

Biegezugfestigkeit von Ziegelmauerwerk senkrecht zur Lagerfuge

1. Einleitung

Die gute Verbundfestigkeit zwischen Ziegeln und Mörtel ist eine der bekannten positiven Eigenschaften des Ziegelmauerwerks. Diese Festigkeit ist besonders bei horizontaler Belastung des Mauerwerks aus Wind oder Erddruck von Bedeutung.

Biegezugspannungen senkrecht zur Lagerfuge dürfen bisher nach DIN 1053-1 nicht angesetzt werden. Die hier vorhandenen Tragfähigkeitsreserven des Mauerwerks werden bisher nicht genutzt.

Im Rahmen der europäischen Normung und bei einer zukünftigen Überarbeitung der DIN 1053-1 wird der Ansatz von Biegezugspannungen senkrecht zur Lagerfuge diskutiert.

Im Auftrag der Arge Mauerziegel wurden daher an der MPA Hannover umfangreiche Untersuchungen zur Biegezugfestigkeit von Ziegelmauerwerk senkrecht zur Lagerfuge durchgeführt /1,2,3/.

2. Prüfverfahren

Die EN 1052-2 stellt ein Prüfverfahren zur Ermittlung der Biegezugfestigkeit von Mauerwerk an

kleinen Mauerwerkprüfkörpern zur Verfügung. Dieses Verfahren ist vergleichsweise aufwändig.

Daher wird zurzeit eine weitere europäische Prüfnorm zur Ermittlung der Haftzugfestigkeit mit einem „Abreißversuch“ (Bond-wrench-Verfahren) unter dem Arbeitstitel prEN 1052-5 erarbeitet.

Bei den Untersuchungen an der MPA Hannover wurden sowohl das Kleinkörper-Prüfverfahren nach EN 1052-2 als auch mit dem Bond-wrench-Verfahren angewendet, um mögliche Zusammenhänge zu ermitteln /1,2,3/. Das Prinzip des Prüfverfahrens zeigt Bild 1.

3. Untersuchte Einflussgrößen

Die Verbundfestigkeit zwischen Ziegeln und Mörtel kann vor allem durch

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

beeinflusst werden.

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

Alle Prüfungen wurden 15 Tage nach Herstellung der Prüfkörper durchgeführt.

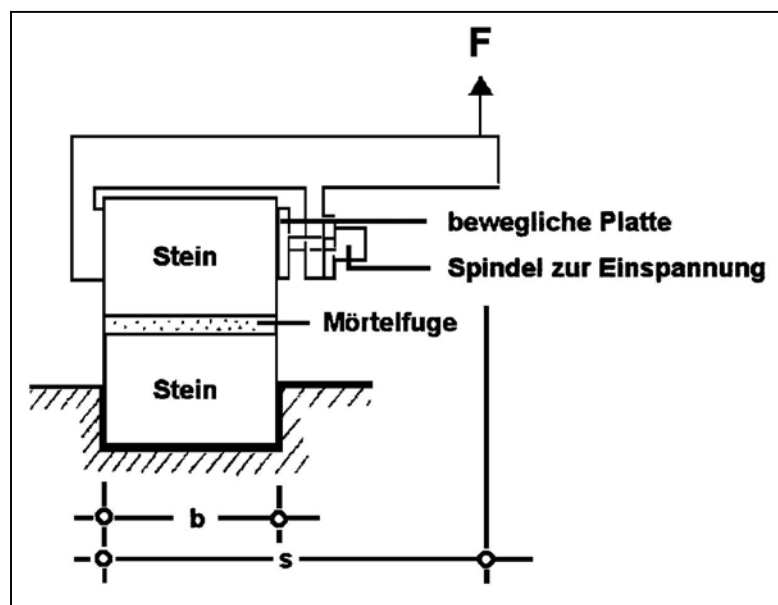


Bild 1:Prinzipskizze der Prüfeinrichtung nach prEN 1052-5

4. Versuchsergebnisse

4.1 Bond-wrench-Verfahren nach prEN 1052-5

4.1.1 Einfluss der Mörtelart

Die ermittelten Festigkeitswerte für Leichtmörtel lagen sowohl geringfügig höher als auch deutlich niedriger als die Werte für Normalmörtel.

Bei ähnlicher Wanddicke waren die Festigkeitswerte der Planziegel mit Dünnbettmörtel erwartungsgemäß höher als die Werte für Normalmörtel.

4.1.2 Einfluss der Ziegelfeuchte beim Vermauern

In /1/ wurden 3 verschiedene Werkrockenmörtel (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 (s. Bild 2).

Die Absolutwerte der Biegezugfestigkeit lagen dabei für die Serien mit Normalmörtel NM IIa zwischen 0,15 N/mm² und 0,28 N/mm² (trocken vermauert) sowie zwischen 0,20 und 0,55 N/mm² (feucht vermauert), s. Bild 3.

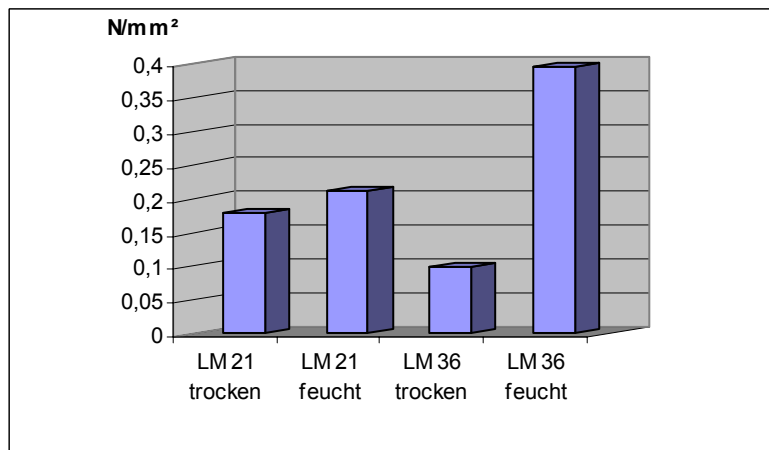


Bild 2: Biegefestigkeit nach prEN 1052-5

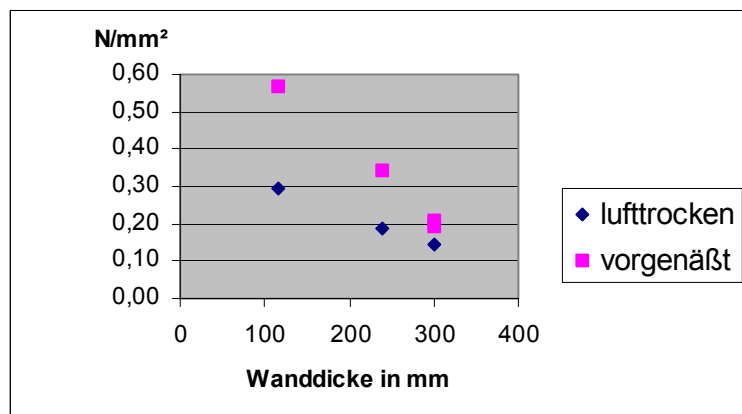


Bild 3: Biegefestigkeit nach prEN 1052-5, HLz. Normalmörtel NM II a

4.1.3 Einfluss der Saugfähigkeit der Ziegel

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

Offenbar wird durch das optimierte Wasserrückhaltevermögen moderner Werkrockenmörtel die Verbundfestigkeit kaum noch durch unterschiedliche kapillare Saugfähigkeiten beeinflusst. Die Verbundfestigkeit nach prEN 1052-5 lag bei schwach saugenden Ziegeln mit einem Wasseraufnahmekoeffizienten über die Lagerfläche von $\omega = 4 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$ sowohl bei trocken als auch bei feucht vermauerten Zie-

geln etwa 10 bis 20 % höher als bei stark saugenden Ziegeln mit einem Wasseraufnahmekoeffizienten über die Lagerfläche von $\omega = 14 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$.

4.1.4 Einfluss der Prüfkörperdicke

Völlig unerwartet zeigte sich bei Materialien aus dem gleichen Herstellwerk ein deutlicher Einfluss der Prüfkörperdicke auf das Versuchsergebnis (s. Bild 3).

Ein Einfluss aus Materialeigenschaften kann dabei ausgeschlossen werden. Eine ergänzende Untersuchung an Material aus einem weiteren Herstellwerk führte zu ähnlichen Ergebnissen, s. Bild 4.

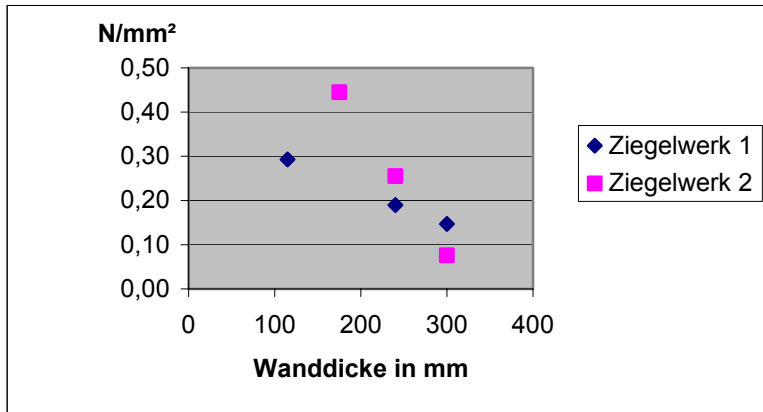


Bild 4: Biegefestigkeit nach prEN 1052-5 lufttrockene HLz, Normalmörtel NM IIa

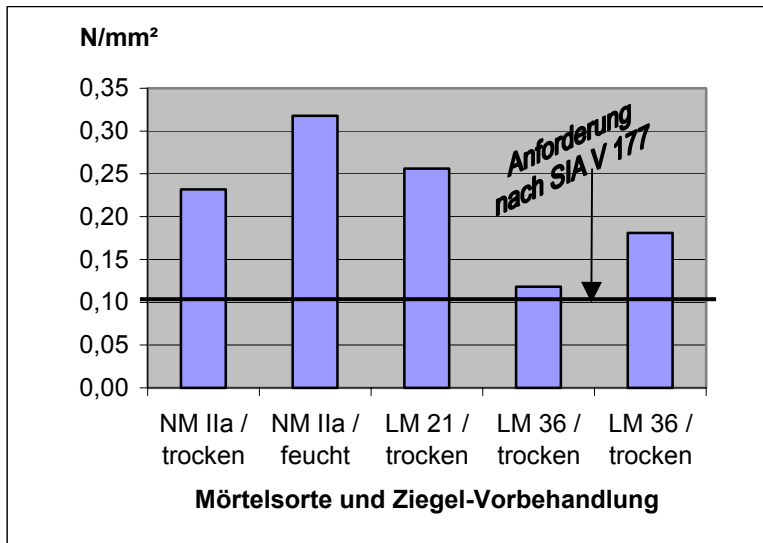


Bild 5: Biegezugfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge nach DIN EN 1052-2

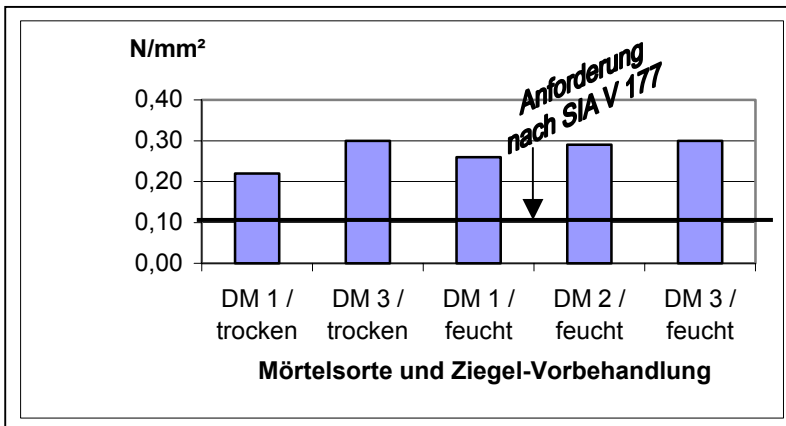


Bild 6: Biegezugfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge nach DIN EN 1052-2, Planziegel

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

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

4.2 Biegezugfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge nach DIN EN 1052-2

In /1/ und /2/ wurde Versuche zur Ermittlung der Biegezugfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge an jeweils 5 Serien von Wandprüfkörpern nach DIN EN 1052-2 durchgeführt.

Wie erwartet wurde auch hier ein günstiger Einfluss des Vornässens der Lagerfläche der Ziegel auf die Biegezugfestigkeit ermittelt. Dieser Einfluss ist jedoch bei Ziegelmauerwerk mit Normalmörtel geringer als bei den Versuchen mit dem Bond-wrench-Verfahren. Bei Planziegelmauerwerk mit Dünnbettmörtel ist der Einfluss der Ziegel-Vorbehandlung insgesamt sehr gering.

Die Versuchsergebnisse (jeweils Mittelwerte aus 5 Prüfkörpern je Serie) lagen mit 0,23 bis 0,32 N/mm² für Normalmörtel, 0,12 bis 0,26 N/mm² für Leichtmörtel und 0,22 bis 0,30 N/mm² für Dünnbettmörtel deutlich über 0,1 N/mm², s. Bilder 5 und 6.

Dieser Anforderungswert wird von der Schweizer Mauerwerksnorm SIA V 177 genannt. In /4/ wurden Ergebnisse von Schweizer Versuchen vorgelegt, bei denen dieser Anforderungswert in vielen Fällen nicht erreicht wurde.

Es ist davon auszugehen, dass dies in den in der Schweiz fehlenden Anforderungen an wichtige Mörtleigenschaften begründet ist. Die in Deutschland für Mörtel grundsätzlich erforderliche Anforderung an die Haftscherfestigkeit wird dort nicht geprüft.

4.3 Vergleich der Abreißversuche mit Biegezugprüfungen nach EN 1052-2

Bei den Versuchen in /1/ ließ sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der beiden Prüfverfahren herstellen.

Bei Ziegelmauerwerk mit Normalmörtel NM IIa in der Wanddicke 115 mm waren die Versuchsergebnisse an kleinen Mauerwerkprüfkörpern deutlich geringer (56 bzw. 78%) als die Werte aus den entsprechenden Abreißversuchen.

Dagegen wurden mit Leichtmörtel bei der Wanddicke 300 mm mit dem Verfahren nach EN 1052-2 etwas größere Werte als mit den Abreißversuchen ermittelt. Dies stimmt auch mit den Ergebnissen aus /2/ und /3/ an Planziegelmauerwerk der Wanddicke 365 mm überein. Für diese größeren Wanddicken ergaben die Versuche nach DIN EN 1052-2 5% bis 42% größere Werte als die Bond-wrench-Versuche.

Es ist zu vermuten, dass das kostengünstige Verfahren nach E DIN EN 1052-5 bei größeren Wanddicken auf der sicheren Seite liegende Biegezugfestigkeitswerte liefert. Eine Absicherung hierzu ist durch die Auswertung weiterer Vergleichsversuche erforderlich.

5. Zusammenfassung

Die Versuchsergebnisse aus /1 bis 3/ bestätigen die grundsätzliche Möglichkeit, für Mauerwerk aus Hochlochziegeln mit Normal-, Leicht-, und Dünnbettmörtel charakteristische Biegezugfestigkeitswerte senkrecht zur Lagerfuge bei der Bemessung anzusetzen.

Unter der Annahme, dass mit dem Prüfverfahren nach EN 1052-2 realistische Biegezugfestigkeiten von Mauerwerk ermittelt werden, könnte nach dem derzeitigen Kenntnisstand für HLz-Mauerwerk mit Normalmörtel der Mörtelgruppe \geq MG IIa der gleiche Wert wie für Planziegel-Mauerwerk mit Dünnbettmörtel, $f_{xk} = 0,15 \text{ N/mm}^2$ und für HLz-Mauerwerk mit Leichtmörtel (LM 21 und LM 36) $f_{xk} = 0,10 \text{ N/mm}^2$ angesetzt werden.

Grundsätzlich ist jedoch zu beachten, dass die Biegezugfestigkeit von unbewehrtem Mauerwerk sehr stark von der Aus-

führungsqualität auf der Baustelle abhängig ist. In Fällen, wo zukünftig die Biegezugfestigkeit von Mauerwerk senkrecht zur Lagerfuge rechnerisch angesetzt werden sollte, wird dem Planer daher eine konsequente Baustellenüberwachung empfohlen.

6. Literatur

/1/ Ermittlung der Biegezugfestigkeit von Ziegelmauerwerk nach dem Bond-wrench-Verfahren und an Wandprüfkörpern. Prüfbericht Nr. 982725 – A – der MPA Bau Hannover. März 2000.

/2/ Ermittlung der Biegezugfestigkeit von Planziegelmauerwerk. Prüfbericht Nr. 960331 – A – der MPA Bau Hannover. März 1998.

/3/ Ermittlung der Biegezugfestigkeit von Planziegelmauerwerk nach dem bond-wrench-Verfahren. Prüfbericht Nr. 980507 – A – der MPA Bau Hannover. März 1998.

/4/ Czaderski, C.: Leichtmauerwerk, Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit – Schweizer Untersuchungen. das Mauerwerk 5, 2001, Heft 3, Berlin, Ernst&Sohn.

Dr.My-GdJ AMz
März 2002