurch verstärkt an Bedeutung.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, die Festigkeitseigenschaften von Mauerziegeln und somit die Tragfähigkeit des Mauerwerks - vor allem die Schubtragfähigkeit des in diesem Zusammenhang als kritisch zu betrachtenden Ziegelmauerwerks, aber auch die Drucktragfähigkeit - durch rohstoffseitige und herstellungsbedingte Maßnahmen bei gleichzeitiger Optimierung der Lochstruktur zu verbessern. Dabei sollen die bekannten, wichtigen bauphysikalischen Eigenschaften nicht wesentlich verändert bzw. negativ beeinflusst werden.

Die rohstoffseitigen und verfahrenstechnischen Maßnahmen zur Optimierung der Materialeigenschaften lassen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Scherbenrohddichten eine Erhöhung der Festigkeiten erwarten, die unter Druck-, Biegezug- und Zugbelastung gegenüber der Ausgangssituation (HLz1 und HLz0; porosierte und unporosierte Betriebsmischung) mit etwa 30 % zu beziffern ist. Hierbei ist der Einsatz sowohl von anorganischen Porenbildnern (Leichtzuschlägen), die aufgrund ihrer Zusammensetzung an der Scherbenbildung bzw. den festigkeitssteigernden Sinterprozessen aktiv beteiligt sind, als auch von frühsinternden hoch tonmineralhaltigen Fremdtönen zielführend.

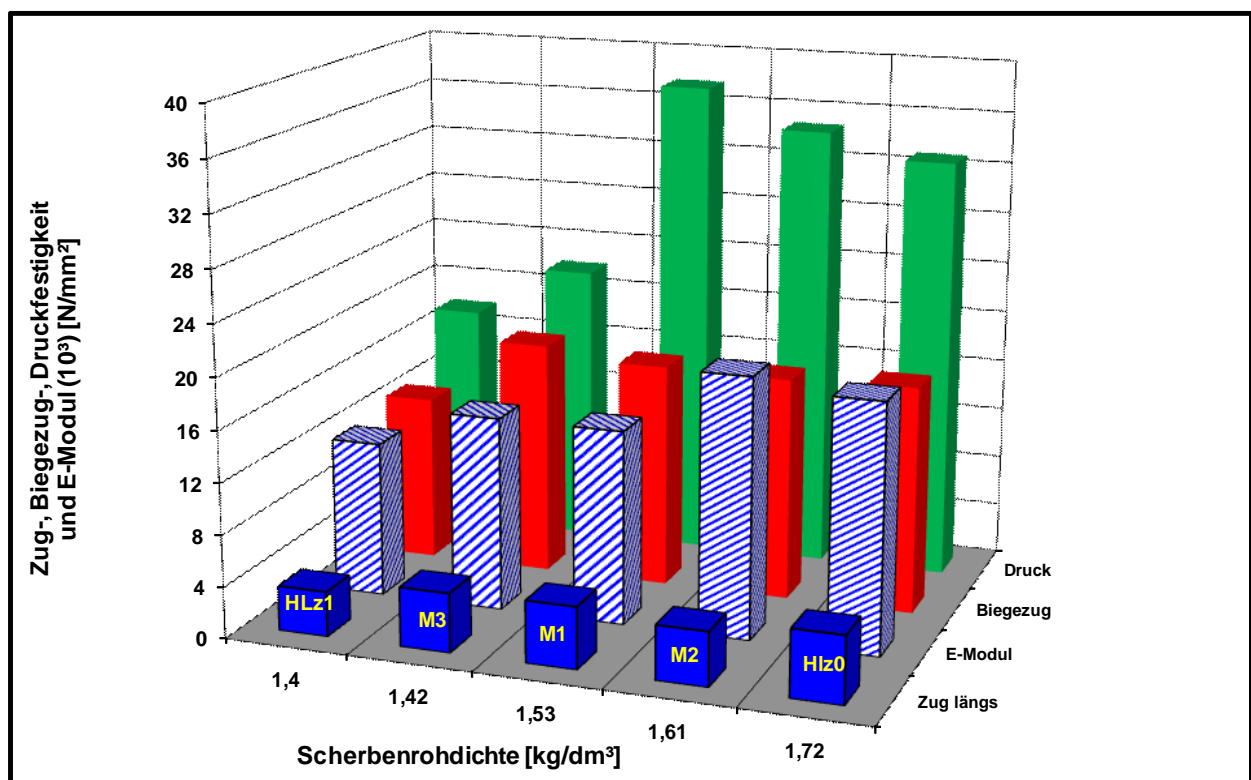
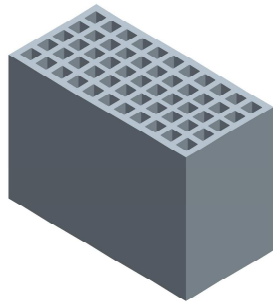


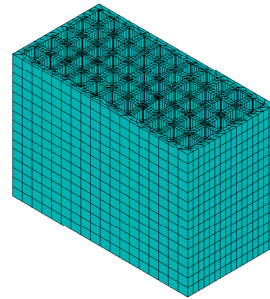
Bild 1: Produkteigenschaften der Mischungen; Ziegelwerk HLz1

Die Optimierung der Lochstruktur erfolgt mit Hilfe eines Finite-Elemente-Modells, bei dem die Ziegel durch dreidimensionale Kontinuumselemente abgebildet werden. Das Modell wird anhand von zwei Ziegeln A und B, welche bereits in vorhergehenden Projekten untersucht wurden, validiert. Dazu werden zunächst die in die Berechnungen eingehenden Materialgesetze des Scherbenmaterials bestimmt. Anschließend werden die mit dem FE-Modell berechneten Spannungs-Dehnungslinien für einaxialen Druck und Zug in Hoch- und Längsrichtung der Ziegel mit den experimentell ermittelten verglichen. Für eine Druckbeanspruchung wird eine gute Übereinstimmung zwischen Berechnung und Experiment erzielt.

CAD-Modell



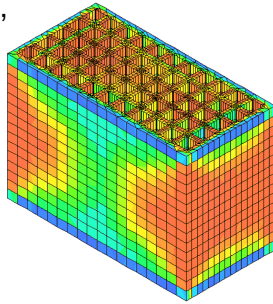
Vernetzung



Randbedingungen



Spannungen,
Dehnungen,
etc.



FE-Simulation

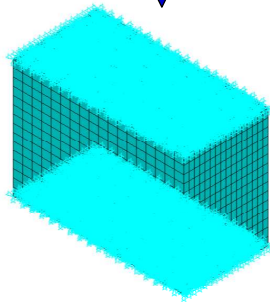


Bild 2: Berechnungsmodell

Parallel zur Optimierung der Lochgeometrie wird zur Übertragung der Ergebnisse ein materialoptimierter Ziegel im Ziegelwerk HLz1 hergestellt. Die im Labormaßstab ermittelte vergleichsweise höhere mechanische Belastbarkeit des Scherbens, wird an Originalziegel aus der optimierten Mischung M3 nach Prüfung in der festgestellten Größenordnung bestätigt. Über Untersuchungen zur Druck- und Schubtragfähigkeit an geschosshohen Mauerwerkswänden werden bei der Verwendung des materialoptimierten Ziegels deutliche Tragfähigkeitssteigerungen nachgewiesen.

Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ). Es wurde unter der Nummer AiF 15253 N vom BMWi über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. AiF gefördert und gemeinschaftlich vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und der ibac, RWTH Aachen unter der Projektleitung von Dipl.-Ing. M. Ruppik, Dr.-Ing. M. Roßbach und Dipl.-Ing. M. Graubohm durchgeführt.