

# **Eigenschaftsentwicklung epoxidharzmodifizierter Mörtel auf Zementbasis bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen**

F. Kleiner, T. Wiegand, A. Osburg

Bauhaus-Universität Weimar / F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde / Professur Bauchemie und Polymere Werkstoffe, Weimar/D

## **1. Einleitung**

Zur Erstellung von dekorativen, filigranen Plastiken wurden Mörtel entwickelt, die eine hohe Biegezugfestigkeit und eine geringe Schwindneigung aufweisen sollten. Weiterhin standen die mineralische Anmutung des erhärteten Materials sowie eine in weiten Bereichen einstellbare Konsistenz des Frischmörtels für verschiedene Herstellungsarten, wie Gießen, Spachteln oder Stampfen, im Vordergrund. Mit entsprechend angepassten Epoxidharz-modifizierten Mörteln (Epoxy-modified Cement Mortar, ECM) können diese Eigenschaften erreicht werden [1]. Als Basis für die Rezepturen wurde daher ein niedrigviskoses, wasseremulgierbares Epoxidharzsystem (EP) gewählt. Im Gegensatz zu üblichen EP-Systemen ermöglicht es durch Zugabe von Wasser, die Mörtelkonsistenz nach Bedarf einzustellen. Um das vorhandene Wasser zu binden, eine mineralische Anmutung zu erzeugen und ausreichende Festigkeit zu erzielen, wurde Zement als reaktiver Füllstoff eingesetzt.

## **2. Materialien und Methoden**

Es wurden Epoxidharz-modifizierte Mörtel konzipiert, die je nach Größe des herzustellenden Objektes ein variierendes Größtkorn aufweisen (GK; 0,3 mm, 1,0 mm, 4,0 mm).

Als Bindemittel wurde ein wasseremulgierbares 2K-EP-System mit einem Wasseranteil von insgesamt 22 % eingesetzt. Weiterhin wurde ein CEM III 42,5 verwendet, wobei ein w/z-Wert zwischen 0,30 bis 0,35 angestrebt wurde. Je nach geforderter Konsistenz und eingesetztem Größtkorn ergaben sich stark variierende Polymer-Zement-Verhältnisse (p/z-Wert) von 0,25 bis 1,16. Zur Reduktion des Wasser-

gehalten wurden, bezogen auf den Zement, 2 % eines handelsüblichen PCE-Fließmittels zugesetzt.

Zur Ermittlung der Dauerhaftigkeit des Materials wurden sieben Tage alte Probekörper für drei Wochen einer Klimawechsellagerung (KWL) ausgesetzt. Ein sechsstündiger Klimazyklus bestand aus einer dreistündigen Aufheiz- und Haltephase auf 60 °C. Die Probe wurde in dieser Zeit zusätzlich mit künstlichem Sonnenlicht bestrahlt, um realitätsnahe Bedingungen für im Außenbereich positionierte Plastiken zu simulieren. Während einer 15-minütigen Beregnungsphase wurde die Probe wieder auf 20 °C heruntergekühlt. Abschließend folgte eine 2,5-stündige Abkühl- und Haltephase auf -20 °C. An den Proben wurden wöchentlich die Längen- und Masseänderungen ermittelt. Im Alter von 28 und 56 Tagen wurden die Probekörper einer Biegezug- und Druckprüfung unterzogen.

### **3. Ergebnisse und Diskussion**

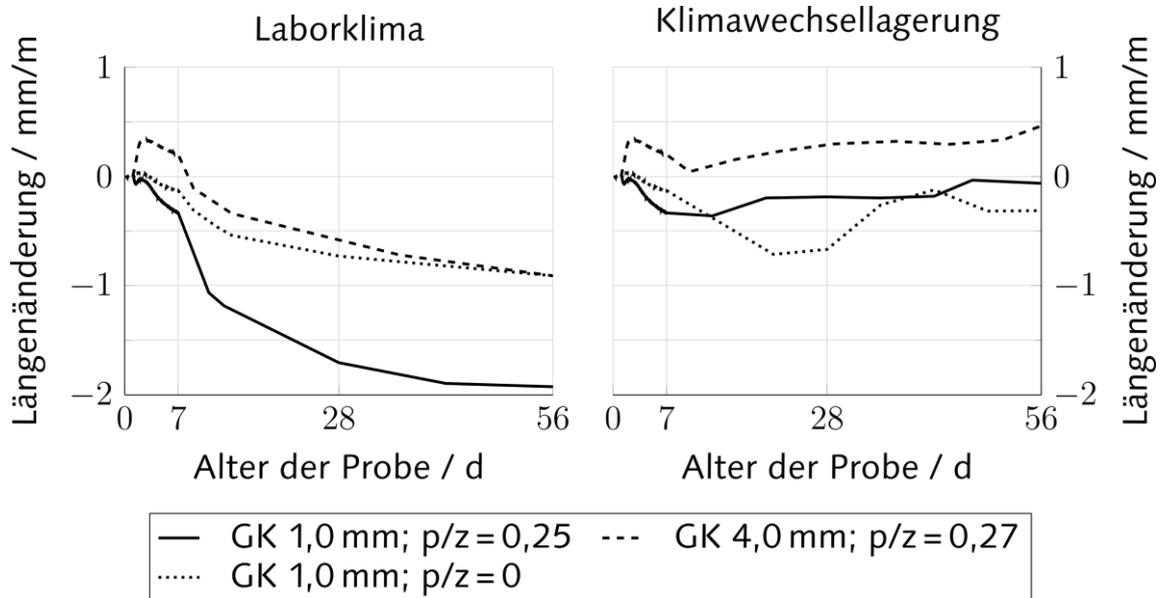
Es ergaben sich bei der Lagerung im Laborklima (LK) (20 °C, 65 % r.F.) erhebliche negative Längenänderungen, die sich sowohl auf Trocknungs- als auch auf Reaktionsprozesse zurückführen lassen. Durch den Einsatz eines PCE-Fließmittels und die Optimierung der Sieblinie konnten die negativen Längenänderungen für ein Größtkorn von 1,0 mm von 2,5 mm/m auf 1,5 mm/m verringert werden (vgl. Abb. 1). Durch den hohen Fließmittelensatz verzögerte sich der Erstarrungsbeginn auf bis zu 1,5 Tage.

Bei der Klimawechsellagerung zeigten sich bei allen Proben geringere Schwindungen. Begründen lässt sich dies mit dem hohen Feuchtigkeitseintrag, wodurch der Anteil des Trocknungsschwindens an der Gesamtlängenänderung reduziert wurde.

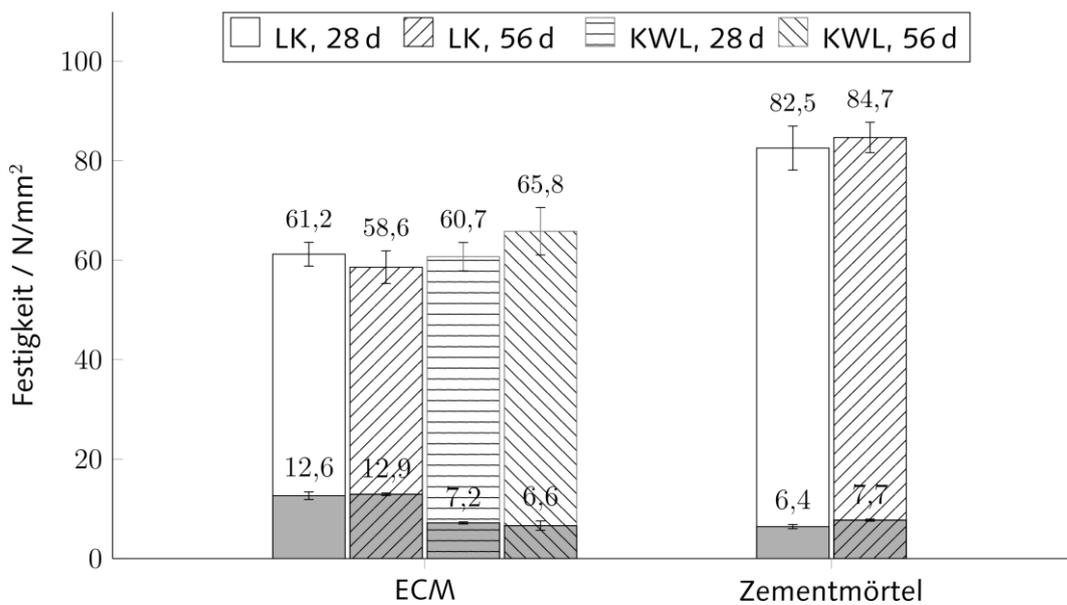
Die Mörtel zeigten nach 56 Tagen Druckfestigkeiten von bis zu 59 N/mm<sup>2</sup> (GK 1,0 mm). Mit einem Zementmörtel gleicher Sieblinie konnte mit 84,7 N/mm<sup>2</sup> eine deutlich höhere Druckfestigkeit erreicht werden, die ECM wiesen hingegen erwarteter Weise höhere Biegezugfestigkeiten auf (vgl. Abb. 2). So erreichte der Zementmörtel eine Biegezugfestigkeit von 7,7 N/mm<sup>2</sup>, während ein ECM mit dem gleichen Größtkorn eine Biegezugfestigkeit von 12,9 N/mm<sup>2</sup> aufwies.

Die Druckfestigkeiten der Probekörper, die der Klimawechsellagerung ausgesetzt wurden, waren gegenüber den Festigkeiten der im La-

borklima gelagerten Probekörper leicht erhöht. Bei Mörteln mit einem Größtkorn größer gleich 1,0 mm zeigte sich nach der Klimawechsella- gerung eine deutliche Reduktion der Biegezugfestigkeiten.



**Abb. 1:** Gesamtlängenänderung von ECM-Rezepturen mit variierendem Größtkorn im Vergleich zu einem Zementmörtel (gepunktet) unter verschiedenen klimatischen Bedingungen



**Abb. 2:** Druck- (hell) und Biegezugfestigkeit (grau) von Mörteln mit einem Größtkorn von 1,0 mm nach 28 und 56 Tagen unter verschiedenen Klimatischen Bedingungen

Optisch zeigten sich an der Oberfläche dieser Probekörper feine Risse, durch die sich die Reduktion der Biegezugfestigkeit erklären lässt (siehe Abb. 3). Diese Risse könnten durch Quell-/Schwindprozesse aufgrund von Wasseraufnahme/-abgabe oder durch Wärmedehnungsprozesse hervorgerufen worden sein.



**Abb. 3:** Probekörper eines EC-Mörtels mit GK 1,0 mm nach KWL mit deutlich sichtbaren Rissen an der Oberfläche der Schalungsseite

#### **4. Zusammenfassung**

Es konnten mineralisch anmutende ECM mit geringem Schwindmaß, leicht anpassbarer Konsistenz und hoher Druckfestigkeit konzipiert werden, die deutlich höhere Biegezugfestigkeiten aufwiesen als reiner Zementmörtel.

Nach der Klimawechsellagerung zeigten sich leichte Verbesserungen der Druckfestigkeit, während die Biegezugfestigkeit bei einigen Mörteln signifikant abnahm. Gleichzeitig zeigten sich nach den Klimawechselzyklen feine Rissysteme an der Oberfläche der Mörtelproben.

#### **Literatur**

/1/ R. P. Gieler, A. Dimmig-Osburg: „Kunststoffe für den Bautenschutz und die Betoninstandsetzung: Der Baustoff als Werkstoff“, Birkhäuser Verlag (2006)

Das Kooperationsprojekt wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Programms Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) gefördert.