

Wenn der Beton sich ausdehnt, entstehen Risse

Text Leonhard Klemm und Jan Bisschop*

Bilder TFB

Ein verästelttes Rissnetz kann durch eine Alkali-Aggregat-Reaktion im Beton verursacht sein. Maler, die eine Oberfläche mit diesem Schadensbild beschichten sollen, tun gut daran, die Ursache abzuklären. Eine Alkali-Aggregat-Reaktion würde bald wieder neue Risse entstehen lassen.



Sichtbar gemacht im Dünnschliff: SiO_2 , das im stark alkalischen Porenwasser zunächst gelöst und wieder als Silikagel ausgeschieden wird.

Die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) ist ein langsam ablaufender chemisch-physikalischer Prozess im Beton. Die alkalische Porenlösung reagiert mit gewissen Bestandteilen der Gesteinskörnung, wobei es zu einer Zunahme des Volumens kommt: Der Beton dehnt sich aus und es entstehen Risse.

Bis ein klar sichtbares Schadensbild entsteht, können zwei bis drei Jahrzehnte vergehen. AAR wurde erstmals 1940 in den USA beschrieben, aber erst Ende der 1990er-Jahre in der Schweiz zum

ersten Mal nachgewiesen. Seit 2012 gibt es in der Schweiz mit dem Merkblatt SIA 2042 normative Regelungen zur AAR.

Der Prozess

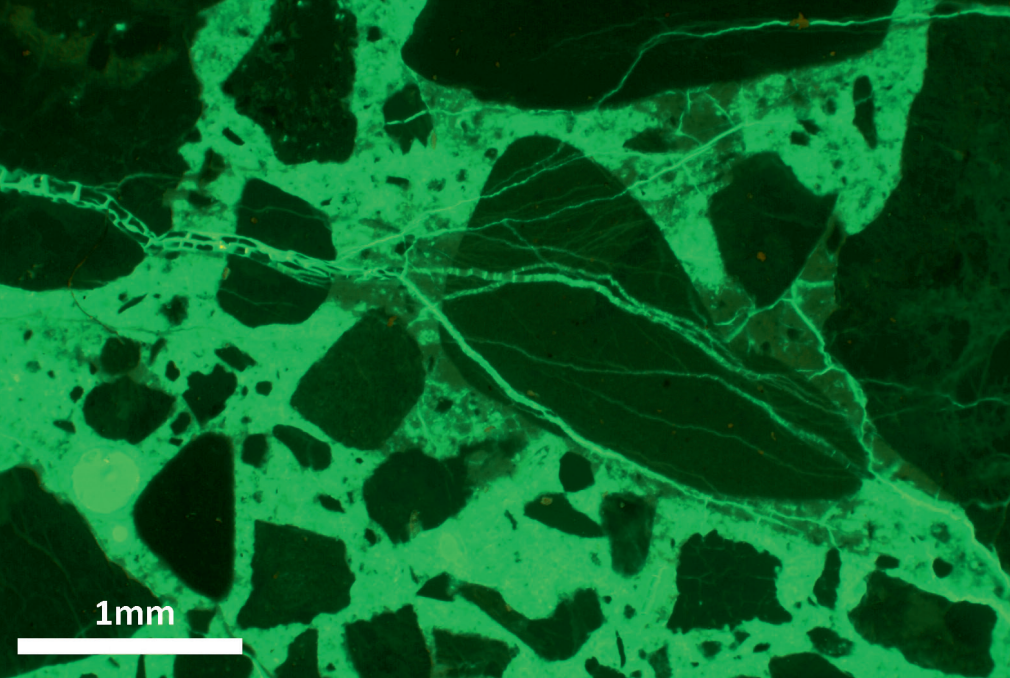
Bei der AAR reagiert die alkalische Porenlösung im Beton mit Anteilen der Gesteinskörnung. Dabei handelt es sich um feinkörnigen Quarz oder amorphes (nicht-kristallines, glasartiges) Siliziumdioxid (SiO_2), das im stark alkalischen Porenwasser zunächst gelöst und wieder als Silikagel ausgeschieden wird.

Dieses Silikagel ist fähig, Feuchtigkeit aufzunehmen (hygroskopisch) und quillt unter Aufnahme von Wasser, was zu Rissbildungen in den reagierenden Gesteinskörnern führt. In fortgeschrittenem Stadium verlaufen die AAR-Risse von den Gesteinskörnern ausgehend durch den Zementstein, und es kann das oberflächlich sichtbare, für AAR typische Rissnetz entstehen.

Lokal oder grossflächig

Eine AAR kann sehr lokal oder auch grossflächig auftreten. Sie kann ein oberflächliches Phänomen sein oder den gesamten Bauteilquerschnitt betreffen. Mit der Bildung von Rissen werden zusätzliche Wege für den Feuchtigkeits- und Alkalien-Eintrag geöffnet, was die Reaktion vorantreibt und unter Umständen auch beschleunigen kann. Drei Komponenten sind für die AAR nötig: reaktive Gesteinskörnung, alkalische Porenlösung und Feuchtigkeit. Die meis-

*Die Autoren sind dipl. Geologen und bei der Technik und Forschung im Betonbau AG (TFB) für Expertisen und Beratung zuständig. Dieser Artikel ist im «TFB-Bulletin» 4/2014 erschienen.



Das Silikagel quillt unter Aufnahme von Wasser auf, was zu Rissbildungen in den reagierenden Gesteinskörnern führt (sichtbar im Dünnschliff).

ten Gesteine in der Schweiz enthalten mehr oder weniger feinkörnigen Quarz und müssen somit als potenziell reaktiv eingestuft werden. Die Alkalien im Beton stammen zur Hauptsache aus dem Zement. Wasser kann bei exponierten Bauwerken oft ungehindert zutreten. Durch eine fortschreitende AAR mit der Bildung vieler Risse werden Zugfestigkeit und E-Modul, später auch die Druckfestigkeit des Betons vermindert. Eine AAR kann insbesondere dann kritisch werden, wenn bewegliche oder eingespannte Bauteile oder Bauwerke wie Stützmauern, Schleusentore oder Brückenlager betroffen sind.

Vor allem im Alpenraum

Schweizer Gesteinskörnungen enthalten fast ausnahmslos potenziell reaktive Gesteine wie zum Beispiel Kieselkalke, Sandsteine und Gneise. Dennoch gibt es in der Schweiz regionale Unterschiede, was die Häufigkeit und die Intensität von AAR-Schäden an Betonbauten betrifft.

Die meisten und stärksten Schäden treten im Alpenraum auf, bedingt durch eine höhere Anzahl exponierter Bauwerke, wie beispielsweise Stützmauern, die von hinten befeuchtet werden.

Zur sicheren Diagnose von AAR ist eine mikroskopische Dünnschliffuntersuchung unerlässlich. Das charakteristische Rissbild kann zwar auf eine AAR hinweisen. Eine Einschätzung über den Zustand des gesamten Bauwerks, insbesondere über die nicht sichtbaren Be-

reiche (wie Kernbeton oder Rückseiten von Mauern, Fundamente), ist nur durch eine umfassende Beprobung mit Bohrkernen möglich. Durch eine mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen kann einerseits eine AAR nachgewiesen, andererseits aber auch der Reaktionsfortschritt abgeschätzt werden.

Dehnung prognostizieren

Für die Instandsetzung eines AAR-geschädigten Bauwerks kann in einem ersten Schritt der Wasserzufluss mittels Hydrophobieren oder Abdichten minimiert werden. Eine weitere Massnahme ist der oberflächliche Betonersatz. Stark geschädigte Bauteile müssen eventuell sogar vollständig ersetzt werden.

Mit und ohne Massnahmen ist ein langfristiges Monitoring zu empfehlen. Dieses umfasst wiederholte Begehungen durch Experten über Jahre hinweg und gegebenenfalls kontinuierliche Messungen der Ausdehnung, damit das Verhalten des Bauwerks und die Wirksam-

keit der Instandsetzungsmassnahmen beurteilt werden können. Das im Labor ermittelte Restquellmass kann eventuell für eine Prognose der Dehnung am Bauwerk genutzt werden. ■

Charakteristisch: Im fortgeschrittenen Stadium verlaufen die Risse von den Gesteinskörnern ausgehend durch den Zementstein. Es kann das oberflächlich sichtbare, für AAR typische Rissnetz entstehen.

