

Zement und PCE für unterschiedliche Betonieraufgaben

Erfahrungen bei der Auswahl geeigneter Fließmittel für weiche bis fließfähige Betone

Text | Peter Christlmeier, Michael Hartmaier

Grafiken | © Südbayerisches Portland-Zementwerk, Rohrdorf

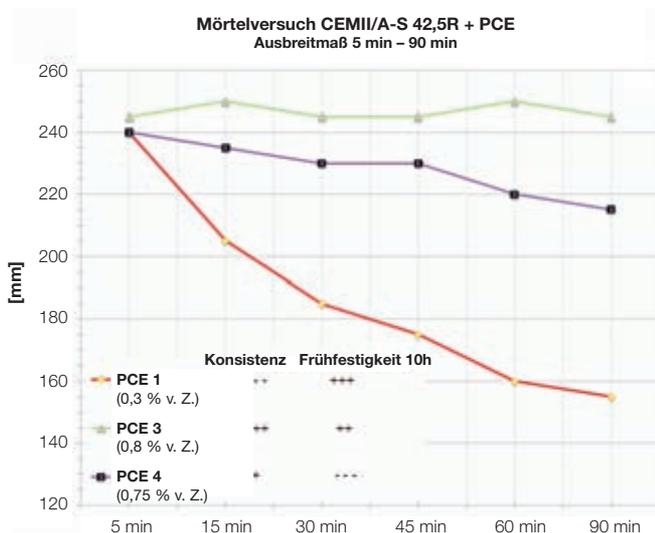
In der Baupraxis trifft unter dem Oberbegriff PCE eine Vielzahl verschiedener Polycarboxylat-FM mit unterschiedlichsten Eigenschaften auf eine große Anzahl Zemente und Zusatzstoffe unterschiedlicher Zusammensetzung.

Das Zusammenwirken von Zement (CEM) und Fließmittel (FM) auf Basis Polycarboxylat (PCE) ist sehr komplex im Hinblick auf die daraus resultierenden Frisch- und Festbetoneigenschaften. Es wird von vielen unterschiedlichen Parametern und deren Schwankungsbreite wesentlich beeinflusst: Klinkerchemie, Art und Menge von Zumahlungen zum Zementklinker und von Zusatzstoffen im Beton, Feinanteil der Gesteinskörnung, Art und Molekülstruktur des PCE, Recyclingwasser, Zusammensetzung der Porenlösung im Beton, Frischbetontemperatur etc.

Der Betonhersteller vor Ort ist ohne fachkundige Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Fließmittel für seine jeweiligen Betonieraufgaben mit dieser Vielfalt an Kombinationsmöglichkeiten CEM + PCE und deren Auswirkungen meist hoffnungslos überfordert.

Das Südbayerische Portland-Zementwerk hat im Herbst 2008 begonnen, CEM-PCE-Kombinationen systematisch und praxisnah zu testen: 5 PCE-Lieferanten; 4 CEM-Sorten; je CEM-Sorte mehrere CEM-Chargen über 1 Jahr verteilt.

Bild 1



Geprüft werden:

- Wirksamkeit (PCE-Zugabemenge für eine definierte Mörtelkonsistenz)
- Konsistenzhaltung (Verlauf Ausbreitungsmaß über mind. 90 min)
- visuelle Mörtelbeurteilung (Bluten, Entmischen, Kleben, Fließverhalten ...)
- Festigkeitsentwicklung nach 8, 10, 16, 26 Std., 28 Tagen

Die Konsistenzprüfung erfolgt mit einem speziell konzipierten Mörtel auf dem Haegermann-Tisch; die Druckfestigkeit wird mit derselben Mörtelrezeptur an Prismen (wärmege-dämmte Kunststoffschalung) ermittelt.

Die Ergebnisse der Konsistenzprüfung an diesem Mörtel sind auf Beton gut übertragbar (Bild 1, 2). Die Prismen liefern einen rel. Festigkeitsvergleich zur Vorabschätzung des Erhärtungsverlaufs des Betons (langsam bis sehr schnell; Bild 3).

Frischbetonkonsistenz

Mit allen geprüften CEM-PCE-Kombinationen lassen sich weiche bis fließfähige Betone einstellen. Die Konsistenzhaltung variiert bei ein und derselben Zementsorte mit verschiedenen PCE jedoch teilweise sehr stark. Das reicht vom Verlust mehrerer Konsistenzklassen innerhalb von 45 min über mehr oder weniger stark ausgeprägtes Rücksteifen oder nahezu gleich bleibende Konsistenz über mind. 90 min bis zu ausgeprägter Nachverflüssigung über Stunden.

Verschiedene CEM-PCE-Kombinationen halten die Konsistenz mit allen Zementsorten über längere Zeit – oder aber sie steifen grundsätzlich vergleichbar zurück („robuste“ PCE). Andere Kombinationen zeigen dagegen bei verschiedenen Zementsorten aus demselben Klinker – teilweise sogar auch an unterschiedlichen Chargen derselben Zementsorte – deutliche Unterschiede im Konsistenzverlauf.

Bild 2

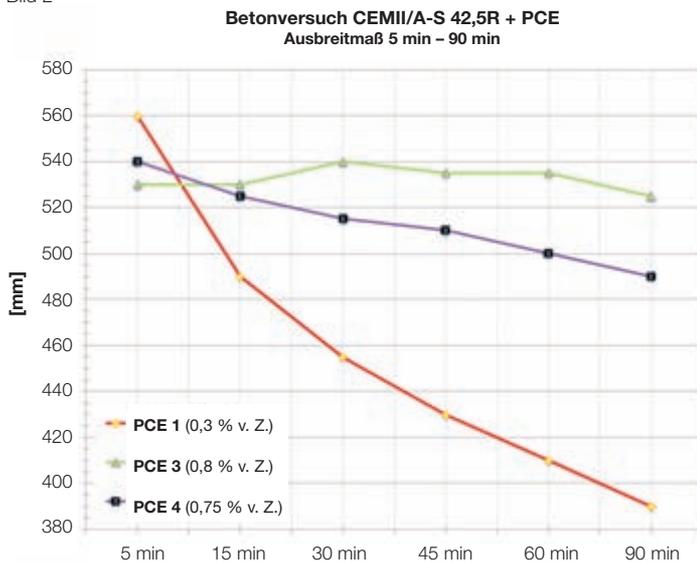
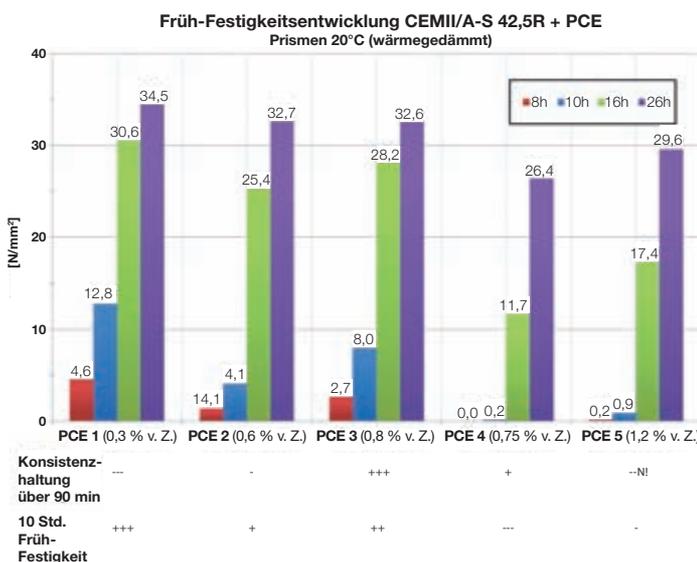


Bild 3



Die Frühfestigkeitsentwicklung lässt sich durch den Einsatz geeigneter PCE bis zu einem Betonalter von 1 bis max. 2 Tagen wesentlich beeinflussen.

Mit den beschriebenen Mörtelprüfungen können für die jeweils erforderlichen Frischbetoneigenschaften aus der Vielzahl an Produkten sog. „robuste“ PCE für die untersuchten Bindemittel und ggf. Zusatzstoffe herausgefiltert werden.

Diese ausgewählten „robusten“ PCE bewähren sich im Praxiseinsatz, d. h. auch bei den nicht vermeidbaren Produktionsschwankungen im Transportbetonwerk zeigt sich am Frischbeton mit diesen PCE ein vorhersehbarer und aussteuerbarer Konsistenzverlauf.

Die am Mörtel ermittelte Dosiermenge gibt einen ersten Anhaltswert bzgl. der Wirksamkeit (Wirtschaftlichkeit) der ausgewählten PCE.

Festigkeitsentwicklung

„Frühhochfeste“ CEM-PCE-Kombinationen erreichen bei 20° C mit der gewählten Mörtelzusammensetzung bereits nach 8–10 Std. Festigkeitswerte, die „langsame“ PCE frühestens im Alter von 16 Stunden aufweisen. Nach ca. einem Tag gleicht sich mit wenigen Ausnahmen die Festigkeitsentwicklung bei allen Kombinationen an (Bild 3). Alle PCE im Prüfprogramm verhalten sich bei den verschiedenen Zementsorten bzgl. der Beeinflussung der Frühfestigkeiten im rel. Vergleich ähnlich.

Bei vielen PCE ist eine Tendenz erkennbar – eine lange Konsistenzhaltung hat eine langsame Frühfestigkeitsentwicklung zur Folge. Dagegen führt ein schnelles Rücksteifen nicht immer zu hohen Frühfestigkeiten.

Nur mit einer PCE-Produktgruppe wurden bei sehr guter Konsistenzhaltung bereits nach 10 Stunden immer hohe Festigkeitswerte erreicht.

Der Einfluss unterschiedlicher PCE auf die Festigkeitsentwicklung von Beton ist auf den Zeitraum von 1 bis max. 2 Tagen ab Betonherstellung begrenzt.

Bei hohen bis sehr hohen Frühfestigkeitsanforderungen kann allein durch die Auswahl eines geeigneten „schnellen“ PCE die Steigerung der Frühfestigkeit nach 8 bis 10 Std. ähnlich hoch ausfallen wie bei einem Wechsel von Normal- auf Hochwertzement. (Bild 3)

Erfahrungen

Für unterschiedliche Betonieraufgaben können geeignete „robuste“ CEM-PCE-Kombinationen mit Mörtelprüfverfahren aus einer Vielzahl an Produkten mit rel. geringem Aufwand zielsicher ausgewählt werden. Die Feinabstimmung kann aber immer nur am Beton mit allen vorgesehenen Ausgangsstoffen erfolgen.

Unterschiedliche CEM-PCE-Kombinationen zeigen im Hinblick auf Wirksamkeit, Konsistenzhaltung und Frühfestigkeitsentwicklung von Beton große Unterschiede.

Durch eine gezielte PCE-Auswahl kann die Konsistenzhaltung des Frischbetons über einen Zeitraum von 2 bis 3 Stunden (mit speziellen Polymeren auch 6 Stunden) zuverlässig gesteuert werden. Die Frühfestigkeitsentwicklung lässt sich durch den Einsatz geeigneter PCE bis zu einem Betonalter von 1 bis max. 2 Tagen wesentlich beeinflussen.

Autoren:

DI Peter Christlmeier, DI Michael Hartmaier,
Südbayerisches Portland-Zementwerk, Rohrdorf
www.rohrdorfer.eu