



## Verbundfestigkeit zwischen Ziegeln und Mörtel

### 1. Einleitung

Die gute Verbundfestigkeit zwischen Ziegeln und Mörtel ist eine der bekannten positiven Eigenschaften des Ziegelmauerwerks. Die Verbundfestigkeit ist vor allem bei Schub- und Biegebeanspruchung im Mauerwerk von Bedeutung. Während die Verbundfestigkeit bei Plattenschub und Biegebeanspruchung parallel zur Lagerfuge (s. Bild 1) im Wesentlichen durch die Haftscherfestigkeit zwischen Stein und Mörtel beeinflusst wird, ist bei Biegebeanspruchung senkrecht zur Lagerfuge die Haftzugfestigkeit maßgebend.

Im Bereich sehr geringer Auflasten kann die Haftzugfestigkeit auch bei Scheibenschub-Bearbeitung maßgebend werden.

Die Haftzugfestigkeit ist darüber hinaus ein wichtiges Kriterium für die Transportfähigkeit von vorgefertigten Mauer tafeln.

### 2. Prüfverfahren

Zur Ermittlung der Haftscherfestigkeit liegt die europäische Prüfnorm EN 1052-3 vor. Im Bild 3 ist der schematische Prüfaufbau dargestellt.

Zurzeit wird eine europäische Prüfnorm zur Ermittlung der Haftzugfestigkeit mit einem „Abreißversuch“ (Bondwrench-Verfahren) unter dem Arbeitstitel prEN 1052-5 erarbeitet.

An der MPA Hannover wurden im Auftrag der Arge Mauerziegel umfangreiche Untersuchungen zur Biegezugfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge sowohl mit dem Kleinkörper-Prüfverfahren nach EN 1052-2 als auch mit dem Bondwrench-Verfahren durchgeführt /1,2,3/. Das Prinzip des Prüfverfahren und ein Bild der Prüfeinrichtung zeigt Bild 3. (Links Bild 8 aus MPA Bericht, Rechts das Foto)

Alle Prüfungen wurden 15 Tage nach Herstellung der Prüfkörper durchgeführt.

### 3. Untersuchte Einflussgrößen

Die Verbundfestigkeit zwischen Ziegeln und Mörtel kann vor allem durch

- die verwendete Mörtelart
- die Saugfähigkeit (kapillare Wasseraufnahme) des Ziegels und
- den Feuchtegehalt des Ziegels beim Vermauern

beeinflusst werden.

Darüber hinaus wurde zusätzlich der Einfluss unterschiedlicher Wanddicken auf die Ergebnisse der beiden angewendeten Prüfverfahren untersucht.

### 4. Versuchsergebnisse

Ein signifikanter Einfluss der Saugfähigkeit der Ziegel auf die Verbundfestigkeit konnte nicht festgestellt werden.

Offenbar wird durch das optimierte Wasserrückhaltevermögen moderner Werk trockenmörtel die Verbundfestigkeit kaum noch durch unterschiedliche kapillare Saugfähigkeiten beeinflusst. Die Verbundfestigkeit nach prEN 1052-5 lag bei schwach saugenden Ziegeln (Wasseraufnahmekoeffizient über die Lagerfläche  $\omega = 4 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}0,5)$ ) sowohl bei trocken als auch bei feucht vermauerten Ziegeln etwa 10 bis 20 % höher als bei stark saugenden Ziegeln (Wasseraufnahmekoeffizient über die Lagerfläche  $\omega = 14 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}0,5)$ ).

### 5. Einfluss der Ziegel-feuchte beim Vermauern

In /1/ wurden 3 verschiedene Werk trockenmörtel (NM IIa, LM 21 und LM 36) in Kombination mit

einem stark saugenden HLz untersucht.

Bei allen drei Mörtelsorten ergaben sich bei vorgeässten Ziegeln höhere Verbundfestigkeiten. Der Festigkeitszuwachs lag für den LM 21 und den Normalmörtel MG IIa bei 18 bzw. 28%. Für den Leichtmörtel LM 36 wurde ein Festigkeitszuwachs von mehr als 300% bei sehr hohen Absolutwerten ermittelt. Hier sind zur Absicherung weitere Untersuchungen notwendig.

Die Absolutwerte der Biegezugfestigkeit lagen dabei für die Serien mit Normalmörtel zwischen  $0,15 \text{ N/mm}^2$  und  $0,28 \text{ N/mm}^2$  (trocken vermauert) sowie zwischen  $0,20$  und  $0,55 \text{ N/mm}^2$  (feucht vermauert).

## **6. Einfluss der Prüfkörperdicke**

Zunächst völlig unerwartet zeigte sich bei Materialien aus dem gleichen Herstellwerk ein deutlicher Einfluss der Prüfkörperdicke auf das Versuchsergebnis.

Ein Einfluss aus Materialeigenschaften kann dabei ausgeschlossen werden, da die Scherbenrohddichte der drei unterschiedlichen Ziegelsorten nahezu identisch war.

Eine ergänzende Untersuchung an Material aus einem weiteren Herstellwerk führte zu ähnlichen Ergebnissen.

Bezogen auf den Messwert für die Ziegelbreite 300 mm sind die Versuchsergebnisse für dünnere Wanddicken deutlich größer, s. Bild X.

Hier besteht vor der Normung des Prüfverfahrens in der Normenreihe EN 1052 noch erheblicher Klärungsbedarf.

## **7. Vergleich der Abreiversuche mit Biegezugprüfungen nach EN 1052-2**

In /1/ wurden einige Versuchsserien mit dem Verfahren nach EN 1052-2 durchgeführt. Es ließ sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der beiden Prüfverfahren herstellen. Für die untersuchte Wanddicke 115 mm waren die Versuchsergebnisse an kleinen Mauerwerkprüfkörpern mit  $0,23$  bzw.  $0,31 \text{ N/mm}^2$  deutlich geringer als die Werte aus den entsprechenden Abreiversuchen.

Dagegen wurden für die Wanddicke 300 mm mit dem Verfahren nach EN 1052-2 etwas größere

Werte als mit den Abreiversuchen ermittelt.

Dies stimmt tendenziell mit Ergebnissen aus /2/ überein. Auch hierzu besteht weiterer Klärungsbedarf.

## **8. Zusammenfassung**

Die Versuchsergebnisse aus /1/ bestätigen die grundsätzliche Möglichkeit, auch für Mauerwerk aus Hochlochziegeln mit Normal- und Leichtmörtel eine charakteristische Biegezugfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge bei der Bemessung anzusetzen.

Unter der Voraussetzung, dass mit dem Prüfverfahren an kleinen Wandprüfkörpern nach EN 1052-2 realistische Biegezugfestigkeiten von Mauerwerk ermittelt werden, kann nach dem derzeitigen Kenntnisstand für HLz-Mauerwerk mit Normalmörtel der Mörtelgruppe  $\geq \text{MG IIa}$   $f_{xk} = 0,15 \text{ N/mm}^2$

und für HLz-Mauerwerk mit Leichtmörtel (LM 21 und LM 36)  $f_{xk} = 0,10 \text{ N/mm}^2$  angesetzt werden.

04.09.2001  
Dr.My-GdJ