

# Expansionsverhalten von Mörtel mit Granit und Granit-Sand-Gemischen unter Zugabe von NaCl bei 60 °C (AKR-Performance-Test-Bedingungen)

Wissenschaftlicher Kurzbericht Nr. 39 (2017)

Kai Fischer, M.Sc., Niklas Pepler, B. Eng., Dr.-Ing. Liudvikas Urbonas, Prof. Dr.-Ing. Detlef Heinz  
Arbeitsgruppe 1: Bindemittel und Zusatzstoffe

## 1 Einleitung

Fahrbahndecken aus Beton sind gemäß ZTV Beton-StB der Feuchtigkeitsklasse WS (feucht + Alkalizufuhr von außen + starke, dynamische Beanspruchung) zuzuordnen. Die Prüfung solcher Betone wird seit 2013 im Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS 04/2013) geregelt. Daher sind seitdem alle Betonrezepturen bzw. Gesteinskörnungen (> 2 mm) für Neubauten und Erneuerungen von Fahrbahndecken (Bk 1,8 bis 100 nach RStO 12) hinsichtlich ihrer Eignung für die Feuchtigkeitsklasse WS gutachterlich zu bewerten. Durch die Einführung des ARS sind die dort genannten Prüfungen gleichermaßen auch in Regionen anzuwenden, aus denen bisher offiziell keine Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) bekannt sind. Zu Diskrepanzen zwischen Praxiserfahrung und sog. 60 °C Betonversuch mit NaCl-Zufuhr [1] scheinen neben groben Gesteinskörnungen aus Granit auch die petrographische Zusammensetzung des verwendeten Sandes (Fraktion ≤ 2 mm) einen Einfluss auf AKR-bedingte Dehnungen im Prüfverfahren zu haben. Vor diesem Hintergrund sollte in dem Forschungsvorhaben ein Einfluss der Sandfraktion auf eine AKR unter beschleunigenden Prüfbedingungen (60 °C und NaCl-Zufuhr) betrachtet werden.

## 2 Herangehensweise

Gemäß Alkali-Richtlinie des DAfStb wurde ein Mörtel (w/z = 0,47, Gesteinskörnung/Zement-Verhältnis = 2,25:1) mit einem gebrochenen Granit (Fraktion 0,125 - 4 mm) hergestellt und bei 60 °C über einen Zeitraum von 180 Tagen in verschiedenen zusammengesetzten Prüflösungen gelagert. Als Basislösung wurde eine KOH-Lösung (pH-Wert rd. 13,8) verwendet. Weitere Proben wurden in identischen KOH-Lösungen gelagert, die zusätzlich mit 0,5 und 2 mol NaCl aufdotiert wurden.

In zwei zusätzlichen Mörtelrezepturen wurden 30 M.-% des Granits durch zwei petrographisch verschiedene Sande mit gleicher Kornverteilung wie der Granit ausgetauscht. In früheren AKR-Betonversuchen sind Rezepturen durch grenz-

wertüberschreitende Dehnungen aufgefallen, in welchen der eingesetzte Sand 2 an einer AKR beteiligt war [2]. Sand 1 zeigt erfahrungsgemäß keine Auffälligkeiten in AKR-Betonprüfungen

Neben der Längen-, Massen- und E-Modul-Änderungen wurden ebenfalls die Porenlösungen nach 28 d und 180 d mittels ICP-OES analysiert sowie lichtmikroskopische Untersuchungen an den Mörtelprismen durchgeführt

## 3 Ergebnisse

Der Einfluss des zugegebenen NaCl und der Sande auf das Dehnungsverhalten der Mörtelprismen bei 60 °C ist in Bild 1 dargestellt. Darin zeigt sich, dass mit zunehmendem NaCl-Gehalt in der Lösung die Expansionen der Prismen ansteigen. Darüber hinaus weisen die Mörtelproben mit 70 M.-% Granit und 30 M.-% des reaktiven Sand 2 signifikant höhere Dehnungen als die anderen zwei Rezepturen auf. Reaktive Bestandteile des Sandes 2, wie Radiolarite (s. Bild 2, links) oder kieselige Kalke zeigen dabei deutliche Anzeichen einer AKR.

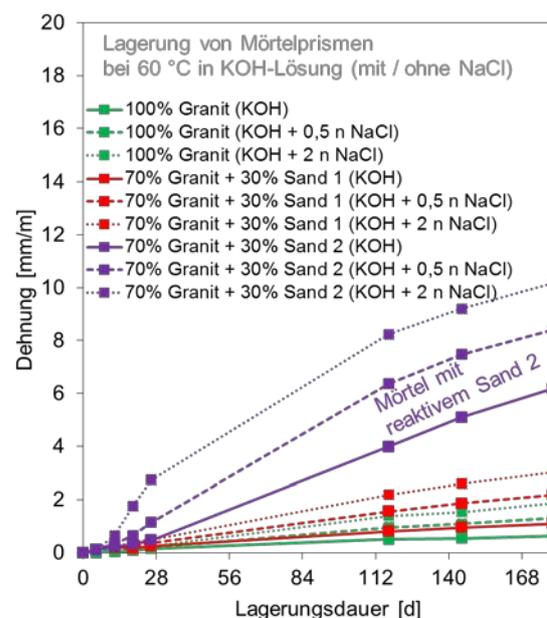
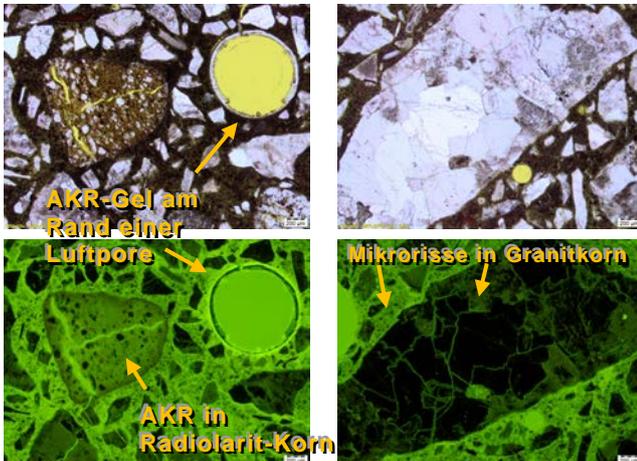


Bild 1: Expansion der Prismen bei 60 °C

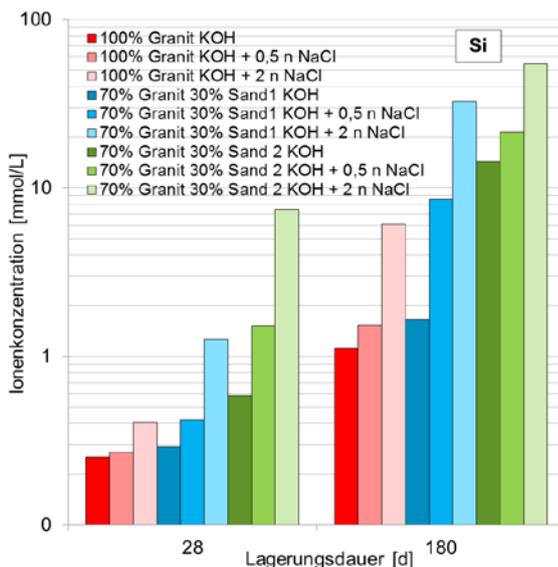
Im Gegensatz dazu enthalten die Mörtel mit Sand 1 geringere Schäden (Riss und Gelbildung)

durch eine AKR. Die Proben mit 100 % Granit zeigen abgesehen von zahlreichen Mikrorissen in den Granitkörnern keine AKR und auch keine Bildung von Alkali-Kieselsäure-Gel (Bild 2, rechts).



**Bild 2:** Lichtmikroskopische Aufnahmen mit Normallicht (oben) und UV-Licht (unten) an Proben 70%Granit+30% Sand 2 KOH+2 mol NaCl (links) und 100% Granit KOH+2 mol NaCl (rechts) nach 180 Tagen Lagerung

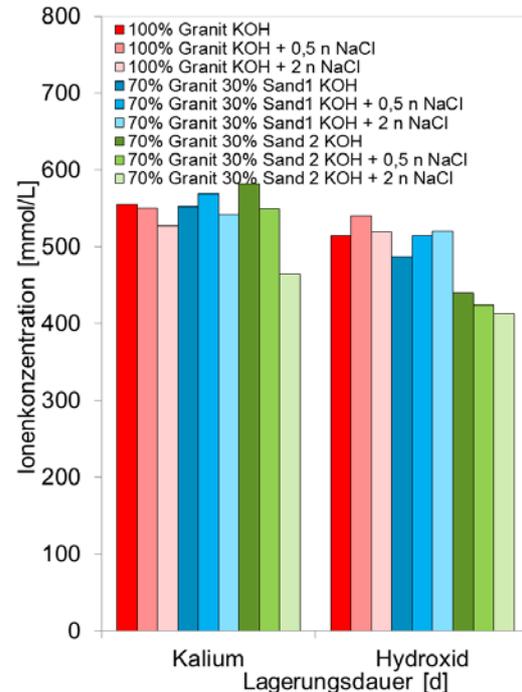
Der Einfluss von NaCl und den Sanden spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Porenlösungen und der Lagerungslösungen wider. Durch die Zugabe von NaCl erhöht sich die Menge an gelöstem Silicium in der Porenlösung. Vergleichbar hohe Si-Konzentrationen in den Lagerungslösungen sind nur für die Proben mit Sand 2 feststellbar (Bild 3).



**Bild 3:** Zusammensetzung der Porenlösungen nach 28 und 180 d: Si-Konzentration

Dies deutet darauf hin, dass aufgrund fortgeschrittener AKR-Schäden in den Prismen und

einer damit assoziierten Rissbildung, ein Konzentrationsausgleich zwischen Lagerungslösung und Porenlösung ermöglicht wird. Die gleichzeitige Reduzierung der Kalium- und Hydroxidkonzentrationen in Poren- und Lagerungslösung der Proben mit Sand 2 deutet auf das Ablaufen einer AKR hin (Bild 4).



**Bild 4:** Zusammensetzung der Porenlösungen nach 28 und 180 d: Kalium und Hydroxid-Konzentration

#### 4 Zusammenfassung

Durch das Untersuchungsprogramm an Mörtelproben mit Granit bzw. Gesteinskörnungsgemischen Granit/Sand und deren Lagerung in KOH-Lösungen bei 60 °C, konnte eine Verschärfung der AKR mit zunehmender NaCl-Konzentration nachgewiesen werden. Zusätzlich zeigt sich ein signifikanter Einfluss auf die AKR durch die petrographische Zusammensetzung des Sandes.

#### 5 Förderhinweis

Die Untersuchungen wurden vom Verein Deutscher Zementwerke e. V. (VDZ) gefördert.

#### 6 Literatur

- [1] MÜLLER, C., et al. (2007): AKR-Prüfverfahren: Auf dem Weg zur Performance-Prüfung. Beton- und Stahlbetonbau, 102, S. 528 – 538
- [2] FISCHER, K. et al. (2016): Alkali Silica Reaction in Concrete with Granite - Laboratory Tests and real Service Conditions. 15<sup>th</sup> International Conference on Alkali-Aggregate Reaction, Sao Paulo, Brazil.