

Bundesamt für Strassen

Forschungsauftrag AGB 2001/471

Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion an Betonbauten in der Schweiz

1. Zum Problem

Die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) ist eine Reaktion zwischen den Alkalien der Porenlösung des Betons (KOH, NaOH) und dem Zuschlag. Es können 3 Typen unterschieden werden: Alkali-Kieselsäure-Reaktion (erstmalig beschrieben 1940), Alkali-Karbonat-Reaktion (1957) und Alkali-Silikat-Reaktion (1973). Bei der AAR können sich quellfähige Kieselgele im Porenraum des Betons bilden. Wegen der treibenden Wirkung dieser Gele können feine bis klaffende Risse (bis cm-Bereich) entstehen und zum Zerfall des Gefüges und zum Verlust der Tragfähigkeit des Betons führen. Die Reaktionsgeschwindigkeit ist abhängig von der Betonrezeptur und -feuchtigkeit sowie von der Exposition, den Bauteilabmessungen wie auch von der Bewehrungsführung und vom Bewehrungsgehalt. Bei Bauwerken des Strassenverkehrs können die für die Reaktion notwendigen Alkalien auch von Aussen, z.B. durch das Streusalz oder durch Grund- und Bergwässer (z.B. bei Tunnels), eingetragen werden. Temperaturschwankungen und Frost verstärken den Angriff und führen zur Rissaufweitung und zu einem verstärkten Wassereintrag.

Im Ausland sind AAR-Schäden an Betonbauten seit Jahrzehnten bekannt. In verschiedenen Ländern gibt es deshalb landesspezifische Normen und Prüfungen sowie Massnahmen. In der Schweiz wurde der erste AAR-Schaden 1988 an einer Staumauer beobachtet. Seit Ende der 90er Jahre hat die Zahl von Schäden an Bauwerken in mehreren Regionen der Schweiz deutlich zugenommen. Die Zahl der von der TFB untersuchten Bauten ist innert weniger Jahren von einigen wenigen Fällen auf über 70 angestiegen. Betroffen sind vorab 20 bis 40-jährige Bauwerke.

Als Gründe für das eher späte Eintreten von AAR-Schäden in der Schweiz sind zu nennen: relativ hohes Niveau der Planung und Ausführung, eher niedrige Zementgehalte bei den verwendeten Betonen, eher mittlere bis tiefe Alkaligehalte der Zemente, eher geringer Einsatz von Brechmaterial, eher langsame AAR und falsche Diagnosen. Im Vergleich dazu besteht heute die Tendenz zu höheren Zementgehalten (z.B. Spritzbeton, SCC), zu tieferen W/Z-Werten, zum vermehrten Einsatz von gebrochenen Zuschlägen und auch zur Verwendung von "wasserdichtem Beton" ohne Abdichtungen. Diese Entwicklung erhöht grundsätzlich das Risiko von AAR-Schäden.

Wegen der bisher geringen Zahl von AAR-Schäden gibt es im schweizerischen Normenwerk keine Vorschriften für vorbeugende Massnahmen bei Neubauten und kein etabliertes Vorgehen bei der Zustandserfassung und Instandsetzung von Altbauten.

2. Zielsetzung des Projektes

Im Zusammenhang mit der AAR sind folgende drei Fragenkomplexe von besonderer Bedeutung:

1. Wo und bei welchen Betonbauten gibt es Schäden in der Schweiz?
2. Wie sind AAR-geschädigte Betonbauten zu untersuchen und hinsichtlich Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit zu beurteilen und welche Instandsetzungsmassnahmen sind zweckmässig?
3. Welche Massnahmen sind bei Neubauten in den Regionen mit einer AAR-Gefährdung erforderlich und wie ist deren langfristige Wirkung?

Zum ersten Fragenkomplex soll mit dem vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) finanzierten Projekt, eine Übersicht über die Häufigkeit und geografische Verteilung von AAR-geschädigten Betonbauten in der Schweiz gewonnen und daraus Empfehlungen für Massnahmen bei Neubauten abgeleitet werden. Das Projekt wird von der TFB, Wildegg, zusammen mit Dr. C. Thalmann, B-I-G Büro für Ingenieurgeologie, Wabern/BE, durchgeführt.

Im Rahmen des Projektes ist geplant, die erforderlichen Grundlagen mit orientierenden Untersuchungen an etwa 40 bis 50 AAR-geschädigten Betonbauten, die aus einer Gruppe von 70 bis 120 Bauwerken ausgewählt werden, zu erarbeiten. Diese Untersuchungen sollen im Rahmen des Projektes ZEBRA (Zustandserfassung von Brücken bei deren Abbruch, Projektleitung: Prof. Th. Vogel, IBK, ETHZ) und von Zustandserfassungen (bei Hauptinspektionen oder vor Instandsetzungen) durchgeführt werden.

Die Ergebnisse des Projektes sollen aufzeigen, in welchen Gegenden der Schweiz bei Kunstbauten des Nationalstrassennetzes AAR-Schäden auftreten, welches die massgebenden Einflüsse sind (z.B. Betonrezeptur, Exposition/Betonfeuchtigkeit, Herkunft des Zementes oder der Zuschläge) und welche Bauwerksarten besonders stark gefährdet sind. Der Forschungsbericht soll den Eigentümern und Planern als Grundlage für die Planung und Durchführung von Zustandserfassungen von AAR-geschädigten Bauwerken dienen. Im Weiteren soll mit dem Forschungsprojekt auch die Frage beantwortet werden, in welchen Gegenden der Schweiz Massnahmen bei Neubauten notwendig sind.

Die Projektnehmer laden Eigentümer, Ingenieure, Architekten usw. ein, der Forschungsstelle allfällige geschädigte Bauwerke zu melden.

3. Angaben zum Projekt

Projektleiter: Dr. Fritz Hunkeler, TFB, Wildegg

Sachbearbeitung: Dr. Christine Merz, TFB, Wildegg
Dr. Andreas Griesser, TFB, Wildegg
Dr. Cédric Thalmann, B-I-G Büro für Ingenieurgeologie, Wabern/BE

Laufzeit des Projektes: 2002 bis 2005