

# Korrosionsverhalten der Bewehrung im Bereich von Rissen bei Verwendung hochfester Betone in den Expositionsklassen XD1 und XD3 unter Praxisbedingungen

M. Raupach, J.Warkus

In Auslagerungsversuchen unter Praxisbedingungen sollte das unterschiedliche Verhalten normalfester und hochfester Betone mit und ohne Zugabe von Silikastaub im Hinblick auf eine zu erwartende Makroelementkorrosion im Bereich von Rissen untersucht werden. Es zeigte sich jedoch, dass selbst nach einer Auslagerungsdauer von 4 Jahren an einer Bundesautobahn mit erhöhtem Tausalzeinsatz es an keinem der Versuchskörper zu einer dauerhaften Depassivierung der eingelegten Anodenstäbe und dementsprechend zur Bildung eines stabilen Makroelementes gekommen ist. Auch die aus einem den Minimalanforderungen entsprechenden Beton hergestellten Körper, die in einem Abstand von ca. 1,1 m zur Fahrbahn direkt dem Spritzwasser ausgesetzt waren, zeigten keine Makroelementaktivitäten. Eine vergleichende Bewertung der unterschiedlichen Betone und Auslagerungsbedingungen im Sinne der oben genannten Fragestellung ist deshalb zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

Die aufgezeichneten Daten lassen jedoch vermuten, dass es an einigen Körpern zumindest zu kurzzeitigen Depassivierungen der Anodenstäbe gekommen ist, die jedoch nicht zu einem stabilen Makroelement geführt haben. Auch wenn es dort vorübergehend zu einer Narbenbildung ("Pitting") an der Stahloberfläche durch die eingedrungenen Chloridionen gekommen sein sollte, konnten diese Stellen vermutlich bereits innerhalb kurzer Zeit repassivieren.

Eine Reduzierung der Rissbreite durch Kriechverformungen kann in Anbetracht der geringen Rissbreitenänderungen als Grund für das langsamere Depassivierungsverhalten ausgeschlossen werden. Hinsichtlich der möglichen Gründe für die Inaktivität der Versuchskörper ist es sinnvoll, zwischen den beiden Expositionen zu unterscheiden. Die Risse im Sprühnebelbereich zeigten keine Ablagerungen, der Zutritt für die Chloridionen von außen war somit möglich. Es ist deshalb anzunehmen, dass der Antransport von Chloriden durch den Sprühnebel (XD1) zu gering war, um während der Auslagerungsdauer eine ausreichend hohe, zur dauerhaften Depassivierung führende Chloridkonzentration an der Stahloberfläche des Anodenstabes herbeizuführen. Die Proben im Mittelstreifen (Spritzwasser, XD3) waren einem stärkeren Chloridangriff ausgesetzt, der zu einer im Mittel doppelt so hohen Chloridkonzentration an der Versuchskörperoberfläche geführt hat. Hier waren jedoch Ablagerungen im Inneren der Risse durch Schmutz- oder Staubpartikel erkennbar, die das Eindringen von chloridhaltigem Wasser und somit den Zutritt von Chloridionen zu der Stahloberfläche stark verzögern können. Ob der Chloridantransport durch Spritzwasser ausgereicht hätte, ohne diese

Ablagerungen eine Depassivierung des Anodenstabes herbeizuführen, kann jedoch aufgrund der Untersuchungsergebnisse nicht festgestellt werden.

Ebenso kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht geklärt werden, ob es durch diese Vorgänge auch zu geringeren Makroelementströmen im Vergleich zu den Ergebnissen des Forschungsvorhabens V 376 /1/ nach vollständiger Depassivierung der Anodenstäbe kommen wird und welchen Einfluss die Betonzusammensetzung dann hat. Die Möglichkeit besteht jedoch, da die Ablagerungen einen langsameren Abtransport der Korrosionsprodukte hervorrufen würden und somit auch der weitere Korrosionsfortschritt gehemmt wäre.

Es bleibt jedoch festzuhalten, dass im Hinblick auf den Zeitraum bis zur Depassivierung die Ergebnisse der Laboruntersuchungen /1/ nicht uneingeschränkt auf die Praxis übertragbar sind. Die künstliche Beaufschlagung in Form einer Risstränkung mit chloridhaltigem Wasser an einer horizontalen, gerissenen Fläche stellt einen stark beschleunigten Angriff im Vergleich zur Exposition der Versuchskörper dar. Unter den gewählten Bedingungen mit einer vertikal orientierten, gerissenen Oberfläche, die durch tausalzhaltiges Wasser benetzt oder besprüht wird mit bereichsweisen Ablagerungen im Rissbereich, ist vielmehr davon auszugehen, dass der Zeitraum bis zur Depassivierung erheblich länger ausfällt. Somit zeigen die Ergebnisse der Auslagerung unter Praxisbedingungen ein erheblich besseres Verhalten, als aufgrund der Laborversuche angenommen werden konnte. Eine Quantifizierung diesbezüglich und nachfolgende Übertragung der Ergebnisse auf Bauwerke ist jedoch erst möglich, wenn die Probekörper aktiv geworden sind.

Da die Herstellung der Probekörper und die Entwicklung der Messtechnik mit einem nicht unerheblichen Aufwand verbunden war, es bis zum jetzigen Zeitpunkt aber nicht zu einer ausreichenden Depassivierung der Anodenstäbe gekommen ist, sollte die Auslagerung und messtechnische Überwachung der Probekörper zunächst weiter fortgesetzt werden. Sollten sich im Verlauf der nächsten Jahre an den Körpern Korrosionsaktivitäten zeigen, kann mit der bereits vorhandenen Messtechnik das eigentliche Ziel der Untersuchungen, der Vergleich der unterschiedlichen Betone im Hinblick auf das Depassivierungs- und Korrosionsverhalten, weiter verfolgt werden.

## **LITERATUR**

/1/ Raupach, M. ; Schießl, P. ; Dauberschmidt, C. ; Wiegrink, K.-H.:  
Korrosionsmechanismen im Bereich von Rissen bei hochfestem Beton. Aachen :  
Institut für Bauforschung, 2001. - Forschungsbericht Nr. F 580