

## Zemente mit ziegelhaltigen Recyclingbaustoffen im Praxistest

Forschungsprojekt „R-ZiEMENT“ zeigt, wie zirkuläre Stoffströme branchenübergreifend einen Beitrag zu Ressourceneffizienz und Klimaschutz leisten können

**Zemente mit ziegelhaltigen Recyclingbaustoffen wurden großtechnisch hergestellt und sowohl in einem Transportbetonwerk als auch in der Fertigung von Betonrohren erfolgreich erprobt. Die Arbeiten im BMBF-Verbundprojekt „R-ZiEMENT“ stehen beispielhaft für die wissenschaftlich fundierte, praxisorientierte und sektorübergreifende Forschung des VDZ für Ressourceneffizienz, Klimaschutz sowie eine langlebige und damit nachhaltige Betonbauweise.**

Basierend auf einem umfangreichen Versuchsprogramm im Labor erfolgte die Planung der Betriebsversuche im Zementwerk und der anschließenden Erprobung in einem Transportbetonwerk sowie in der Fertigung von Betonrohren. Als wichtige Voraussetzung zur großtechnischen Verwendung wurden die ziegelhaltigen Recyclingbaustoffe in Anlehnung an Prüfpläne des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) auf umweltrelevante Parameter untersucht. Die Höchstwerte der Eluat- und Feststoffparameter gemäß DIN 4226-101 wurden eingehalten. In zwei Betriebsversuchen wurden Ziegelschleifstaub und ziegelhaltige Recyclingbrechsande verwendet.

**Betriebsversuch: Ziegelschleifstaub**  
Ziegelschleifstaub ist ein Nebenprodukt aus der Herstellung wärmedämmender Planziegel. Derartige Schleifstäube weisen einen Anteil an reaktionsfähigem  $\text{SiO}_2$  zwischen 25 M.-% und 30 M.-% auf. Sie erfüllen damit das entsprechende Kriterium für natürliche getemperte Puzzolane gemäß DIN EN 197-1. Mit einem solchen Schleifstaub hoher Feinheit wurde in einem ersten Betriebsversuch beim Projektpartner Spenner GmbH & Co. KG ein kalksteinhaltiger Zement mit einem Klinkerfaktor von etwa 70 % hergestellt. Ein bei 125  $\mu\text{m}$  abgesiebter Schleifstaub des Projektpartners Leipfinger-Bader GmbH

wurde dem Mischer am Mehrkammermischsilo des Zementwerks mit einem Anteil von 10 M.-% aufgegeben. Die Klinkerkomponente war ein Portlandzement CEM I 52,5 R. Es wurden eine Anfangsfestigkeit von 33 MPa und eine Normfestigkeit von 57 MPa erreicht. Bei Zugabe von weiteren 10 M.-% Ziegelschleifstaub und einem Klinkerfaktor von etwa 60 % betragen die Anfangsfestigkeit 31 MPa und die Normfestigkeit 51 MPa.

### Betriebsversuch mit RC-Brechsand

Ein zweiter Betriebsversuch wurde durchgeführt, um ziegelhaltigen Recyclingbrechsand des Projektpartners Scherer & Kohl GmbH gemeinsam mit Klinker und Sulfatträger auf einer Umlaufmahlanlage mit Kugelmühle und Sichter zu mahlen. Der fertige Zement hatte einen Anteil von etwa 33 M.-% Recyclingmaterial. Die Druckfestigkeiten am Normmörtel betragen 28 MPa im Alter von zwei Tagen sowie 53 MPa im Alter von 28 Tagen. Die weitere Verringerung des Klinkerfaktors durch Zugabe von 10 M.-% Kalksteinmehl im Labor ergab Festigkeiten von 22 MPa (2d) bzw. 44 MPa (28d).

### Anwendung im Beton

Die Rückmeldungen der Hersteller der Transportbetone und der Betonrohre zur Verwendung des Zements aus gemeinsamer Mahlung waren sehr positiv. Zunächst wurde die Anwendung dieses Zements im Transportbeton mit  $z = 285 \text{ kg/m}^3$  und  $w/z \text{ eq} = 0,57$  ( $k = 0,4$ ) im Vergleich zu einem entsprechenden Beton mit CEM II/A-LL 42,5 N untersucht. Bei Festigkeiten von jeweils etwa 10 MPa im Alter von zwei Tagen wurden im Alter von 56 Tagen Festigkeitsunterschiede von 5 MPa ermittelt. So erreichte der CEM II/A-LL-Beton 35 MPa, während am Beton unter Verwendung des ziegelhaltigen Zements bei geringerem Klinkerfaktor 40 MPa erzielt wurden.



Bild 1: Anwendung des Versuchszements aus gemeinsamer Mahlung in der Fertigung von Betonrohren. Quelle: Betonwerk Bieren

Zulassungsrelevante Kriterien in Prüfungen des Frostwiderstandes im Würfelverfahren für die Expositionsklasse XF3 (Bewertungskriterium 10 M. % im Bild 2) und des Chlorideindringwiderstandes wurden eingehalten. Ergebnisse von Prüfungen des Frost-Tausalz-Widerstandes und des Carbonatisierungswiderstandes stehen noch aus.

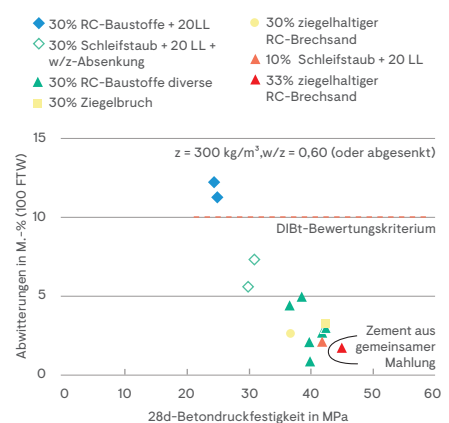


Bild 2: Abwitterungen von Betonen im Würfelverfahren in Abhängigkeit von ihrer Druckfestigkeit, Verwendung ziegelhaltiger Zemente unterschiedlicher Zusammensetzungen

Die Untersuchungen finden statt im BMBF-Verbundprojekt „Ziegelhaltige Recyclingbaustoffe als Rohstoff für ressourceneffiziente Zemente in dauerhaften Betonen“ (FKZ O33R263A-E).