

## Betonstahlkorrosion in Geopolymerbetonen bei Angriff von Kohlenstoffdioxid und Chlorid

IGF-Nr. 18910 N

### Zusammenfassung

Der kritische, Korrosion auslösende Chloridgehalt für die Beurteilung der Korrosionsbeständigkeit von Betonstahl in Geopolymerbetonen ist von großer Bedeutung für die Dauerhaftigkeitsprognose für bewehrte Elemente aus solchen Materialien. Es sind kaum experimentelle Daten in der Fachliteratur vorhanden und die vorliegenden Werte unterscheiden sich zwischen den Studien erheblich. In diesem Projekt wurde der kritische, Korrosion auslösende Chloridgehalt für Betonstahl (BSt 500) in flugaschebasierten (Ca-armen) Geopolymermörtel für verschiedene Beaufschlagungskombinationen bestimmt: Chloridbeaufschlagung mit 1 M NaCl-Lösung; Auslaugen in entionisiertem Wasser und anschließende Chloridbeaufschlagung im 1 M NaCl-Lösung; Auslaugen in entionisiertem Wasser, Carbonatisierung in Luft bei 20°C und natürlicher CO<sub>2</sub> Konzentration und anschließende Chloridbeaufschlagung mit 1 M NaCl-Lösung. Für Referenz-Zwecke wurde zusätzlich der Korrosion auslösende Chloridgehalt für eine Portland-Zement Mischung bei Auslagerung in 1 M NaCl-Lösung bestimmt. Die Korrosionsinitiierung ist in dieser Studie definiert als der Zeitpunkt, an dem das freie Korrosionspotential und der Polarisationswiderstand des eingebetteten Stahls plötzlich abnimmt bzw. einen Schwellwert unterschreitet. Der gemessene Korrosion auslösende Chloridgehalt im Geopolymermörtel variierte zwischen 0,35 M.-% und 1,05 M.-% Cl, bezogen auf das Bindemittel (Medianwerte), der insgesamt niedriger liegt als die Werte, die für den Portlandzementmörtel bestimmt wurden (1,21 M.-% Cl, bezogen auf den Zement), jedoch ohne klare Tendenz bezüglich der Beaufschlagungsbedingungen. Die Chloridbindungskapazität von Geopolymermörtel wurde mit 5 % – 24 % identifiziert, was ungefähr einem Drittel des Wertes für portlandzementbasierte Materialien entspricht. Das Verhalten von Bewehrungsstahl im Geopolymermörtel wurde außerdem unter Auslaugungsbedingungen (Auslaugung im entionisierten Wasser für 330 Tage), Carbonatisierung bei Labortemperatur und natürlicher CO<sub>2</sub> Konzentration für 650 Tage und beschleunigte Carbonatisierung bei 100 % CO<sub>2</sub> mit anschließender Exposition in 1 M NaCl-Lösung untersucht. Sowohl die Auslaugung als auch die natürliche Carbonatisierung haben keine Korrosion ausgelöst. Die Exposition gegenüber 100 %

CO<sub>2</sub> Bedingungen verursachte eine Stahldepassivierung innerhalb von ca. zwei Wochen.

Weiterhin wurden Korrosion auslösende Chloridgehalte für fünf verschiedene Geopolymer-zusammensetzungen bei reiner Chloridbeaufschlagung bestimmt. Es wurden zwei sog. „one-part“ Geopolymerformulierungen (alle Aktivatoren sind im festen Zustand, nur Wasserzugabe) und drei verschiedene alkali-aktivierte Flugasche-Mischungen untersucht. Eine der „one-part“ Geopolymere und eine der Flugasche-Mischungen wurden mit Hüttensand gemischt, was die Gruppe Ca-reiche Geopolymere repräsentiert. Hierfür ergaben sich Korrosion auslösende Chloridgehalte zwischen 0,21 M.-% und 1,34 M.-% Cl. Von allen untersuchten Mörteln wurden Porenlösungen ausgepresst, die chemischen Zusammensetzungen bestimmt und diskutiert. Die Ergebnisse zeigen, mit Hinblick auf die dauerhaftigkeitsrelevanten Transportkoeffizienten und das elektrochemische Verhalten der eingebetteten Bewehrungsstäbe, dass Ca-arme Materialien einen geringeren Korrosionsschutz als die portlandzementbasierten Materialien aufweisen, und dass die Unterschiede zwischen den Eigenschaften dieser Materialien einen Einfluss darauf haben können, welche Parameter maßgebend für die Initiierung der Korrosion sind. Möglicherweise sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um die eingebettete Stahlbewehrung vor Korrosion zu schützen.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 11/2015 bis 05/2019 von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin (Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Tel. 030 8104-1009 unter der Leitung von Dr. Jürgen Mietz (Leiter der Forschungsstelle: Prof. Dr. Ulrich Panne).

Weitere Informationen erhalten Interessenten direkt bei der Forschungsstelle oder unter Angabe der IGF-Vorhaben Nr. bei der Abteilung Forschungsförderung und Tagungen der DECHEMA e.V..

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 18910 N der Forschungsvereinigung GfKORR e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.