

AKR geschädigte Brückenbauwerke: Instandsetzung und Monitoring

Möglichkeit der Instandsetzung von durch Alkali-Kieselsäure-Reaktion geschädigten Brücken am Beispiel einer Eisenbahnüberführung der Vattenfall Europe Mining AG

Ronny Glaser
Torsten Scharnetzki

Das zweifeldrige Brückenbauwerk, welches die Kohleverbindungsbahn der Vattenfall Europe Mining AG über einen Radweg sowie zwei Gleise der Deutschen Bahn AG überführt, wurde im Jahr 1975 errichtet. Die Widerlager bestehen aus Beton, der Überbau einschließlich der Innenstütze aus Stahl. Über die Brücke verkehren Kohlevoll- und -leerzüge sowie Tonzüge des Eisenbahnbetriebes der Vattenfall Europe Mining mit einer Achslast von 25 t. Das Brückenbauwerk wird mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h befahren. Die jährliche Belastung beträgt ca. 17 Mio. t (Tendenz steigend). Seit der letzten grundhaften Instandsetzung, die im Jahre 2000 durchgeführt wurde, waren insbesondere bei dem am Radweg – der ebenfalls von Kraftfahrzeugen als Durchfahrtsstraße genutzt wird – angeordneten Widerlager großflächige Betonabplatzungen und netzartige Oberflächenrisse aufgetreten (Abb. 1). Die Schäden ließen sich auf eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) zurückführen. Dies wurde durch betontechnologische Untersuchungen (Ermittlung des Restdehnungspotentials im Nebelkammerversuch) bestätigt.



Abb. 1: Ansicht des westlichen Widerlagers vor der Instandsetzung

Das Brückenbauwerk befindet sich auf einer eingleisigen Strecke, deren Sperrung die Versorgung des Kraftwerkes Jänschwalde mit Rohbraunkohle erheblich einschränken würde. Aus diesem Grund war es wichtig, ein Instandsetzungskonzept zu entwickeln, welches die Funktionsfähigkeit der Brücke für die verbleibende Nutzungsdauer von ca. 30 Jahren sicherstellt.

Alkali-Kieselsäure-Reaktion

Die AKR beschreibt eine Reaktion zwischen den alkaliempfindlichen Bestandteilen der Gesteinskörnung und der Porenlösung des Betons. Alkaliempfindliche Gesteinskörnungen sind aufgrund ihrer Zusammensetzung im alkalischen Milieu des Betons instabil. Es bildet sich ein Alkali-Kieselsäure-Gel, welches das Bestreben hat, Wasser aufzunehmen. Bei Beton, der während seiner Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist, besteht in diesem Fall die Gefahr, dass infolge der expansiven Reaktion (Quelldruck) das Gefüge des Betons geschädigt wird.

Eine AKR ist augenscheinlich durch ein netzartiges Rissbild, Ausblühungen und Betonabplatzungen zu erkennen. Die Reaktion läuft streng betrachtet in jedem Beton ab, wenn die folgenden Randbedingungen erfüllt sind:

- Feuchtigkeit (wechselnde Feuchtebelastung verstärkt die Reaktion),
- wirksamer Alkaligehalt der Porenlösung (Alkalizufuhr infolge Tausalzbeanspruchung verstärkt die Reaktion) und
- eine hinsichtlich Alkalien reaktive Gesteinskörnung.

AKR kann das Erscheinungsbild eines Bauwerkes beeinflussen, aber auch die Gebrauchstauglichkeit sowie die Tragfähigkeit von Betontragwerken gefährden. Letzteres wird als schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion (umgangssprachlich auch „Betonkrebs“) bezeichnet.

Eine schädigende AKR beeinflusst vor allem die Tragfähigkeit der Druckzone von Betonbauteilen. Die Dauerhaftigkeit wird insbesondere bei größeren Rissbreiten durch eine beschleunigte Karbonatisierung sowie im Bereich von Verkehrsflächen mit Tausalzbeanspruchung durch das Eindringen von Taumitteln und die damit verbundene Beschleunigung der AKR gefährdet. In Folge dessen kann es in diesen Fällen zu einer

Bewehrungskorrosion und somit zu einer Beeinträchtigung des Tragverhaltens kommen.

Wenn ein Beton mit reaktiven Gesteinskörnungen vorliegt, kann eine AKR nicht verhindert werden. Der Prozess kann lediglich dadurch verzögert werden, dass Feuchtigkeit vom Konstruktionsbeton konsequent und dauerhaft ferngehalten wird.

Beschreibung der Schäden und Erläuterung der Schadensursache

Nach einer grundhaften Instandsetzung aller Betonbauteile im Jahre 2000, bei welcher auf die Betonoberflächen ein rissüberbrückendes Oberflächenschutzsystem appliziert wurde, kam es innerhalb kürzester Zeit erneut zu einer Schädigung der Betonoberflächen. Augenscheinlich wurden folgende Schadensbilder an den Widerlager- und Flügelwänden festgestellt (Abb. 2):

- Oberflächenschutzsystem in Teilbereichen vom Konstruktionsbeton gelöst,
- starke Durchfeuchtung der Konstruktion sowie
- netzartige Oberflächenrisse mit zahlreichen Betonabplatzungen und teilweise korrodierter Bewehrung.

In den Bereichen, wo das aufgebrachte Oberflächenschutzsystem intakt war,

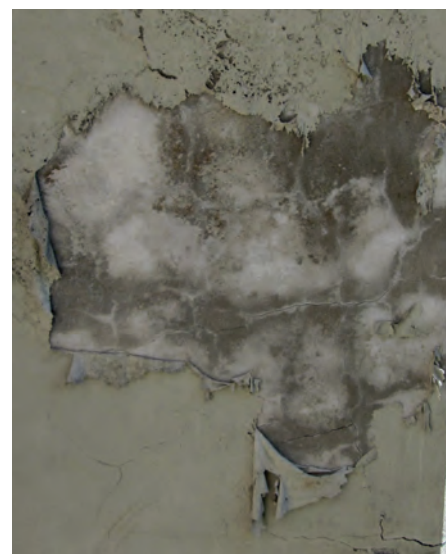


Abb. 2: Netzartige Risse im Bereich des abgelösten Beschichtungssystems mit sichtbarer Durchfeuchtung

konnten augenscheinlich keine Schäden erkannt werden. Das Entfernen des Systems offenbarte jedoch, dass der Beton unter dem Oberflächenschutz gerissen (netzartige Oberflächenrisse) und in Teilbereichen stark durchfeuchtet war (stauende Nässe).

Die starke Durchfeuchtung des Bauwerkes ließ sich insbesondere auf eine undichte Abdichtung der Fuge zwischen den Gehwegsegmenten der Brücke, aber auch auf beschädigte bzw. fehlende Teile des Entwässerungssystems der Brücke zurückführen. So konnte das Wasser, z. B. über Risse in der Auflagerbank, in die Konstruktion eindringen. Da das Oberflächenschutzsystem (rissüberbrückend, dichtend, geringe Wasserdampfdurchlässigkeit) nahezu auf allen Oberflächen appliziert worden war, wurde die zum Zeitpunkt der Instandsetzung vorhandene, aber auch die über die undichten Fugen bzw. über Risse neu zugeführte Feuchtigkeit dauerhaft im Beton eingeschlossen. Aufgrund dessen, sowie der Tatsache, dass die Feuchtigkeit nicht aus dem Beton entweichen konnte, kam es infolge einer beschleunigten AKR, aber auch durch Frosteinwirkung, zur Zerstörung des Betongefüges in Form von Rissen bzw. großflächigen Abplatzungen.

Beschreibung der Instandsetzungsvariante

Grundsätzliches Ziel der Instandhaltung war es, die Betonkonstruktion der Widerlager für die geplante Restnutzungsdauer zu erhalten. Um den Schadensfortschritt zu minimieren, sollte in erster Linie das Eindringen der Feuchtigkeit in den vorgeschädigten Beton signifikant unterbunden werden. Das wesentliche Augenmerk fiel auf die folgenden drei Bereiche:

- Fuge zwischen den Fahrbahntrögen,
- Auflagerbank und
- Oberflächen an den Widerlager- und Flügelwänden im Bereich von Verkehrsflächen.

Fuge zwischen den Fahrbahntrögen

Für die Instandsetzung der Fuge zwischen den Fahrbahntrögen wurden innerhalb einer mehrtägigen Sperrpause das Gleis sowie die Bettung zurückgebaut und die Raumfugen freigelegt. An beiden Widerlagern waren, wie bereits vermutet, der Schutzbeton und die darunter angeordnete Dichtungsbahn gerissen. Der Schutzbeton wurde im Bereich der Fuge auf einer Breite von ca. 70 cm entfernt und ein Verstärkungsstreifen eingeklebt. Um zukünftig Bewegungen zwischen den Fahrbahntrögen ohne Beschädigung der Abdichtung zu



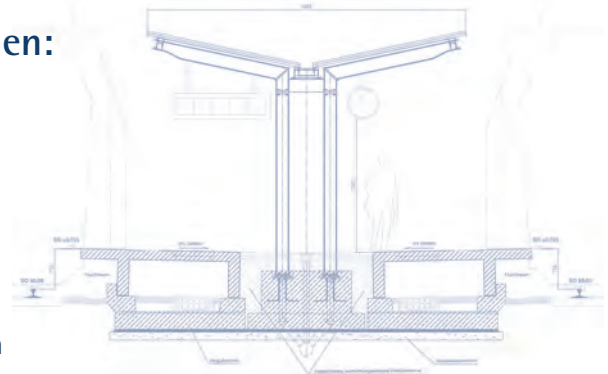
Abb. 3: Raumfuge – Asphaltübergang im Bereich des Troges

Bauen mit System



Produkte und Leistungen für Bahnen:

- Ausbau von Haltepunkten
- Konstruktiver Ingenieurbau
- Lärmschutz für Schiene und Straße
- Bahnsteigdächer
- Systembahnsteig modula®
- Architekturbeton- / betoShell®- Fassaden



Hering Bau GmbH & Co. KG | Ingenieur- und Systembau
 Neuländer 1 · Holzhausen | D 57299 Burbach | Fon: +49 2736 27-218
 Fax: +49 2736 27-109 | thomas.reh@hering-bau.de | www.heringinternational.com



Abb. 4: Raumfuge – Klemmfugenband und Abdeckblech im Gehweg-Bereich



Abb. 5: Verblechung der Auflagerbank

ermöglichen, wurde ein Asphaltübergang entsprechend ZTV-ING, Teil 8, Abschnitt 2 verbaut (Abb. 3). Der Übergang dient dem Überbrücken und Abdichten der im Schutzbeton entstandenen Fugen. Der dehnbare Asphaltkörper haftet dauerhaft an den Flanken des Schutzbetons und der Abdichtung. Im Bereich der Gehwege wurde die Fuge mit Hilfe eines Klemmfugenbandes, welches mit einem Abdeckblech vor Beschädigung geschützt wird, abgedichtet (Abb. 4).

Auflagerbank

Um zu verhindern, dass das zulaufende Wasser über Risse am Anschnitt Auflagerbank – Widerlagerwand in die Konstruktion eindringt, wurde die komplette Lagerbank einschließlich Lagersockel mit einer Zinkblechabdeckung abgedichtet (Abb. 5). Im Zuge der letzten Instandsetzungsmaßnahme war ein Fugenband verklebt worden. Dieses hatte jedoch aufgrund der schlechten Betonqualität sowie dem unregelmäßigen Verlauf der Fuge bereits nach kürzester Zeit seine dichtende Wirkung verloren und wurde aus diesem Grund wieder entfernt. Das Niederschlagswasser wird über die Verblechung einer Kastenrinne, welche an das Fallrohr der Brückenentwässerung angeschlossen ist, zugeführt.

Widerlager- und Flügelwände an Verkehrsflächen

Das Oberflächenschutzsystem wurde rückstandslos durch ein Strahlverfahren unter Anwendung fester Mittel von allen Betonoberflächen entfernt. Freiliegende Bewehrung wurde mit Hilfe eines Instandsetzungsmörtels vor Korrosion geschützt und die Betonabplatzungen reprofiliert. Entsprechend dem technischen Merkblatt des Herstellers war bei Fehlstellen > 25 mm die Reprofilierung in mehreren Schritten durchgeführt worden.

Da im Spritzwasserbereich der Verkehrsflächen nicht gewährleistet werden kann, dass kein Wasser in die Konstruktion eindringt, war es erforderlich, einen vertikalen Schutz anzuordnen. Dieser Schutz hat die Aufgaben, eine Beaufschlagung der Betonoberfläche mit Spritz- und Niederschlagswasser sowie das Aufstauen von Feuchtigkeit im Inneren des Bauwerkes zu verhindern. Da dies Oberflächenschutzsysteme bzw. Vorsatzschalen aus Spritzbeton nicht gewährleisten, wurden derartige Systeme ausgeschlossen. Die Wahl fiel letztlich auf einen hinterlüfteten Oberflächenschutz aus transparenten, handelsüblichen Kunststoffplatten (Abb. 6). Die oberen Abschlüsse bzw. die Ecken wurden mit gekanteten Blechen ausgeführt. Auf

diese Art und Weise ist gewährleistet, dass sich im Bauwerk keine Feuchtigkeit aufstaut bzw. dass Spritz- und Niederschlagswasser den Beton nicht durchfeuchtet.

Sonstige Instandsetzungsarbeiten

Neben den Instandsetzungsarbeiten am Beton sowie dem Schutz ausgewählter Betonoberflächen erfolgte eine umfassende Ertüchtigung des Entwässerungssystems der Brücke. Das Wasser wurde konsequent vom Bauwerk weggeleitet. Konkret wurden folgenden Teile des Entwässerungssystems erneuert, modifiziert bzw. neu errichtet (Abb. 6):

- Drainage an den Enden der Widerlager zum Ableiten des Wassers aus den Fahrbahntrögen,
- Anschluss der Fallrohre an neu errichtete Entwässerungsmulden am Fuß der Böschung und
- Befestigen der Böschungen sowie der Flächen vor den Widerlagerwänden.

Maßnahmen an den Entwässerungssystemen von Brückenbauwerken sind jeweils für den konkreten Fall im Detail zu planen. Randbedingungen, wie Baugrund, Lage des Bauwerkes etc., sind grundsätzlich zu berücksichtigen. Bei Bauwerken, die z. B. auf bindigen Böden gegründet sind, empfiehlt sich der Einbau eines Drainagesystems, um das Wasser aus dem Hinterfüllbereich der Brücke konsequent abzuleiten. In besonderen Fällen kann das Vergelen von erdbehrten Flächen zweckmäßig sein.

Monitoring-Konzept

Um den Erfolg der Instandsetzungsmaßnahme zu überwachen, wurde ein Monitoring-Konzept entwickelt, welches vorerst auf einen Zeitraum von fünf Jahren angelegt ist. Im Zuge der Instandsetzungsmaßnahme waren Rissmonitore und Gipsmarken an verschiedenen Stellen der Widerlager angebracht worden. Diese werden vierteljährlich abgelesen und ausgewertet. Darüber hinaus finden halbjährlich auf dem Brückenbauwerk



Abb. 6: Widerlager mit Böschungspflaster und Spritzwasserschutz

Höhenmessungen statt, mit deren Hilfe Hebungen und Setzungen von Überbau und Widerlagern dokumentiert werden.

Des Weiteren werden außerordentliche Begehungen des Bauwerkes mit folgenden Schwerpunkten durchgeführt:

- Wirksamkeit der Instandsetzungsmaßnahmen (augenscheinliches Durchfeuchten der Konstruktion, Wirksamkeit des Entwässerungssystems, Schäden am hinterlüfteten Oberflächenschutz) sowie
- Veränderungen im Rissbild (unter Einbeziehen der Rissmonitore sowie der Höhenmessung).

Die Begehungen werden protokolliert sowie die Messergebnisse der Rissmonitore und Höhenmessungen vergleichend betrachtet. Dadurch können Veränderungen an der Konstruktion frühzeitig erkannt und so wirksame Instandsetzungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Das Monitoring erfolgt unabhängig von der regelmäßigen Überwachung und Prüfung des Bauwerkes auf Grundlage der DIN 1076.

Zusammenfassung und Fazit

AKR wird primär durch das Verwenden ungeeigneter Zuschlagstoffe bzw. sekundär durch Feuchtebelastung verursacht. Zu erkennen ist die AKR durch ein netzartiges Rissmuster, eine ungleichmäßige Rissverteilung und Gefügelockerung rechtwinklig zur Bewehrung in deren Folge es zu Betonabplatzungen kommen kann. Eine AKR kann beim Neubau verhindert werden, indem bei Planung und Bau die Regelungen der AKR-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) berücksichtigt werden. Bei Bestandsbauwerken aus Beton mit reaktiver Gesteinskörnung kann eine AKR nicht vermieden werden.

Es kann jedoch die Geschwindigkeit des Fortschreitens des AKR-Schadens durch konsequentes Fernhalten von Feuchtigkeit verringert werden. Mögliche Abhilfe-Maßnahmen sind:

- Feuchtebelastung und damit Eindringen von Wasser in den Beton vermeiden,
- Verhindern von Wasserkontakt (Spritzschutz an vertikalen Flächen, Abdichtung auf horizontalen Flächen, Vergelen von erdbebürten Flächen) sowie
- Ermöglichen von Diffusionen (Entfernen diffusionsdichter Beschichtungen).



Dr.-Ing. Ronny Glaser

Stellv. Niederlassungsleiter
Inros Lackner SE, Cottbus
ronny.glaser@inros-lackner.de



Dipl.-Ing. (FH) Torsten Scharnetzki

Leiter Gleisinfrastruktur im
Zentralen Eisenbahnbetrieb
Vattenfall Europe Mining AG.
Spremberg
torsten.scharnetzki@vattenfall.de

Summary

Bridges with alkali-silica reaction damage: repair and monitoring

Possible way of maintenance for a construction damaged by an alkali-silica-reaction (ASR) at the example of a railway bridge of Vattenfall Europe Mining AG. In the following there is explained at the example of a railway bridge of the Vattenfall Europe Mining how the average useful life of an ASR-damaged construction can be effectively extended by design measures and a monitoring concept. In addition, it is shown how wrong maintenance measures will damage the concrete structure and to what extent service ability and bearing capacity of the bridge will be affected.



BAUEN IN BEWEGUNG



Sie finden uns auf der
Innotrans auf dem
Freigelände Stand G4/31

- ▶ Gleisbau
- ▶ Ingenieurbau
- ▶ Hochbau
- ▶ Logistik
- ▶ Schlüsselfertige Bauten

www.wiebe.de

