

Merkblatt Korrosionsmonitoring

Till Felix MAYER¹

¹ Ingenieurbüro Schießl Gehlen Sodeikat GmbH, München

Kontakt E-Mail: mayer@ib-schiessl.de

Kurzfassung. Korrosionsmonitoring stellt in vielen Fällen eine wichtige und sinnvolle Ergänzung zu herkömmlichen Zustandserfassungen von Stahlbetonbauwerken dar. Allerdings existieren bis dato zu diesem Themenkomplex nahezu keine Richtlinien oder Handlungsempfehlungen. Das DGZfP-Merkblatt „Korrosionsmonitoring“, das voraussichtlich 2108 erscheint, will diese Lücke schließen. Im folgenden Beitrag wird das Merkblatt kurz vorgestellt und die Anwendung von Korrosionsmonitoring anhand von zwei Praxisbeispielen erläutert.

1. Einführung

Zerstörungsfreie Prüfverfahren bieten heute weitreichende Möglichkeiten zur Zustandserfassung und Dauerhaftigkeitsbewertung von Stahlbetonbauwerken. Allerdings gibt es speziell bei der Bewertung der Korrosionsgefährdung zahlreiche Anwendungsfälle, bei denen diese Verfahren unverändert an ihre Grenzen stoßen. Bei vielen dieser Anwendungsfälle kann Korrosionsmonitoring als sinnvolle Ergänzung zu den herkömmlichen Bauwerksuntersuchungen angewandt werden. Dabei bezeichnet der Begriff „Korrosionsmonitoring“ im Folgenden Verfahren, bei denen an ortsfesten Sensoren über einen langen Zeitraum kontinuierlich bzw. zyklisch Messungen zur Bewertung des Korrosionszustands durchgeführt werden, wohingegen unter „Bauwerksuntersuchungen“ singuläre, flächige Untersuchungen mit ortsveränderlichen Sensoren verstanden werden.

2. Korrosionsmonitoring - Anwendungsgebiete

Typische Anwendungsfälle für Korrosionsmonitoring sind Bauteile, die nach Fertigstellung nicht mehr oder nur noch mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand zugänglich sind (z.B. Gründungen, Schlitzwände, Brückenpfeiler oder Tunnelaußenseiten in chloridhaltiger Umgebung). In diesen Fällen werden Sensoren i.d.R. bereits während der Baumaßnahme installiert. Aber auch bei zugänglichen Oberflächen kann in Abhängigkeit von den Randbedingungen Korrosionsmonitoring eine sinnvolle Ergänzung zu den bekannten Bauwerksuntersuchungen darstellen. Dies gilt z.B. bei beschichteten Oberflächen, an denen eine Potentialfeldmessung nicht möglich ist. Darüber hinaus kann Korrosionsmonitoring einen wesentlichen Beitrag zu einem proaktiven Bauwerksmanagement liefern, da es - anders als die Potentialfeldmessung - einen kritischen Chlorideintrag bereits vor Erreichen der Bewehrungsoberfläche anzeigt und damit dem Bauwerksbetreiber eine langfristige Planung von Interventionsmaßnahmen wie z.B. Beschichtungen zum Unterbinden einer weiteren Chlorid-

zufuhr ermöglicht. Daneben wird Korrosionsmonitoring zur Überwachung des Korrosionsfortschritts an korrodierenden Systemen z.B. zum Nachweis des Instandsetzungserfolgs bei Anwendung des Prinzips W-Cl nach der Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb [1] eingesetzt. Im Kontext der aktuellen Diskussion um den richtigen Umgang mit Rissen in befahrenen Parkdecks, die nur über einen kurzen Zeitraum mit Chloriden beaufschlagt wurden, ist davon auszugehen, dass Korrosionsmonitoring speziell in diesem Bereich zukünftig deutlich an Bedeutung gewinnen wird.

3. Das DGZfP-Merkblatt „Korrosionsmonitoring“

3.1 Ausgangssituation

Zu den meisten zerstörungsfreien Prüfverfahren, die im Rahmen von Bauwerksuntersuchungen angewandt werden (z.B. Potentialfeldmessung, Betondeckungsmessung), existieren heute umfangreiche Richtlinien und Merkblätter, die sowohl die Durchführung der Prüfungen regeln als auch für den planenden Ingenieur und den Ausführenden mögliche Anwendungsgebiete und Anwendungsgrenzen beschreiben und damit Missverständnissen vorbeugen. Im Merkblatt B 3 [2] der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung DGZfP zur Potentialfeldmessung werden darüber hinaus auch Empfehlungen zur Ausschreibung der Messungen gegeben sowie Anforderungen an begleitende Untersuchungen definiert und somit ein wesentlicher Beitrag zur Etablierung eines einheitlichen Standards geleistet.

Im Gegensatz zu diesen Verfahren existieren für das Korrosionsmonitoring bis dato keine Richtlinien oder Handlungsempfehlungen. Dies ist umso erstaunlicher, als bereits in der Instandsetzungsrichtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton [1] aus dem Jahr 2001 in Verbindung mit dem Instandsetzungsprinzip W-Cl gefordert wird, dass zum Nachweis des Instandsetzungserfolgs bei diesem Verfahren grundsätzlich ein Korrosionsmonitoringsystem zu installieren ist. Auch in [3] wird der Hinweis gegeben, dass bei Instandsetzung kurzzeitig chloridbeaufschlagter Trennrisse in Parkdecks bei Verpressen der Risse ohne Abtrag des chloridbelasteten Betons Korrosionsmonitoring anzuwenden ist. Hinweise zur möglichen Ausführung eines derartigen Monitorings werden hingegen nicht gegeben.

3.2 Das DGZfP-Merkblatt „Korrosionsmonitoring“

Diese Lücke soll zukünftig das Merkblatt „Korrosionsmonitoring von Stahl- und Spannbetonbauwerken“ [4] der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung DGZfP füllen. Das Merkblatt wurde in der Zeit von 2015 bis 2017 vom Unterausschuss „Korrosionsnachweis“ des Fachausschusses Bauwesen der DGZfP mit tatkräftiger Unterstützung von Korrosionsfachleuten aus Österreich und der Schweiz erstellt und wird voraussichtlich 2018 veröffentlicht. Anders als bei dem Merkblatt B 3, das 2014 in der dritten überarbeiteten Fassung erschienen ist und detailliert die Ausschreibung, Durchführung und Auswertung eines etablierten Messverfahrens regelt, bestand bei dem Merkblatt Korrosionsmonitoring die Schwierigkeit darin, dass sich in der Praxis - in Abhängigkeit von der Fragestellung - unterschiedliche Messprinzipien und Sensorsysteme parallel entwickelt haben, wobei eine saubere Abgrenzung der Anwendungsgebiete unterschiedlicher Messverfahren bis dato fehlt. Dieser Tatsache trägt das Merkblatt Korrosionsmonitoring Rechnung, indem es in einem ersten Schritt die unterschiedlichen Messprinzipien mit ihrer Funktionsweise, dem Messaufbau, der Auswertung und den wesentlichen Einflussgrößen sowie der praktischen Anwendung vorstellt. Damit wird dem Planer ein komprimierter Überblick über mögliche Messprinzipien an die Hand gegeben. Darauf aufbauend werden in einem zweiten Schritt für unterschiedliche Anwendungsfälle von Korrosionsmonitoring an Stahlbetonbauwerken

(Monitoring während der Einleitungsphase bzw. während der Schädigungsphase) Hinweise zum Aufbau von Korrosionsmonitoringsystemen, den anwendbaren Messprinzipien und der Positionierung von Sensoren etc. gegeben. Anhand von Praxisbeispielen werden für einige wichtige Anwendungen die Planung und Bewertung des Korrosionsmonitorings veranschaulicht. Das Merkblatt verzichtet dabei - anders als das Potentialfeldmerkblatt - bewusst auf detaillierte Handlungsanweisungen. Eine Einführung in einige gängige Messprinzipien und Anwendungsbeispiele für Korrosionsmonitoring enthalten die folgenden Kap. 4 bis 6.

4. Messprinzipien

Unter dem Oberbegriff „Korrosionsmonitoring“ werden in der Praxis verschiedene Messprinzipien zusammengefasst, die jeweils auf der Überwachung eines Teilprozesses der Bewehrungskorrosion bzw. der Korrosionsinitiierung aufbauen. Daher sollen zum besseren Verständnis der Messprinzipien die Grundlagen der Bewehrungskorrosion im Folgenden kurz erläutert werden.

Stahl in Beton ist grundsätzlich vor Korrosion geschützt, da sich unter den hochalkalischen Bedingungen im Beton auf der Bewehrungsoberfläche ein Passivoxidfilm ausbildet, der einen weiteren Korrosionsfortschritt auf ein vernachlässigbares Maß reduziert. Eine Zerstörung dieses Passivoxidfilms kann unter baupraktischen Bedingungen im Wesentlichen durch zwei Mechanismen hervorgerufen werden:

- einen Abfall des pH-Werts des Betons als Folge einer Reaktion des Kohlendioxids in der Atmosphäre mit den Alkalihydroxiden und Calciumhydroxid im Porengefüge des Betons („Carbonatisierungsinduzierte Korrosion“),
- den Eintrag von Chloriden von der Bauteiloberfläche in das Betongefüge und in der Folge das Überschreiten einer Grenzkonzentration, des so genannten kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts, auf Bewehrungshöhe („Chloridinduzierte Korrosion“).

Für die Anwendung von Korrosionsmonitoring stellt die chloridinduzierte Korrosion den weitaus relevanteren Mechanismus dar, so dass sich die Darstellungen im Weiteren auf diesen beschränken.

Überschreitet der Chloridgehalt auf Bewehrungshöhe infolge von Aufkonzentrationen lokal den kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt, führt das i.d.R. zu einer ebenfalls lokalen Zerstörung des Passivoxidfilms, die mit einem distinkten Abfall des Bewehrungspotentials in diesem Bereich einhergeht. An diesen nun ungeschützten Oberflächen (Anoden) gehen Eisenionen (Fe^{2+}) in Lösung. Die infolge dieses anodischen Teilprozesses freigesetzten Elektronen werden an weiterhin passiven Oberflächen (Kathoden) im kathodischen Teilprozess bei der Bildung von Hydroxidionen umgesetzt. Zwischen Anoden und Kathoden fließt somit ein Korrosionsstrom, der proportional zur Eisenauflösung an der Anode ist und dem im Betongefüge ein entgegen gerichteter Ionentransport zwischen Kathode und Anode entspricht, Abb. 1.

Aus diesen Teilschritten der Korrosion bzw. Korrosionsinitiierung leiten sich in Abhängigkeit von der Fragestellung unterschiedliche mögliche Messprinzipien ab:

- Der Chloridtransport von der Betonoberfläche zur Bewehrungsoberfläche stellt eine Grundvoraussetzung chloridinduzierter Korrosion dar. Chloridgehalte lassen sich im Beton mit ionenselektiven Elektroden baupraktisch bis heute nicht mit ausreichend hoher Zuverlässigkeit bestimmen. Allerdings findet ein Chlorideintrag in den Beton grundsätzlich nur bei einem gleichzeitigen Feuchteintrag statt, so dass z.B. bei beschichteten Oberflächen ein vergleichsweise einfacher Beitrag zum Korrosionsmonitoring darin

bestehen kann, die Funktionstüchtigkeit des Beschichtungssystems durch das Überwachen zeitabhängiger Veränderung des Feuchtegehalts im oberflächennahen Beton nachzuweisen. Ein Funktionsverlust führt zu einem Feuchteintritt in das Porengefüge, der z.B. durch tiefengestaffelte Elektrolytwiderstandsmessungen mit so genannten Multi-ringelektroden festgestellt werden kann [5].

- Der Potentialabfall in anodischen Bereichen als Folge des Passivitätsverlusts kann anhand von Potentialmessungen nachvollzogen werden, bei denen die Potentialdifferenz zwischen Bewehrung bzw. im Bauwerk installierten Stellvertreteranoden und fest installierten, potentialstabilen Bezugselektroden (i.d.R. MnO_2 -Bezugselektroden) gemessen wird.
- Der Korrosionsstrom, der infolge des Passivitätsverlusts zwischen anodischen und kathodischen Bereichen fließt, kann durch Korrosionsstrommessungen überwacht werden. Dies setzt jedoch eine Trennung der kathodisch und anodisch wirksamen Oberflächen voraus, die in der Regel dadurch erreicht wird, dass im Bauteil kleinflächige „Stellvertreteranoden“ installiert werden, die für die Korrosionsstrommessung mit ausreichend großen Kathoden kurzgeschlossen werden. Als Kathoden können hierfür sowohl die vorhandene Bauteilbewehrung als auch gesondert eingebrachte Kathoden (i.d.R. Ti/MMO-Stäbe, wie sie auch für den kathodischen Korrosionsschutz zur Anwendung kommen) verwendet werden.

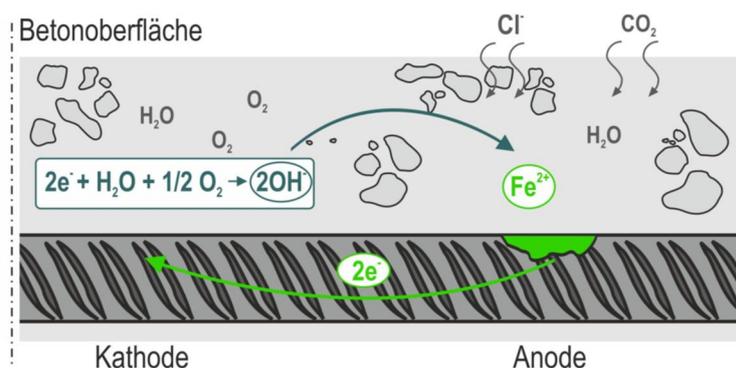


Abb. 1: Schematische Darstellung der Bewehrungskorrosion

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Messprinzipien zum Korrosionsmonitoring, auf die an dieser Stelle jedoch nicht eingegangen wird. Für weitere Informationen hierzu s. [4].

5. Monitoring bei Neubauprojekten

5.1 Grundlagen

Korrosionsmonitoring bei Neubauprojekten wird vorwiegend zur Überwachung des Eindringens der Depassivierungsfront (d.h. die Eindringtiefe des kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts) in das Bauteilinnere bei anfangs passiver Bewehrung angewandt. Zu diesem Zweck haben sich Sensorsysteme etabliert, bei denen durch eine tiefengestaffelte Anordnung von Anoden zwischen Betonoberfläche und Bewehrung das Eindringen der Depassivierungsfront anhand von Messung elektrochemischer (Potential und Korrosionsstrom) oder elektrischer (Drahtwiderstand) Kenngrößen an den Einzelanoden verfolgt werden kann. Bei Kenntnis der Tiefenlagen der Einzelanoden und der Betondeckung kann aus den Ergebnissen der Depassivierungszeitpunkt der Bewehrung abgeschätzt werden,

Aufgrund der zu erwartenden, langsamen Transportprozesse im ungerissenen Beton erfolgen die Sensorauslesungen halbjährlich. Als Messgrößen werden an jeder Anodensprosse jeweils das Potential gegen den neben jeder Anodenleiter einbetonierten Ti/MMO-Stab und der Korrosionsstrom zehn Sekunden nach Herstellen des Kurzschlusses mit dem Ti/MMO-Stab sowie der AC-Widerstand zwischen zwei benachbarten Anodensprossen aufgezeichnet. Die Korrosionsinitiierung an einer Anodensprosse zeigt sich in den Messergebnissen als deutlicher Abfall des Potentials und Anstieg des Korrosionsstroms. Dies ist beispielhaft anhand einer Anodenleiter in Abb. 3 gezeigt, bei der an der oberflächennächsten Anodensprosse A1 bei der Messung im Jahr 2010 ein deutlicher Abfall des Potentials und ein korrespondierender Anstieg des Korrosionsstroms festgestellt wurde, der auf eine Korrosionsinitiierung hindeutet. Alle anderen Sprossen sind zu diesem Zeitpunkt passiv. Im Jahr 2015 wird zusätzlich ein deutlicher Abfall des Potentials an der zweiten Sprosse A2 und ein Anstieg des Korrosionsstroms gemessen, der bei der nachfolgenden Messung 2017 noch zunimmt, während die Sensorsprossen A3 bis A6 passiv bleiben. Abb. 4 zeigt zum Vergleich einen Sensor, bei dem über den gesamten Betrachtungszeitraum an allen Anodensprossen Passivität vorliegt, was sich an den annähernd konstanten, vergleichsweise edlen Potentialen und den geringen Korrosionsströmen zeigt.

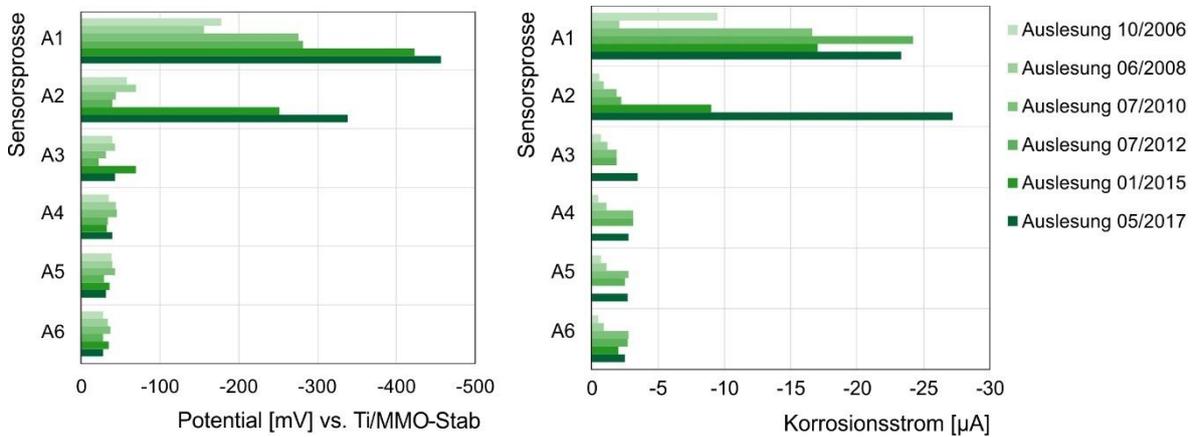


Abb. 3: Potential- und Korrosionsstromverläufe Sensor mit Korrosionsinitiierung an der 1. (2010) und 2. (2015) Anodensprosse

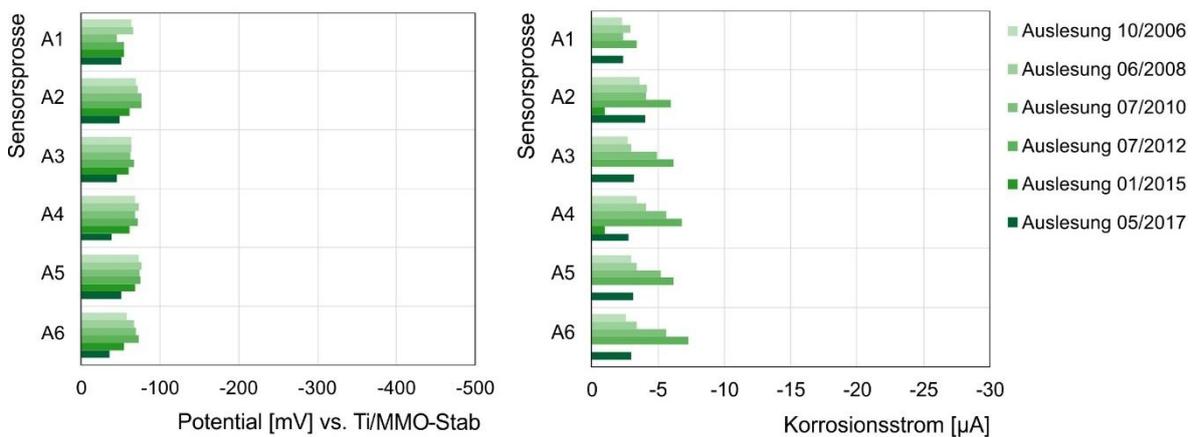


Abb. 4: Potential- und Korrosionsstromverläufe eines dauerhaft passiven Sensors auf allen Anodensprossen über den Betrachtungszeitraum

Anhand der Ergebnisse, die mit dem Korrosionsmonitoringsystem gewonnen wurden, konnte gezeigt werden, dass die tatsächliche Chlorideindringgeschwindigkeit im ungerissenen Beton noch deutlich unterhalb der im Entwurfsstadium berechneten Eindringgeschwindigkeit liegt. Weitere Informationen zu dem Projekt und der Verwendung von Sensordaten zum Update von Lebensdauerbemessungen enthalten [6] bis [8].

6. Monitoring nach erfolgter Depassivierung

6.1 Grundlagen

Monitoring nach erfolgter Depassivierung kommt derzeit vor allem zur Überwachung der zeitabhängigen Veränderung der Korrosionsaktivität nach einer Instandsetzungsmaßnahme (z.B. bei Anwendung des Instandsetzungsprinzips W-Cl) zur Anwendung [9]. Als Messprinzip eignen sich hierfür besonders Korrosionsstrommessungen, häufig in Verbindung mit Potentialmessungen und Elektrolytwiderstandsmessungen.

Die Tiefenstaffelung, die bei Neubauprojekten zur Prognose des Depassivierungszeitpunkts wesentlich ist, spielt nach erfolgter Depassivierung nur noch eine untergeordnete Rolle. Dafür stellt sich an bestehenden Bauwerken die Aufgabe, die maßgebenden Korrosionskenngrößen nach Möglichkeit am vorhandenen Korrosionssystem zu bestimmen, ohne dieses zu stark zu verändern. Das bedeutet, das nach Möglichkeit keine neuen Anoden eingebracht, sondern die Messungen an der vorhandenen Bewehrung bzw. an nachträglich isolierten Bewehrungsabschnitten durchgeführt werden sollten. Als Kathoden können analog zu den Messungen an passiven Systemen sowohl die Bauteilbewehrung als auch nachträglich eingebrachte Kathoden verwendet werden.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Messungen an korrodierenden Systemen zwar eine qualitative bzw. semiquantitative Aussage über die zeitabhängige Veränderung der Korrosionsaktivität zulassen. Rückschlüsse auf den tatsächlichen Querschnittsverlust sind hingegen nicht oder nur mit sehr großen Unsicherheiten möglich.

6.2 Praxisbeispiel – Bodenplatte einer Tiefgarage mit Rissbildung

Die eingeschossige Tiefgarage in diesem Anwendungsbeispiel wurde 1998 fertiggestellt und umfasst auf 4.000 m² rd. 160 Stellplätze. Die Gründung der Tiefgarage erfolgt über Streifen- und Einzelfundamente unterhalb der Stützen und Wände. Da die Bodenplatte rd. 70 cm tief in das Grundwasser einbindet, wurde sie über Anschlussbewehrung an die Stützen angeschlossen und die Bewehrung der Bodenplatte für die Rissbreitenbeschränkung einer WU-Konstruktion bemessen. Die Bodenplatte weist – in Abhängigkeit von der Gefälleausbildung – Bauteildicken zwischen rd. 25 cm und rd. 40 cm auf. Zum Schutz gegen einen Chlorideintrag wurde die Bodenplattenoberseite unmittelbar nach Fertigstellung mit einem starren Oberflächenschutzsystem versehen.

Eine Zustandserfassung nach rd. 15-jähriger Nutzung ergab eine ausgeprägte Rissbildung in der Bodenplatte infolge Zwangbeanspruchung. Insgesamt wurden rd. 3.000 lfm Risse in der Bodenplatte festgestellt. In den Rissen wurden bis auf Höhe der Bewehrung (Betondeckung im Mittel rd. 50 mm) lokal sehr stark erhöhte Chloridgehalte bis zu rd. 2,0 M.-%/z vorgefunden, in den meisten Rissen betrug der Chloridgehalt auf Bewehrungshöhe zwischen rd. 0,50 M.-%/z und 0,90 M.-%/z. Aufgrund der starken Abnutzung der anfangs vorhandenen Beschichtung konnte auch in den ungerissenen Bereichen auf rd. 60% der Fläche nicht ausgeschlossen werden, dass allein infolge von Umverteilungsprozessen auch ohne weiteren Chlorideintrag zukünftig Korrosion an der Bewehrung einsetzen wird.

Bewehrungs Sondierungen im Rissbereich ergaben maximale Querschnittsverluste an der Bewehrung von lediglich rd. 10%.

Eine konventionelle Instandsetzung der Bodenplatte (Abtrag des chloridbelasteten Betons bis hinter die erste Bewehrungslage mit anschließender Reprofilierung und Beschichtung sowie Bandagieren neu auftretender Risse) hätte neben den sehr hohen Kosten auch längerfristige Nutzungseinschränkungen während der Instandsetzung zur Folge. Da die Bodenplattenbewehrung in diesem Fall statisch nur eine untergeordnete Relevanz besitzt und angesichts des geringen Korrosionsfortschritts wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Bauherrn ein alternativer Instandsetzungsansatz gewählt, bei dem auf einen Betonabtrag verzichtet und oberseitig eine Beschichtung bzw. im Rissbereich Rissbandagen angeordnet wurden. In gerissenen und ungerissenen Bereichen wurde ein umfangreiches Korrosionsmonitoring-System zur Überwachung der zeitabhängigen Veränderung der Korrosionsaktivität nach Beschichtung installiert.

Insgesamt wurden 40 Monitoringstellen ausgewählt, die überwiegend in Rissbereichen mit stark erhöhten Chloridgehalten sowie z.T. in ungerissenen Bereichen mit erhöhten Chloridgehalten und als Referenz in ungerissenen Oberflächen ohne erhöhte Chloridgehalte lagen. An den Monitoringstellen wurde jeweils ein einzelner Bewehrungsabschnitt im Rissverlauf durch Überbohren der Kreuzungspunkte mit der risskreuzenden Bewehrung mit einer Kernbohrung vom Bewehrungskorb isoliert und an den Schnittflächen des isolierten Bewehrungsabschnitts („Anode“) und des Bewehrungskorbs eine Kabelverbindung hergestellt und anschließend die Bohrkernlöcher wieder mit Mörtel verschlossen. Zusätzlich wurde je ein Ti/MMO Stab und ggf. eine Bezugselektrode in Bohrungen außerhalb des Rissverlaufs eingebaut und die Bohrlöcher ebenfalls mit zementgebundenem Mörtel verfüllt.

Die Messungen wurden anfangs in einem zweimonatlichen Rhythmus durchgeführt. Zwischen den Messterminen wurden Anode und Bewehrungskorb kurzgeschlossen, um möglichst realitätsnahe Verhältnisse sicherzustellen. Zu den Messterminen wird jeweils der Elementstrom zwischen isoliertem Bewehrungselement (Anode) und Bewehrungskorb und das Korrosionspotential des kurzgeschlossenen Systems gegen den Ti/MMO-Stab bzw. die Bezugselektrode gemessen. Anschließend wird der Kurzschluss aufgehoben und nach einer Depolarisationsdauer von rd. zwei Stunden das freie Korrosionspotential von Anode und Bewehrungskorb und stichprobenartig der lineare Polarisationswiderstand der Anode bestimmt. Nach Abschluss der Messroutine wird der Kurzschluss zwischen Anode und Bewehrungskorb wiederhergestellt.

Der zeitliche Verlauf dieser Messgrößen ist für zwei Sensoren exemplarisch in Abb. 5 dargestellt. Um den z.T. unterschiedlichen Größen der isolierten Anodenelemente Rechnung zu tragen, wurde statt des gemessenen Elementstroms die Elementstromdichte als Quotient aus gemessenem Strom und Gesamtoberfläche der Anode gewählt. Bei dem in Abb. 5 links dargestellten Sensor mit anfangs erhöhter Korrosionsaktivität trat nach Aufbringen der Beschichtung ein signifikanter Anstieg des freien Korrosionspotentials der Anode in Verbindung mit einem deutlichen Rückgang des Elementstroms ein. Bei dem in Abb. 5 rechts dargestellten Sensor wurde über den Betrachtungszeitraum zwar ein Anstieg des freien Korrosionspotentials und ein Rückgang des Elementstroms festgestellt, allerdings ist für diesen Sensor rd. ein Jahr nach Aufbringen der Rissbandage unverändert von aktiver Korrosion auszugehen.

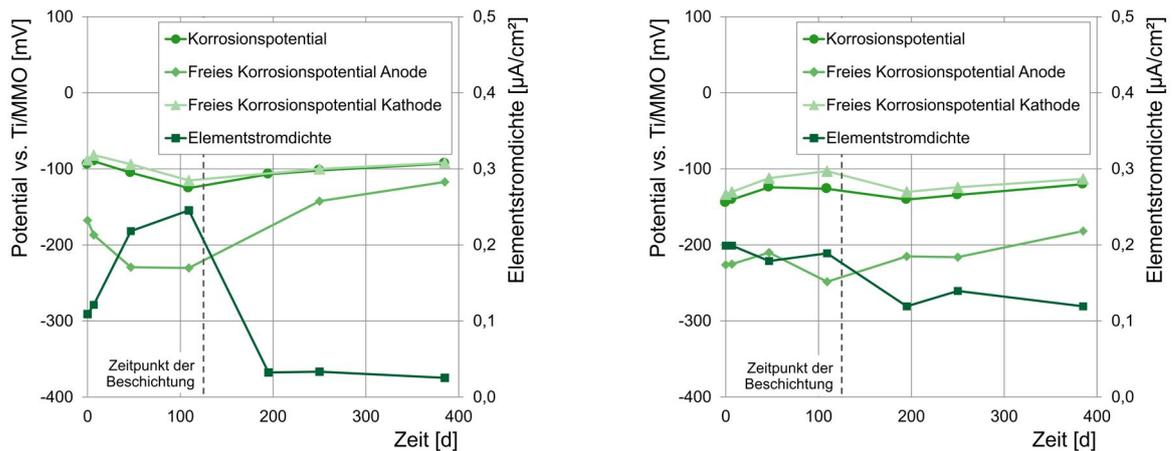


Abb. 5: Potential- und Elementstromverläufe an Korrosionssensoren im Rissbereich (links: deutlicher Rückgang der Korrosionsaktivität nach Beschichtung; rechts: geringer Rückgang der Korrosionsaktivität nach Beschichtung)

Das Verhalten des Sensors in Abb. 5 links ist repräsentativ für den Großteil der Sensoren, bei denen kurzfristig nach Applikation der Beschichtung ein deutlicher Rückgang der Korrosionsaktivität festgestellt wurde. Ungeachtet dessen wurden an einzelnen Sensoren auch mehrere Monate nach Beschichtungsauftrag noch erhöhte Elementströme aufgezeichnet. Eine Korrosionsinitiierung an Sensoren, die vor der Beschichtung als passiv eingestuft wurden, z.B. infolge von Umverteilungsprozessen wurde, zumindest im ersten Jahr Monitoring, an keinem Sensor festgestellt.

7. Referenzen

- [1] Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ – Instandsetzungsrichtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Ausgabe 2001.
- [2] Merkblatt B 3 “Merkblatt für Elektrochemische Potentialmessungen zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion“ der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung DGZfP, Berlin, 2014.
- [3] Kosalla, M.; Raupach, M.: Korrosion der Bewehrung im Bereich von Trennrissen nach kurzzeitiger Chlorideinwirkung – Erste Ergebnisse eines DBV-Forschungsvorhabens. In: DBV-Heft, Band 27. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin; 2013.
- [4] Merkblatt „Korrosionsmonitoring von Stahl- und Spannbetonbauwerken“ der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung DGZfP, in Bearbeitung.
- [5] Sodeikat, Ch.: Feuchtesensoren in der Bauwerksüberwachung. Beton- und Stahlbetonbau 105 (2010), Heft 12, S. 770 - 777.
- [6] Mayer, T.F.; Schießl, P.; Schießl-Pecka, A.: Lebensdauermanagement für das Parkhaus der Allianz-Arena in München. Beton, Heft 9, 2009.
- [7] Sodeikat, Ch.; Dauberschmidt, Ch.; Schießl, P.; Gehlen, Ch., Kapteina; G.: Korrosionsmonitoring von Stahlbetonbauwerken für Public Private Partnership Projekte. Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006), Heft 12, S. 932 - 942.
- [8] Gehlen, Ch.; Kapteina, G.; Schießl-Pecka, A.; Mayer, T.F.: Life cycle management demonstrated on the example of a parking garage. Concrete in Australia 40 (2014), Heft 4, S. 42-49
- [9] Keßler, S.; Hiemer, F.; Gehlen, Ch.: Einfluss einer Betonbeschichtung auf die Mechanismen der Bewehrungskorrosion in gerissenem Stahlbeton. Beton- und Stahlbetonbau 112 (2017), Heft 4, S. 198 – 206.