

Kurzbericht

Dauerhaftigkeit von Beton nach dem Performance-Prinzip – Bewertung von Laborprüfverfahren zum Karbonatisierungs-, Chlorid-, Frost-/ Frost-Tausalz- und Säurewiderstand

Förderkennzeichen: AiF 21835 N
Bearbeitungszeitraum: 01.05.2021 bis 31.10.2023
Kontaktpersonen: Dr.-Ing. V. Feldrappe v.feldrappe@fehs.de
Dr.-Ing. A. Ehrenberg a.ehrenberg@fehs.de

Hintergrund und Zielstellung

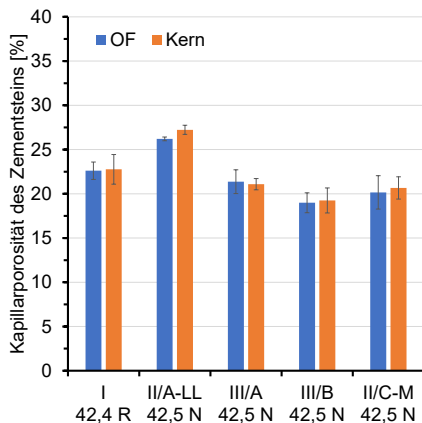
Im Rahmen des vom DAfStb koordinierten Verbundprojekts aus 5 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) über die AiF geförderten Forschungsvorhaben wurde dieses Teilprojekt 3 vom FEhS-Institut in Zusammenarbeit mit dem dem KIT Karlsruhe und der Ruhruniversität Bochum bearbeitet. Ziel des Teilprojekts war es, auch künftig, d. h. mit neuen Zementen und anderen Betonbestandteilen, Betone mit erhöhtem Chlorideindring-, Karbonatisierungs-, Frost-/Frost-Tausalz- und Säurewiderstand herstellen zu können. Für diese Betone gibt es naturgemäß keine Erfahrungen, die im bisherigen deskriptiven Konzept der Betonnormung abgebildet sind. Daher ist es notwendig, diese Eigenschaften in einschlägigen Prüfverfahren praxisgerecht bewerten zu können. Die Prüfverfahren in ihrer bisherigen Ausführung weisen jedoch diesbezüglich Korrekturbedarf auf, da u. a. die vorgeschriebenen Vorlagerungsbedingungen der Prüfkörper zu Prüfergebnissen führen können, die nicht den Praxiserfahrungen entsprechen. Das FEhS-Institut beschäftigte sich mit der Prüfung und Bewertung des Frost-Tausalz-Widerstands von Betonen, wobei zum einen die Frage geklärt werden sollte, ob die im IGF-Vorhaben 18183 (2015-2017) [1] im Hinblick auf die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich einer Modifizierung der Vorlagerungsbedingungen auch auf die anderen Prüfverfahren übertragbar sind. Zum anderen war es Ziel zu überprüfen, ob eine ausreichend hohe Trennschärfe bei der Beurteilung des Frost-Tausalz-Widerstands von Betonen gegeben ist.

Ergebnisse

An dieser Stelle wird nur auf die Ergebnisse des FEhS-Instituts eingegangen. Aufbauend auf den langjährigen Erfahrungen des FEhS-Instituts zum Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand von Beton wurde insbesondere dem Einfluss der Vorlagerung von Betonprüfkörpern auf die praxisgerechte Prüfung von Betonen, insbesondere solchen mit langsamerer Erhärtungsgeschwindigkeit, nachgegangen. Die normengemäße Nachlagerung (1 Tag in Form, 6 Tage unter Wasser bei 20 °C und 21 Tage im Laborklima bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchtigkeit) führt insbesondere im oberflächennahen Bereich langsamer erhärtender Betone zu deutlich höheren Kapillarporositäten und geringeren Hydratationsgraden. Durch eine Modifikation der Lagerung, bei der der Beton für 7 Tage geschützt in der Form, 14 Tage unter Wasser bei 20 °C und abschließend 7 Tage im Laborklima bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchtigkeit gelagert wird, entwickeln sich oberflächennahe Gefügestrukturen und Hydratationsgrade der Zemente, die mit den Eigenschaften des Kernbereichs vergleichbar sind (Bild 1). Darüber hinaus entspricht diese Gefügestruktur auch eher der Gefügestruktur von Praxisbetonen vor ihrer ersten Frostbeanspruchung. Das Ziel des Projekts, praxisnähere Prüfbedingungen zu schaffen, wurde also erreicht.

[1] V. Feldrappe, A. Ehrenberg: Modifikation der Vorlagerungsbedingungen beim CDF-Test zur Vermeidung von Widersprüchen bei der Beurteilung des Frost-Tausalz-Widerstands von Beton zwischen Labor und Praxis. Report - Wissenschaftsprojekte des FEhS-Instituts 24 (2017) Nr. 2, S. 12-18 <https://www.fehs.de/unser-service/downloads>

Beton mit $z = 320 \text{ kg/m}^3$ und $w/z = 0,50$
modifizierter Lagerung



Beton mit $z = 320 \text{ kg/m}^3$ und $w/z = 0,50$
modifizierte Lagerung

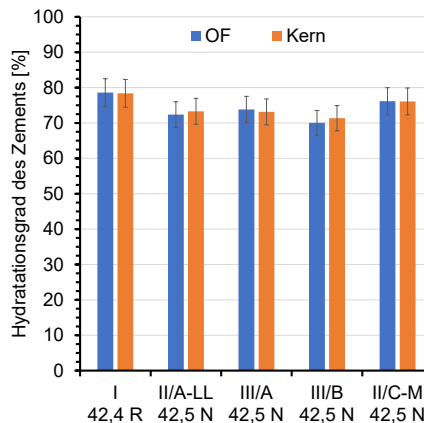


Bild 1: Zementstein der Betone mit 320 kg/m^3 Zement und $w/z = 0,50$ im oberflächennahen (OF) und im Kernbereich (links: Kapillarporosität, rechts: Hydrationsgrad)

Die veränderte Nachbehandlung der Betonprüfkörper, die zu einer praxisnahen Gefügestruktur auch im oberflächennahen Bereich führt, bewirkt eine Abnahme der absoluten Abwitterungsmengen infolge des Frost-Tausalz-Angriffs langsamer erhärtender Betone bei der Laborprüfung mittels CDF-Test. Deshalb ist auch ein neuer Horizont für die Bewertung der Prüfergebnisse notwendig. Dieser wurde basierend auf neuen Forschungsergebnissen und in Verbindung mit den Daten des Vorgängerprojekts abgeleitet. Demnach lassen sich zielsicher die Betone identifizieren, die erfahrungsgemäß in der Baupraxis einen hohen Frost-Tausalz-Widerstand besitzen, wenn sie nach 28 Frost-Tau-Wechseln eine Abwitterung von $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$ aufweisen (Bild 2). Da die statistische Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass die zu erwartenden Streuungen einer Laborserie nicht größer ausfallen als bei der Prüfung von normgemäß gelagerten Prüfkörpern (Bild 3), kann davon ausgegangen werden, dass trotz des vorgeschlagenen niedrigeren Bewertungshorizonts (bisher sieht das BAW-Merkblatt "Frostprüfung" eine maximale Abwitterung von $1,5 \text{ kg/m}^2$ vor) eine zielsichere Differenzierung der Ergebnisse möglich sein sollte.

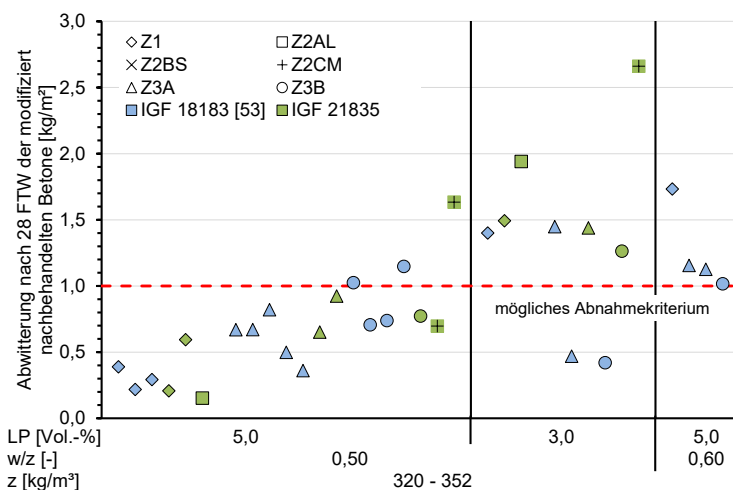


Bild 2: Bewertung des Frost-Tausalz-Widerstands modifiziert nachbehandelter Betone

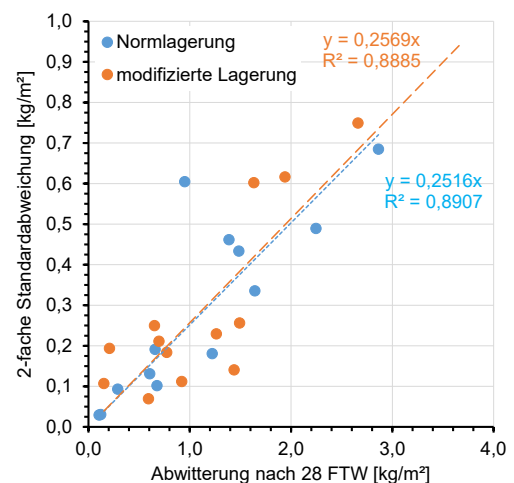


Bild 3: Streudiagramm der Abwitterungen im CDF-Test

Dank

Das IGF-Vorhaben Nr. 21835 N der Forschungsvereinigung FEhS-Institut für Baustoff-Forschung e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Für diese Förderung sei an dieser Stelle gedankt.