

Einfluss von Taumitteln und Frostbeanspruchung auf die Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) in Betonen mit alkaliempfindlichen Gesteinskörnungen

Zusammenfassung und Bewertung

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Einfluss von Taumitteln auf Betone mit alkalireaktiven Gesteinskörnungen hinsichtlich der Gefahr einer betonschädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) zu untersuchen und hierbei den Einfluss einer Frost- und Frost-Tausalz-Belastung zu berücksichtigen. Die Bearbeitung des Verbundforschungsvorhabens „Alkalizufuhr von Außen“ erfolgte in enger Abstimmung der beteiligten Forschungsstellen 1 (F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Weimar), 2 (Materialforschungs- und Prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar, Weimar) und 3 (Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf).

Verschiedene praxisnahe Betonzusammensetzungen unterschiedlicher Empfindlichkeit hinsichtlich einer AKR bzw. einer Frostbeanspruchung wurden mit alkalireaktiven Gesteinskörnungen hergestellt. Zur Untersuchung des Einflusses eines Frost- bzw. Frost-Tausalzangriffes bzw. Taumittelangriffes auf eine schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion im Beton wurden mit den Betonen eine Kombination aus Frost- oder Frost-Tausalzprüfung und einer AKR-Prüfung in der 40 °C-Nebelkammer, mit dem 60 °C-Betonversuch (Forschungsstelle 2 und 3) bzw. durch eine Klimawechsellagerung (Forschungsstelle 1) durchgeführt.

Hintergrund der Untersuchungen war die Tatsache, dass alkaliempfindliche Gesteinskörnungen (E-III) der Alkali-Richtlinie des DAfStb von einer Verwendung für Fahrbahndecken aus Beton ausgeschlossen sind, da bei einem Zementgehalt von $z > 350 \text{ kg/m}^3$ in Feuchtigkeitsklasse WA und mit Erscheinen der überarbeiteten Alkali-Richtlinie im Jahr 2007 in Feuchtigkeitsklasse WS bedenkliche Gesteinskörnungen auszutauschen sind. Der Beton ($z = 400 \text{ kg/m}^3$, $w/z = 0,45$) mit einem Na_2O -Äquivalent von $\leq 1,0 \text{ M.-%}$ im Zement entsprach bis zum Erscheinen der Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau 15/2005 und 12/2006 ab Juni 2005 den Anforderungen der ZTV Beton-StB 01 an Betone für Fahrbahndecken aus Beton. Die Versuche sollten u.a. dazu dienen, die Forderung der Alkali-Richtlinie nach Austausch der alkaliempfindlichen Gesteinskörnung im gesetzten Fall zu überprüfen.

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen zum Einfluss von Taumitteln auf die Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) in Betonen, lassen sich folgende Kernaussagen ableiten:

1. Eine Alkalizufuhr von außen kann eine betonschädigende AKR verstärken, wenn alkalireaktive Gesteinskörnungen im Beton verwendet werden. Die notwendige Maßnahme zur Vermeidung einer betonschädigenden AKR bei der Möglichkeit einer Alkalizufuhr von außen ist daher die konsequente Auswahl ausreichend alkaliunempfindlicher Gesteinskörnungen. Welchen Einfluss das Na_2O -Äquivalent des Zements auf eine betonschädigende AKR bei einer Alkalizufuhr von außen hat, ist noch nicht abschließend geklärt. Hierzu werden weitere Untersuchungen im Forschungsinstitut der Zementindustrie durchgeführt.
2. Fahrbahndeckenzemente (Na_2O -Äquivalent von Portlandzementen $\leq 0,80 \text{ M.-%}$) können eine betonschädigende AKR infolge einer äußeren Alkalizufuhr bei Verwendung alkalireaktiver Gesteinskörnungen zeitlich verzögern, aber nicht in allen Fällen ver-

hindern. Die Länge der zeitlichen Verzögerung unter Nutzungsbedingungen hängt vom Na_2O -Äquivalent des Zements, von der Alkalireaktivität der Gesteinskörnung und von der Art des Taumittels ab.

3. Die untersuchten Taumittelwirkstoffe (Natriumchlorid, Natriumacetat und Kaliumacetat) unterscheiden sich in ihrer Wirkung auf eine AKR voneinander. In der Reihenfolge Natriumchlorid < Natriumacetat < Kaliumacetat nimmt die schädigende Wirkung bei vergleichbarer Konzentration i. d. R. zu, sofern im Beton alkalireaktive Gesteinskörnungen enthalten sind.
4. Die untersuchten Taumittelwirkstoffe dringen während der Klimawechsellagerung unterschiedlich stark in die Probekörper ein. Besonders hohe Eindringtiefen von > 60 mm ergaben sich für eine Kaliumacetatlösung, was mit dem Grad der festgestellten AKR-Schädigung anhand der ausgewerteten Dünnschliffe übereinstimmte.
5. Die Nebelkammerlagerung nach Alkali-Richtlinie (Teil 3) ist als AKR-Performance-Prüfung für projektspezifische Betone unter Berücksichtigung einer Alkalizufuhr von außen nicht geeignet. Daher wurden der 60 °C-Betonversuch, der international angewendet wird (Forschungsstelle 3) und die Klimawechsellagerung (Forschungsstelle 2) erfolgreich in die Untersuchungen einbezogen.
6. Mit steigender Salzkonzentration nimmt das Schädigungspotenzial einer AKR bei Verwendung reaktiver Gesteinskörnungen zu. Mit zunehmender Salzkonzentration sind daher im 60 °C-Betonversuch mit einer Alkalizufuhr von außen höhere Dehnungen zu verzeichnen.

Die Untersuchungen wurden aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) gefördert (AiF-FV-Nr.: 13678 BG).