

## **Empfehlung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) zu den erforderlichen Nachweisen der Bauprodukte für den kathodischen Korrosionsschutz (KKS) im Betonbau**

Stand: 2009-06-05;

Ersatz für die Empfehlung vom 16.04.2008 (Änderungen gekennzeichnet)

### **1 Veranlassung**

Die Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb führt in Abschnitt 6.6 den kathodischen Korrosionsschutz (KKS) als eine mögliche Lösung für die Sicherstellung des Korrosionsschutzes der Bewehrung an. In Teil 1, Abschnitt 6.6.1, Absatz 3, der Instandsetzungsrichtlinie wird hinsichtlich der bautechnischen Eignung und Dauerhaftigkeit des Anodensystems **einschließlich Einbettungsmörtel** eine bauaufsichtliche Zulassung gefordert.

Da sich der Erkenntnisstand bezüglich der Eignung und Dauerhaftigkeit von Anodensystemen in den letzten Jahren deutlich verbessert hat und DIN EN 12696 inzwischen Anforderungen an die Anodensysteme festlegt, wird das KKS-System bei Stahlbetonbauwerken, insbesondere im Bereich chloridgeschädigter Parkbauten zunehmend als Option für eine Instandsetzung in Betracht gezogen. **Ein Einsatz des Verfahrens erfordert im standsicherheitsrelevanten Bereich eine projektbezogene Zustimmung im Einzelfall des Anodensystems einschließlich Einbettungsmörtel durch die zuständige Bauaufsichtsbehörde.** Diese Entwicklungen hat der DAfStb zum Anlass genommen, Empfehlungen für ein einheitliches Anforderungsprofil in Bezug auf das gesamte KKS-System zu geben, das im Rahmen der Zustimmung im Einzelfall angewendet werden sollte.

### **2 Technische Grundlagen**

Beim kathodischen Korrosionsschutz wird das Potential der Bewehrung über ein Anodensystem so abgesenkt, dass die Korrosionsgeschwindigkeit der Bewehrung auf ein unschädliches Maß reduziert wird. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Anodensysteme für den Einsatz im Betonbau entwickelt, die u. a. in DIN EN 12696 beschrieben sind. Die zu erwartende Nutzungsdauer der Anodensysteme ist dabei unterschiedlich.

Die längsten und umfangreichsten Erfahrungen liegen international für das Anodensystem aus aktiviertem Titan in Mörtel vor.

Es hat sich gezeigt, dass nach NACE TM 0294 geprüfte Titananoden ohne weitere Nachweise für den Betrieb von KKS-Systemen empfohlen werden können.

Eine allgemeine Klassifizierung der Schutzdauern der verschiedenen Anodenmaterialien ist nicht ohne Weiteres möglich, da sie von zahlreichen Faktoren abhängt, wie z. B. der Dauerhaftigkeit des Anodenmaterials, der Ausführungsqualität bei der Installation, dem Zustand des Bauwerkes und dem Betrieb des KKS-Systems.

Anodensysteme können aus einer Anode und einer Anodeneinbettung bestehen. Über den Einbettungsmörtel wird die Anode an die zu schützende Betonoberfläche angekoppelt. Diese Einbettungsmörtel müssen in der Lage sein, den für den KKS erforderlichen elektrischen Strom von der Anode an die Bewehrung weiterzuleiten und dabei gleichzeitig weitere Anforderungen an die Haftung zum Untergrund, die Dauerhaftigkeit und bauwerksspezifische Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (Befahrbarkeit, etc.) erfüllen. Da i. d. R. bereichsweise ein Betonersatz erforderlich ist, müssen des Weiteren die Eigenschaften des Betonersatzsystems (Haftbrücke, Feinspachtel, Instandsetzungsmörtel, etc.) mit dem KKS-System kompatibel sein. Insbesondere ist zu beachten, dass Produkte mit hohem Kunststoffgehalt möglicherweise keine ausreichende elektrische Leitfähigkeit aufweisen.

Auf die Anforderungen an die zu den Anodensystemen gehörigen Einbettungsmörtel sowie die Produkte für den Betonersatz wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

### **3 Anforderungen an das KKS-System**

DIN EN 12696 fordert generell eine Übereinstimmung aller Materialien und Applikationsverfahren mit der Normenreihe EN 1504 "Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken". Zurzeit wird die Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb überarbeitet und an die Europäische Normenreihe EN 1504 angepasst. Für die Verwendung von Oberflächenschutzsystemen und Rissfüllstoffen mit CE-Zeichen nach EN 1504 Teile 2 und 5 wurden die Restnormen DIN V 18026 und DIN V 18028 veröffentlicht und bauaufsichtlich eingeführt. Die Verwendung von Instandsetzungsmörtel und -beton gemäß DIN EN 1504-3 für Instandsetzungen von Betonbauteilen, bei denen die Standsicherheit betroffen ist, ist derzeit noch nicht geregelt und bedarf somit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Grundsätzlich sollten in einem KKS-System Mörtel eingesetzt werden, die die Anforderungen der Instandsetzungsrichtlinie erfüllen. Der Einbettungsmörtel ist dabei Bestandteil eines Betonersatzsystems gemäß Instandsetzungsrichtlinie für den vorgesehenen Anwendungszweck. Als zusätzliches Leistungsmerkmal ist der elektrische Widerstand des Einbettungsmörtels maßgebend. Weiterhin ist eine KKS-Funktionsprüfung am Gesamtsystem (ohne Oberflächenschutzsystem) vorzusehen.

DIN EN 12696 fordert in Abschnitt 5.10.4 und analog in 5.11:

*„Der elektrische Widerstand des Reparaturmaterials muss innerhalb von 50 % bis 200 % des nominellen elektrischen Widerstandes des Ausgangsbetons liegen. Anodenüberdeckungen dürfen 200 % des elektrischen Widerstandes des Ausgangsbetons bis zu einem Maximum von 100 kΩcm in den Umgebungsbedingungen überschreiten, solange die Anode in der Überdeckung in der Lage ist, den entsprechenden Strom bei dem entsprechenden Potential in einer Überdeckung dieses Widerstandes fließen zu lassen.“*

Auch in der überarbeiteten Fassung der DIN EN 12696 wird voraussichtlich eine Anpassung des elektrischen Widerstandes des Einbettungsmörtels bzw. des Betonersatzsystems an den Widerstand des Betons gefordert werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die o. a. Kriterien für alle Feuchteverhältnisse gelten, die bei den betreffenden Bauteilen vorkommen, d. h. bei frei bewitterten Flächen von der

Wassersättigung bis in den weitgehend trockenen Zustand. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Die Widerstände des Altbetons unterliegen i. d. R. erheblichen material- und expositionsbedingten Streuungen, und
- die Widerstände der Mörtel unterliegen naturgemäß nicht der gleichen Feuchteabhängigkeit wie die der Altbetone.

Eine exakte Anpassung des Elektrolytwiderstandes über das gesamte relevante Feuchtigkeitspektrum innerhalb der derzeit noch vorgegebenen Grenzen ist daher technisch nicht möglich, aber auch i. d. R. nicht erforderlich.

Um der Forderung nach einem möglichst gleichen Elektrolytwiderstand zwischen Betonersatz und Einbettungsmörtel sowie Ausgangsbeton und damit einer möglichst gleichmäßigen Schutzstromverteilung sinnvoll nachzukommen, werden folgende Nachweise empfohlen:

- KKS-Funktionsprüfung: Erreichen des Schutzkriteriums, z. B. 100 mV-Kriterium, mit dem gesamten Anodensystem (z. B. Anode und Einbettungsmörtel, ggf. mit vorgesehendem Betonersatzsystem (Haftbrücke, Instandsetzungsmörtel, etc.)) für den KKS für die zu erwartenden Umgebungsbedingungen und Betondeckungen.
- Prüfung des elektrischen Widerstandes zur Abstimmung des Einbettungsmörtels auf den Betonuntergrund: Nachweis der Ähnlichkeit der elektrischen Widerstände des Einbettungsmörtels und des Betonuntergrunds für sämtliche zu erwartenden Umgebungsbedingungen. Dies ist insbesondere bei trockener Lagerung relevant, da die elektrischen Widerstände der Mörtel nach gewisser Austrocknung unter Umständen im Vergleich zum Ausgangsbeton erheblich ansteigen.

Die KKS-Funktionsprüfung sollte so angelegt werden, dass ein möglichst großer Bereich der in der Praxis auftretenden Fälle abgedeckt wird. Als Ergebnis dieser Prüfung kann der Anwendungsbereich des Systems für verschiedene projektspezifische Fälle festgelegt werden. Für die Überprüfung der Anwendbarkeit des KKS-Systems unter den projektspezifischen Randbedingungen muss dann nur noch geklärt werden, ob diese Randbedingungen im Anwendungsbereich gemäß Systemprüfung enthalten sind.

Darauf hingewiesen sei an dieser Stelle noch, dass mit der Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes auf Spannbetonbauteile keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen.

#### **4 Schlussfolgerungen**

Im Rahmen der Erteilung von Zustimmungen im Einzelfall bei Bauprojekten, bei denen KKS für den Korrosionsschutz der tragenden Bewehrung angewendet wird, sollten im Sinne dieser Empfehlung ergänzend folgende Prüfungen durchgeführt werden:

- Eignung der Anode, z. B. bei aktiviertem Titan, Nachweis nach NACE TM 0294,
- Eignung des Einbettungsmörtels bzw. Betonersatzsystems durch Nachweis der oben genannten Systemprüfung und der Eignung des elektrischen Widerstandes zusätzlich zu den üblichen Eignungsnachweisen nach Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb.