

## Fortschreiten der Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Betondecken der 70-er und 80-er Jahre

FA 8.147

Forschungsstelle: Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf

Bearbeiter: Siebel, E. / Eickschen, E. / Sylla, H.-M.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bonn

Abschluss: Januar 2002

### 1. Aufgabenstellung

Bei Betonen, deren Zuschläge alkalireaktive Kieselsäure enthalten, können unter bestimmten Voraussetzungen, wie hoher Feuchte, hoher Gesamtalkaligehalt des Betons und ggf. Alkali-zufuhr von außen, Gefügeschäden infolge einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) auftreten. Vorbeugende Maßnahmen hinsichtlich einer schädigenden AKR wurden zunächst in Deutschland nur für die im norddeutschen Raum vorkommenden Zuschläge Opalsandstein und Flint für notwendig erachtet. Inzwischen wurde in umfangreichen Untersuchungen festgestellt, dass auch präkambrische Grauwacke aus Südbrandenburg und Nordsachsen und gebrochener Kies-Edelsplitt aus dem Bereich des Oberrheins in ungünstigen Fällen zu einer schädigenden AKR beitragen können. Schäden an alten Betonfahrbahndecken in den neuen Bundesländern wurden auf eine AKR zurückgeführt. Da eine grundhafte Erneuerung aller geschädigten Decken nicht möglich war, wurden die Betondecken im Rahmen eines Zwischenausbaues mit einer Asphaltdecke überbaut.

In den Untersuchungen sollte geklärt werden, ob

- eine schädigende AKR stattgefunden hat bzw.
- eine schädigende AKR bei Betonfahrbahndecken auftreten bzw. weitergehen kann, wenn die Betondecke mit einer Asphaltdecke überbaut wurde.

### 2. Untersuchungsmethodik

Die Auswertung von vorhandenen Unterlagen des Brandenburgischen Autobahnamts über AKR-spezifische Schadensmerkmale an rissgeschädigten Betonfahrbahndecken und eine anschließende Besichtigung führte zur Festlegung von insgesamt 12 Autobahnabschnitten in den neuen Bundesländern. Aus den Abschnitten wurden zu zwei Zeitpunkten (Februar/März 1999 und Februar/März 2001) Bohrkerne entnommen und im Forschungsinstitut der Zementindustrie untersucht.

Um festzustellen, ob eine schädigende AKR stattgefunden hat, wurden erstmals Anfang 1999 aus insgesamt 11 Autobahnabschnitten Bohrkerne entnommen. Aus acht mit Asphalt überbauten Abschnitten wurden jeweils drei Bohrkerne und aus drei nicht überbauten Abschnitten jeweils fünf Bohrkerne gezogen. Die Schichtdicke der Asphaltüberbauung betrug bei sieben Abschnitten rd. 22 cm und bei einem Abschnitt rd. 12 cm. An den Bohrkernen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- augenscheinliche Beurteilung aller Bohrkerne,
- Bestimmung der Druckfestigkeit an einem Bohrkern aus jedem Abschnitt,
- Bestimmung der Dehnung und des dynamischen E-Moduls bei einer 40 °C-Nebelkammerlagerung (100 % r. L.) an zwei Bohrkernen aus jedem Abschnitt,
- Entnahme von Dünnschliffen aus einem der beiden Bohrkerne vor Beginn der Nebelkammerlagerung und nach einer Lagerungsdauer von ca. 2 Jahren und Beurteilung der Dünnschliffe hinsichtlich der Art des Zuschlags, der Rissbildung und gegebenenfalls der Bildung von Alkali-Kieselsäuregel.

Um abzuschätzen, ob und wie sich Schäden bei einer Asphaltüberbauung weiterentwickeln, wurde an jeweils zwei Bohrkernen der drei nicht überbauten Strecken die abdichtende Wirkung einer Asphaltüberbauung durch eine Abdichtung der Herstell-

oberseite und der Mantelfläche der Probekörper nachgebildet. Durch eine Fußbadlagerung wurde gewährleistet, dass die abgedichteten Bohrkerne bei der Nebelkammerlagerung nur über die Herstellungsunterseite Wasser aufnehmen konnten.

Um den Zustand der Betondecken und ein mögliches Fortschreiten der Schädigung nach zwei weiteren Jahren unter der Beanspruchung von Klima und Verkehr zu beurteilen, wurden im Februar/März 2001 aus den elf erstmals beprobten Autobahnabschnitten und einem zusätzlichen zwölften Abschnitt nochmals jeweils zwei Bohrkerne entnommen. An einem Bohrkern wurde die Druckfestigkeit bestimmt. Aus dem zweiten Bohrkern wurde eine Betonprobe entnommen und daraus ein Dünnschliff angefertigt.

Durch Vergleich der Dünnschliffe vor und nach der Nebelkammerlagerung sowie der Dünnschliffe, die nach zwei Jahren aus den Decken entnommen wurden, sollte festgestellt werden, ob eine schädigende AKR stattgefunden hat bzw. auftreten oder weitergehen kann, wenn die Betondecke mit Asphalt überbaut wurde.

### 3. Untersuchungsergebnisse

Die Dünnschliffuntersuchungen und die zeitlichen Verläufe der Dehnungen und der dynamischen E-Moduli der Bohrkerne während der 40 °C-Nebelkammerlagerung zeigten, dass bei zumindest 5 der 12 untersuchten Abschnitte eine schädigende AKR stattgefunden hat. Empfindliche Zuschläge waren u.a. Grauwacke, Flint und Augitporphyr.

Die augenscheinliche Beurteilung der Bohrkerne, die Prüfung der Bohrkerndruckfestigkeit und die Dünnschliffuntersuchungen der Proben aus den Jahren 1999 und 2001 erbrachten keine nennenswerten Unterschiede.

Im zweijährigen Beobachtungszeitraum zwischen 1999 und 2001 konnte daher kein Fortschreiten der Schädigung der Betondecken festgestellt werden. Dies traf sowohl für die sieben Strecken mit rd. 22 cm Asphaltüberbauung als auch für die Strecke mit nur rd. 12 cm Überbauung zu. Dabei ist zu berücksichtigen,

dass zum Zeitpunkt der Asphaltüberbauung in den Jahren 1994/1995 die Betondecken bereits 12 bis 23 Jahre alt waren. Treiberscheinungen durch eine AKR sind nach diesem Zeitraum möglicherweise bereits zum Stillstand gekommen.

### 4. Folgerungen für die Praxis

Bei einigen Autobahnabschnitten in den neuen Bundesländern hat eine schädigende AKR stattgefunden. Zum Zeitpunkt der Asphaltüberbauung wiesen die Betondecken ein Alter zwischen 12 bis 23 Jahren auf. Nach diesem Zeitraum sind bei den untersuchten Strecken Treiberscheinungen durch eine AKR wahrscheinlich bereits größtenteils zum Stillstand gekommen. Unter diesen Randbedingungen hat die Asphaltüberbauung nicht zu einer Zunahme einer AKR-bedingten Schädigung geführt. Vielmehr kann die verminderte Tragfähigkeit einer rissgeschädigten Betondecke durch eine ausreichend dicke Asphaltüberbauung ausgeglichen werden. Die Dicke der Asphaltüberbauung betrug i. d. R. rd. 22 cm. Die verstärkte Fahrbahnkonstruktion kann somit die zukünftigen Belastungen aus Klima und Verkehr aufnehmen. In einem Fall betrug die Schichtdicke nur rd. 12 cm. Bei einer geringen Schichtdicke besteht die Gefahr einer frühzeitigen Reflexionsrissbildung in der Asphaltdecke insbesondere über den Fugen der Betondecke. Die Dicke der Asphaltüberbauung muss daher auf die geplante Nutzungsdauer abgestimmt werden.

Wasserzufuhr von außen bzw. eine hohe Betonfeuchtigkeit sind Voraussetzung für eine schädigende AKR. Wenn die Treiberscheinungen noch nicht zum Stillstand gekommen sein sollten, könnte sich bei einer wassergesättigten überbauten Betondecke ohne Austrocknungsmöglichkeit die schädigende Wirkung einer AKR möglicherweise sogar verstärkt fortsetzen. Die Asphaltüberbauung einer AKR geschädigten Betonfahrbahndecke sollte daher nicht im wassergesättigten Zustand, sondern möglichst nach einer längeren Austrocknungsphase erfolgen. Außerdem muss ein Wasserzutritt z. B. über die Unterseite oder die Seite der Straßenkonstruktion oder von oben durch Risse in der Asphaltdecke vermieden werden. □