

Institut für Bauforschung Aachen
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

4 (1991)

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Möglichkeiten zur Verbesserung der Druckfestigkeit von Mauerwerk aus Naturbimsbetonsteinen

Possibilities to improve the compressive strength of lightweight-concrete masonry with pumice aggregate

U. Meyer, P. Schubert

1 EINLEITUNG

Mit Naturbimsbetonsteinen läßt sich Mauerwerk mit hoher Wärmedämmung herstellen. Für dieses Mauerwerk sollte Leichtmörtel verwendet werden. Dieser kann jedoch aufgrund seiner gegenüber Normalmörtel größeren Querverformbarkeit die Mauerwerkdruckfestigkeit deutlich verringern.

Wesentliche Anforderung an einen Leichtmauermörtel ist die erhöhte Wärmedämmung. Ist dies gewährleistet, so ist eine möglichst hohe Mauerwerkdruckfestigkeit anzustreben. Das kann durch günstige Querverformungseigenschaften des Leichtmörtels erreicht werden, d. h. einen möglichst hohen Querverformungsmodul, sowie zum anderen durch eine möglichst hohe Querkzugbeanspruchbarkeit des Mauersteins, wobei diese im wesentlichen durch die Scherbenzugfestigkeit und das Lochbild bestimmt wird. Diese Möglichkeiten wurden sowohl durch Laborversuche als auch durch theoretische Berechnungen erforscht.

2 VERSUCHSPROGRAMM

Untersucht wurden die Einflüsse von Mörtelart (Leicht- und Normalmörtel) und Lochbild der Mauersteine auf die Druckfestigkeit von Naturbimsbetonsteinmauerwerk. Zusätzlich sollten Berechnungen mit der Methode der Finiten Elemente Aufschluß über Wärmedämm- und Festigkeitseigenschaften von Mauersteinen mit verschiedenen Lochbildern geben.

In Abstimmung mit der Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft der Bimsindustrie mbH (FEB) wurden für die Versuche Hohlblöcke und Vollblöcke (Format 16DF) der Festigkeitsklassen 2 und 6 mit praxisrelevanten Lochbildern ausgewählt. Als Mörtel wurden 1 Normalmörtel MG IIa und 3 Werk-Leichtmörtel LM 36 mit deutlich unterschiedlichen Querverformungseigenschaften verwendet.

3 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Je Stein-Mörtel-Kombination wurden 3 Mauerwerkprüfkörper nach Norm DIN 18 554 Teil 1 hergestellt. Die Prüfung erfolgte im Alter von 14 d. Die Mauersteine wurden in lufttrockenem Zustand (2,3 bis 8,2 M.-%

Feuchtigkeit) vermauert. Die Stoßfugen der Mauerwerkprüfkörper wurden vermörtelt.

Die Prüfkörper wurden mit einer konstanten Verformungsgeschwindigkeit (Maschinenkolbenvorschubgeschwindigkeit) $v_0 = 0,2 \text{ mm/min}$ bis zum Bruch belastet.

Die Längs- und Querverformungen wurden mit induktiven Wegaufnehmern gemessen und zusammen mit Kolbenvorschub und aufgebrachter Last kontinuierlich registriert. Zusätzlich zu den Mauerwerkversuchen wurden Eigenschaftswerte der Mauersteine und Mauer-mörtel, insbesondere E-Moduln und Querdehnungszahlen, bestimmt.

4 VERSUCHSERGEBNISSE

4.1 Mauersteine, Mauer-mörtel

Die Versuchsergebnisse sind in /1/ ausführlich dargestellt.

4.2 Mauerwerk

4.2.1 Druckfestigkeit $\beta_{D,mw}$

Da sich die Stein- und Mörtel Eigenschaften zwischen den einzelnen Versuchsserien zum Teil deutlich unterscheiden, ist ein direkter Vergleich der Versuchsergebnisse nur eingeschränkt möglich. Näherungsweise kann dieser Vergleich durch Bezug auf die jeweiligen Mindestwerte von Steinfestigkeitsklasse und Mörtelgruppe $\min \beta_D$ nach Norm DIN 18 554 Teil 1 mit Hilfe der Gleichung

$$\beta'_{D,mw} = \beta_{D,mw} \cdot \left(\frac{\min \beta_{D,st}}{\beta_{D,st}} \right)^{0,77} \cdot \left(\frac{\min \beta_{D,mö}}{\beta_{D,mö}} \right)^{0,16} \quad (1)$$

erfolgen.

Die Werte 0,77 und 0,16 wurden in /2/ für Mauerwerk aus Leichtbetonhohlblöcken mit Normalmörtel ermittelt. Die so korrigierten Mauerwerkdruckfestigkeiten $\beta'_{D,mw}$ enthält die Tabelle 1. Da jedoch die Mörteldruckfestigkeit im Mauerwerk $\beta_{D,mö}$ nicht berücksichtigt wird und auch die Steinfestigkeitswerte z. T. erheblich streuten, sind die Ergebnisse in der Tabelle nur als grob quantitative Abschätzung anzusehen.

4.2.2 E-Modul

Die mittleren E-Moduln lagen bei Mauerwerk aus Steinen der Festigkeitsklasse 2 zwischen 1380 N/mm² und 2215 N/mm², für die Steinfestigkeitsklasse 6 zwischen 2830 N/mm² und 4500 N/mm². Eine Regressionsanalyse ergab für Mauerwerk aus Steinen der Festigkeitsklassen 2 und 6 und Leichtmörtel den starken Zusammenhang

$$E_{33} = 1223 \cdot \beta_{D,mw}^{0,78} \quad (2)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß $B = 92,0\%$ (s. Bild 1).

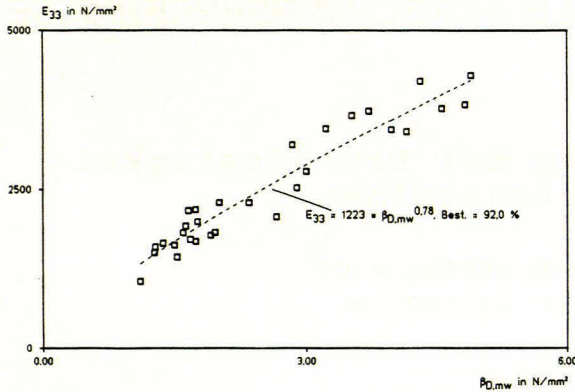


Bild 1: Mauerwerk; E-Modul E_{33} und Druckfestigkeit $\beta_{D,mw}$

Fig. 1: Masonry; Modulus of elasticity E_{33} and compressive strength $\beta_{D,mw}$

5 EINFLÜSSE AUF DIE MAUERWERKDRUCKFESTIGKEIT UND MÖGLICHKEITEN ZUR VERBESSERUNG DER DRUCKFESTIGKEIT

5.1 Einfluß der Mörtelart

Die Druckfestigkeit von Leichtbetonsteinmauerwerk mit Leichtmörtel LM 36 läßt sich durch Verwendung von Leichtmörtel mit einem höherem Querverformungsmodul E_q (z. B. durch Verwendung von Blähtonzuschlag) gegenüber einem Mörtel, der die Mindestanforderungen an den Querverformungsmodul nach Norm DIN 1053 Teil 1 erfüllt, um 20 % bis 33 % steigern. Im Vergleich zu einem laborgemischten Normalmörtel MG IIa ($E_q = 37530$ N/mm²) ergab sich bei Verwendung eines Leichtmörtels mit erhöhtem Querverformungsmodul ($E_q = 25930$ N/mm²) keine Verringerung der Mauerwerkdruckfestigkeit. Die Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß insbesondere für höhere Steinfestigkeitsklassen, die zulässigen Grundspannungen σ_0 nach Norm DIN 1053 Teil 1 für Leichtmörtel mit höheren Querverformungsmoduln angehoben werden könnten.

5.2 Einfluß des Lochbildes

Ein signifikanter Einfluß des Lochbildes auf die Mauerwerkdruckfestigkeit konnte versuchsmäßig nicht nachgewiesen werden. Nach Umrechnung der Mauerwerkdruckfestigkeiten auf gleich große Stein- und Mörteldruckfestigkeit mit Hilfe der Gleichung (1) ergab sich für Mauerwerk der Steinfestigkeitsklasse 2 aus 2-Kammer-Steinen eine um 10 % bis 18 % höhere Druckfestigkeit als von Mauerwerk aus 3-Kammer-Steinen (s. auch Tabelle 1).

Die günstigsten Festigkeits- und Wärmedämmeigenschaften aller untersuchten Steinsorten wurden mit FE-Berechnungen für einen Vollblock mit vielen schmalen Luftkammern ermittelt. Durch Verwendung

eines Mörtels mit höherem Querverformungsmodul wurden die mit FE berechneten Zugspannungsspitzen im Kontaktbereich Stein-Fuge um bis zu 50 % verringert.

Tabelle 1: Mauerwerk;

Steindruckfestigkeit $\beta_{D,st}$, Mörteldruckfestigkeit nach Norm $\beta_{D,mö}$, Mauerwerkdruckfestigkeit $\beta_{D,mw}$, rechnerische Mauerwerkdruckfestigkeit $\beta'_{D,mw}$ nach Gleichung (1)

Table 1: Masonry;

Compressive strength of units $\beta_{D,st}$, mortar $\beta_{D,mö}$, masonry $\beta_{D,mw}$, calculated compressive strength $\beta'_{D,mw}$ according to equation (1)

Stein	Mörtel	$\beta_{D,st}$	$\beta_{D,mö}$	$\beta_{D,mw}$	$\beta'_{D,mw}$
		N/mm ²			
Hb1 2-2K	LM A	2,0	4,9	1,35	1,61
	LM C		6,8	1,63	1,84
Hb1 2-3K	LM A	2,5	4,3	1,34	1,37
	LM C		7,4	1,78	1,67
Vb1 2	LM A	2,9	3,1	1,82	1,75
	LM C		7,3	2,34	1,96
Hb1 6-2K	LM C	7,3	7,8	4,70	4,46
	NM IIa		5,8	4,35	4,35
Vb1 6	LM A	6,1	4,2	2,92	3,43
	LM B		3,7	3,50	4,19
	NM IIa		5,3	4,33	4,89

5.3 Möglichkeiten zur Druckfestigkeitserhöhung

Durch die praktischen und theoretischen Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß sich die Druckfestigkeit von Mauerwerk aus Naturbimsbetonblöcken deutlich durch Verwendung von Leichtmörtel mit höherem Querverformungsmodul (Anhaltswert etwa über 25.000 N/mm²) und Blöcken mit günstigem Lochbild (Vollblöcke mit schlitzförmigen Lochungen) ohne Verschlechterung der guten Wärmedämmeigenschaften steigern läßt.

6 LITERATUR

- /1/ Meyer, U. ; Schubert, P.: Verbesserung der Druckfestigkeit von Naturbimsbetonmauerwerk durch Optimierung der Mörtel Eigenschaften. Aachen : Institut für Bauforschung der RWTH Aachen - Forschungsbericht Nr. F 308, 1991
- /2/ Kirtschig, K. ; Meyer, J.: Auswertung von Mauerwerkversuchen zur Festlegung von zulässigen Spannungen und charakteristischen Mauerwerkfestigkeiten, Teil 1: Auswertung; Hannover : Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Universität Hannover. In: Mitteilung aus dem Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung (1987),

Forschungsförderer: Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF-Nr. 7985) mit Mitteln des Bundesministers für Wirtschaft

Herausgeber:



Institut für Bauforschung Aachen
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
Schinkelstraße 3, D-5100 Aachen
Tel. (02 41) 80-5100, FAX (02 41) 80-5120
Telex 8 32 704 thac d

Direktoren:

Prof. Dr.-Ing. H. R. Sasse
Prof. Dr.-Ing. P. Schiebl