

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Tritschler, Christian; Bruns, Michael; Binder, Günter
Kathodischer Korrosionsschutz am Überbau der
Schleusenbrücke Iffezheim

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102028>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Tritschler, Christian; Bruns, Michael; Binder, Günter (2011): Kathodischer Korrosionsschutz am Überbau der Schleusenbrücke Iffezheim. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Instandhaltung von Verkehrswasserbauwerken. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 77-81.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Kathodischer Korrosionsschutz am Überbau der Schleusenbrücke

Iffezheim

Dipl.-Ing. C. Tritschler (WSA Freiburg), Dipl.-Ing. M. Bruns (Ing.-Büro Raupach, Bruns und Wolff, Aachen), Dr. rer. nat. G. Binder (BAW)

Zusammenfassung

Die Schleusenbrücken Iffezheim (Rhein) weisen 30 Jahre nach ihrer Herstellung an den Wand- und Bodenflächen im Inneren der Hohlkästen teilweise bereits erhebliche Schäden infolge chlorid-induzierter Korrosion auf. Statische Untersuchungen zeigten, dass Tragwerksreserven im Bauwerk aktivierbar und zusätzliche Ertüchtigungen durch Verstärkungsmaßnahmen ohne großen Aufwand möglich sind.

Eine herkömmliche Instandsetzung mittels Abtrag und Reprofilierung des chloridbelasteten Betons ist aufgrund der geringen Hohlkastenabmessungen praktisch nicht durchführbar, weswegen eine Kathodische Korrosionsschutz-Anlage (KKS) eingebaut worden ist. Eine Testinstallation im Vorfeld zeigte, dass der Schutz der Bewehrung durch den Einsatz von Kernanoden sicher erreicht werden kann. Auf Grundlage dieser KKS-Probeinstallation beantragte der Bauherr (WSA Freiburg) eine Zustimmung im Einzelfall für die KKS-Installation mit Kernanoden bei dem zuständigen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Trotz der Tatsache, dass für die Gesamtmaßnahme etwa 2050 Kernanoden erforderlich sind, ist auch bei konservativen Kostenansätzen eine Sanierung im Vergleich zum Neubau überaus wirtschaftlich.

1 Bauwerksbeschreibung und Voruntersuchungen

An der Schleusenanlage Iffezheim queren vorgespannte Hohlkastenbrücken mit einer Stützweite von 25 m und asymmetrischem Brückenquerschnitt den Rhein (Abb. 1). Die in Längsrichtung eingebauten Spannglieder befinden sich ausschließlich in den Stegen der Hohlkästen. Im Zuge der Brückenprüfung durch das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Freiburg wurden Korrosionsschäden an der schlaffen Bewehrung festgestellt.

Neben Abplatzungen sind auch erhebliche Querschnittsverluste an der freigelegten Bügelbewehrung in den Hohlkastenwänden oberhalb der Bodenplatte gemessen worden. Die Ursache war ein Tausalzwassereintritt über damals planmäßig eingebaute Dampfdruckentspannungsröhrchen und Tropfüllen.

Daraufhin wurden Schadensumfang, genereller Zustand des Bauwerks sowie die Auswirkungen auf Standsicherheit und Betrieb der Brücken durch die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) untersucht.



Bild 1: Schleusenanlage Iffezheim mit Brücke B 500

Während die schlaffe Bewehrung der Bodenplatte keine nennenswerte Korrosion erkennen ließ, waren die Bügelschenkel in den Wänden in unterschiedlichem Ausmaß betroffen: Diese reichten von bis zu 23 % Abrostung des Querschnitts im östlichen und bis zu 59 % Abrostung im westlichen Teil des Überbaus (Abb. 2).

Insbesondere die geringe Betondeckung mit Schalungsfehler, Kiesnester und poröser bzw. minderfester Beton, beschleunigten das Eindringen der Chloride und somit die Korrosion. Die Hüllrohre und freigelegten Litzen zeigten hingegen keine Korrosionserscheinungen und waren einwandfrei verpresst.

Erste tiefengestaffelte Analysen von Chloridgehalten des Betons im Boden und Wandbereich eines oberwasserseitigen Hohlkastens zeigten gegenüber dem für Spannbeton kritischen Grenzwert bis zu 10-fach erhöhte Chloridgehalte (Grenzwert Spannbeton: 0,2 M.-% bezogen auf den Zementge-

halt des Betons) bis in eine Tiefe von ca. 45 bis 60 mm. Auch im Bereich der schlaffen Bewehrung lag der Chloridgehalt über dem kritischen Grenzwert für Stahlbeton (0,5 M.-%, bezogen auf den Zement).



Bild 2: Korrosionsschäden mit starker Querschnittsminderung; Hüllrohre in Ordnung

2 Untersuchungen zum Zustand der Brücken und zum Instandsetzungskonzept

Voraussetzung für die zukünftige Sicherstellung der Standsicherheit der Brücken ist, neben den erforderlichen Verstärkungsmaßnahmen, dass keine weitere Korrosionsschädigung stattfindet. Vor diesem Hintergrund wurden die vorhandenen Korrosionsschäden und insbesondere das Ausmaß der von Bewehrungskorrosion betroffenen Bereiche der Hohlkästen im Rahmen der Untersuchungen des Instituts für Bauforschung der RWTH Aachen näher untersucht.

Neben der Erstellung zahlreicher weiterer Chloridverteilungsprofile, der Durchführung von Betondeckungsmessungen sowie Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit des Betons wurden insbesondere Potentialfeldmessungen an sämtlichen Boden-, Wand- und Deckenflächen aller Hohlkästen durchgeführt, um die von Bewehrungskorrosion betroffenen Bereiche genauer einzugrenzen. Zur zerstörungsfreien Lokalisierung von Bereichen mit erhöhter Bewehrungskorrosion wurde das Potential (Spannungsdifferenz) zwischen einer in einem festgelegten Messraster auf die Betonoberfläche aufgesetzten Bezugselektrode und der Bewehrung gemessen. Bereiche mit erhöhter Korrosionswahrscheinlichkeit zeichnen sich dabei durch eine Verschiebung des Potentials in negative Richtung sowie deutliche Potentialgradienten zu den Nachbarbereichen aus. Die mit Potentialfeldmessungen erzielten Ergebnisse hinsichtlich der Korrosionswahrscheinlichkeit ließen sich an-

hand von erstellten Inspektionsöffnungen bestätigen und deckten sich gut mit den Ergebnissen der Chloridgehaltsanalysen, wenn beide als Flächenplot übereinander gelegt werden. In Bereichen mit hoher Korrosionswahrscheinlichkeit zeigten sich bei einer Betondeckung von 10 bis 20 mm Chloridgehalte von vielerorts über 2 M.-%, vereinzelt sogar über 3 M.-%, bezogen auf den Zementgehalt. Die Ergebnisse der Potentialfeldmessungen zeigten weiterhin, dass insbesondere die Boden- und die unteren Wandflächen der oberwasserseitigen Hohlkästen großflächig korrodierende Bereiche aufwiesen. Bei den unterwasserseitigen Hohlkästen beschränkten sich die Bereiche mit hoher Korrosionswahrscheinlichkeit dagegen nur auf einzelne lokale Bereiche.

3 Instandsetzungskonzept hinsichtlich der Bewehrungskorrosion

Auf Basis der Ergebnisse der Zustandsanalysen wurde vom Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff ein Konzept für die Instandsetzung der Brückenhohlkästen hinsichtlich Bewehrungskorrosion erarbeitet.

Nach der Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (RL SIB) ergeben sich grundsätzlich drei mögliche Instandsetzungskonzepte für Betonflächen mit erhöhten Chloridgehalten, die hier diskutiert werden:

Das Prinzip W-Cl, das auf der Austrocknung des Betons (üblicherweise durch Auftrag von polymeren Beschichtungen) beruht, ist im vorliegenden Fall, aufgrund der hohen vorhandenen Chloridgehalte, wegen der Gefahr der Hygroskopizität der Salze nicht sicher anwendbar.

Auf Grund der beengten Platzverhältnisse (Arbeitshöhe ca. 80 bzw. 90 cm) im Hohlkasteninneren, ist ein großflächiger Abtrag und Ersatz des chloridkontaminierten Betons bis hinter die Bewehrung nach dem Prinzip R-Cl praktisch ebenfalls nicht durchführbar. Durchführbar ist die Instandsetzung nach diesem Prinzip daher lediglich an einzelnen lokalen Stellen, in denen der Betonabtrag dann mittels Stemmen erfolgen kann.

Das Prinzip C-Cl, welches den Korrosionsschutz durch eine Beschichtung der Bewehrung sicherstellen soll und ebenfalls in der RL SIB genannt ist, ist wegen der Gefahr von Unterrostungen der Beschichtung grundsätzlich problematisch und wurde daher nicht betrachtet.

Im Fall der großflächig von Bewehrungskorrosion betroffenen Bereiche der oberwasserseitigen Hohlkästen kommt aufgrund der o.g. beengten Platzverhältnisse nur der Kathodischen Korrosionsschutz (KKS) der Bewehrung (Instandsetzungsprinzip K) infrage. Ein großflächiger Abtrag des chloridkontaminierten Betons ist dabei nicht erforderlich und weitere Korrosion wird unmittelbar nach der Instandsetzung unterbunden, weshalb dieses Instandsetzungsprinzip empfohlen wurde.

4 Installation der KKS-Anlage

Im Winter 2010/2011 wurden die Kernanoden mit allen notwendigen Komponenten von der Fa. Dywidag-Systems International (DSI) eingebaut und angeschlossen. Beim Bohren durfte kein Kontakt mit der Bewehrung entstehen. Gegebenenfalls musste daneben ein neues Loch gebohrt werden.

Insgesamt wurden drei Schutzbereiche zusammengefasst: Wand-, Boden- und Widerlagerbereiche. Auf Grund der hohen Bewehrungsdichte im Bereich der Widerlager wurde hier ein Streckmetalltitangitter eingesetzt. Vor der Inbetriebnahme am 24. Februar 2011 wurde der Anoden- und Elektroden einbau visuell überprüft. Überdies wurden Widerstandsmessungen vorgenommen, um einerseits gewollte leitende Verbindungen zu bestätigen und andererseits ungewollte Kurzschlüsse auszuschließen. Bereits kurz nach dem Einschalten der KKS-Anlage konnte die Migration des Potentials in negativer Richtung festgestellt werden. Letztlich wurde in allen Bereichen der Messelektroden das erforderliche Schutzpotential bzw. das o.g. Ausschaltkriterium erreicht. Zur Überprüfung und Steuerung des Schutzpotentials wurden 20 Referenzelektroden (überwiegend MnO_2) eingebaut.

5 Schlussfolgerungen

Die Korrosionsschäden an den Schleusenbrücken Iffezheim konnten auf Grund verschiedener Randbedingungen nicht mit herkömmlichen Sanierungsverfahren in Stand gesetzt werden. Auf Basis der KKS-Probeinstallation beantragte das WSA Freiburg eine Zulassung im Einzelfall bei dem zuständigen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS).

Der Bauherr hat mit den KKS-Testflächen darüber hinaus die Chance genutzt, zwei Systeme mit allen Randbedingungen vor Ort zu prüfen. Im Hinblick auf die Gesamtinstallation konnten damit wichtige Erkenntnisse zur Umsetzung und Betrieb der KKS-Anlage gewonnen werden.

Trotz der hohen Anzahl von 2050 Titananoden ist auch bei konservativen Kostenansätzen eine Sanierung im Vergleich zum Neubau überaus wirtschaftlich. Durch die Sanierung mit KKS-Anlage, statischer Verstärkung und Kappenverbreiterung kann die geplante Lebensdauer der Brücke (80-100 Jahre) erreicht, die Verkehrssicherheit erhöht und eine langwierige Vollsperrung der grenzüberschreitenden Bundesstraße B 500 vermieden werden.