



# EINFLUSS VON BLÄHGLASGRANULAT AUF DIE ALKALI-KIESELSÄURE-REAKTION

*Einsatz von Poraver<sup>®</sup> Blähglasgranulat in zementären Systemen*

## ALLGEMEINES

Unter Alkali-Kieselsäure-Reaktion wird eine chemische Reaktion zwischen Kieselsäure aus den Betonzuschlägen und dem Alkalihydroxid der Porenlösung des Betons verstanden. Das dabei entstehende Alkalisilikat-Gel wirkt treibend und kann zu Betonschäden führen. Kieselsäure löst sich in starken Hydroxidlösungen auf, wobei die Geschwindigkeit dieses Vorgangs vom kristallinen Zustand der Kieselsäure und der Art der Hydroxidlösung abhängig ist.

Absolut inerte Zuschläge gibt es nicht, alle Zuschläge reagieren mehr oder weniger mit dem Zementstein. Die Löslichkeit der Kieselsäure ist abhängig von pH-Wert, Temperatur und Kristallinität der SiO<sub>2</sub>-Modifikation. Während die Löslichkeit von kristallinem SiO<sub>2</sub> (Quarz) mit steigendem pH-Wert etwa linear zunimmt, steigt sie bei amorphem SiO<sub>2</sub>, wie es in opalhaltigen Gesteinen (z.B. Flint, Opalstein) vorliegt, im Bereich der pH-Werte von 10 - 14 überproportional an. Der pH-Wert der Porenlösung im Beton oder Mörtel liegt aufgrund von Alkalien zwischen 12,5 und 14 und ist Ursache für die erhöhte Löslichkeit der Kieselsäure.

Der eigentliche schädigende Vorgang der AKR (auch „Betonkrebs“ genannt) wird durch den osmotischen Druck verursacht, den das bei der Alkalireaktion entstehende dickflüssige Alkalisilikatgel hervorruft. Es können



Typische Netzrisbildung an Beton, der durch AKR geschädigt ist.

Quelldrücke bis 20 N/mm<sup>2</sup> entstehen, die die zentrische Zugfestigkeit von Beton deutlich überschreiten und damit zu Rissen und Abplatzungen im Betonstein führen.

Treiberscheinungen treten nur in kompakten Betonen auf. In porenreichen Betonen hingegen werden die durch die entstehenden Gele aufgebauten Quelldrücke über Poren abgebaut.



## UNTERSUCHUNGEN AN PORAVER<sup>®</sup>

In den Gründungsjahren 1982-1984 der Dennert Schaumglas GmbH (Umfirmierung in Dennert Poraver GmbH erfolgte 1988) hat man sich intensiv mit der Thematik AKR beschäftigt, da von Fachleuten wissenschaftliche Untersuchungen gewünscht waren, um den Einsatz von Poraver Blähglas in zementären Systemen sicher zu gewährleisten.

Auch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) in Berlin hat für eine Zulassung von Poraver<sup>®</sup> im Beton umfangreiche Untersuchungen gefordert, da bekannt war, dass Glas im Beton zu schädigender AKR führen kann.

Die Universität Hannover, Institut für Materialforschung, hat unter Leitung von Prof. Dr. Wierig umfangreiche Versuchsserien durchgeführt und diese in Untersuchungsberichten vom 8.11.1982 und vom 30.5.1985 (hier wurden Langzeitversuche bis 3 Jahre berücksichtigt) zusammengefasst.

Die Bauhaus Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, unter Leitung von Prof. Dr. Stark, hat 1996 ebenfalls umfangreiche Untersuchungen zum Thema AKR durchgeführt, nachdem bei der Herstellung von Poraver<sup>®</sup> Blähglasgranulat ein Wechsel des Trennmittels von Kalksteinmehl auf Kaolin erfolgt ist. Alle Untersuchungen der Universität Weimar sind in dem Forschungsbericht vom 4.11.1996 zusammengefasst.



## EINFLUSS VON BLÄHGLASGRANULAT AUF DIE ALKALI-KIESELSÄURE-REAKTION

*Einsatz von Poraver<sup>®</sup> Blähglasgranulat in zementären Systemen*

### ZUSAMMENFASSUNG VERSUCHE

Herstellung von 10 Versuchsmischungen (9 davon gefügedicht und eine haufwerksporig) mit verschiedenen Poraver-Körnungen und Zementgehalten zwischen 200 und 600 kg/m<sup>3</sup>. Bei einigen Mischungen wurde stark alkalisches Natriumhydroxid (NaOH) zugegeben um den pH-Wert zu erhöhen. Bei Vergleichsmischungen wurde stückiges Duranglas als Zuschlag im Beton eingesetzt.

Neben der normalen Lagerungsbedingung, 20°C und 65 % relative Feuchte, wurde vor allem die für AKR fördernde Lagerung von 30°C und 95 % relative Feuchte gewählt sowie wechselnde Lagerungsbedingungen. An den Prüfkörpern wurden nach einem Zeitraum von 7, 28, 56, 90, 120, 150, 180 und 360 Tagen folgende Messungen durchgeführt:

Festigkeit, Ultraschalllaufzeit, Carbonatisierung, Dehnversuche sowie augenscheinliche Untersuchungen, auch mittels Mikroskop. Weiterhin wurden die Eigenschaften von Poraver<sup>®</sup> gemäß der DIN 4226 (Leichtzuschläge) untersucht.

### ERGEBNISSE

Poraver<sup>®</sup> Blähglas erfüllt alle Eigenschaften der Norm für leichte Gesteinskörnungen DIN 4226, ab 2002 der DIN EN 13055.

**Es zeigten sich nach einer Beobachtungsdauer von bis zu 3 Jahren in keinem Fall Dehnungserscheinungen, wie sie für das Auftreten schädlicher AKR charakteristisch sind. Weiterhin wurden ebenfalls keine Haarrisse, Kantenabplatzungen, Geltropfen oder andere Besonderheiten beobachtet.**

Dagegen wurden bei Prismen, die unter sonst gleichen Bedingungen mit Duranglas als Zuschlag hergestellt wurden, erhebliche Treiberscheinungen festgestellt.

Ergänzend wurde an den Mörtelprismen und Betonwürfeln mit Poraver<sup>®</sup> Blähglasgranulat die Festigkeitsentwicklung (Biegezug- und Druckfestigkeit) untersucht und die Ultraschalllaufzeit gemessen. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass im Inneren keine Gefügestörungen oder Auflockerungen in Abhängigkeit von der Lagerungszeit eintreten.



### FAZIT

Aufgrund aller durchgeführten Untersuchungen wurde wissenschaftlich belegt, dass Poraver<sup>®</sup> Blähglasgranulat als Zuschlag für Mörtel und Leichtbeton geeignet ist.

Von 1984 bis 2014 wurden bisher etwa 625.000 Tonnen Poraver - dies entspricht über 2.000.000 Kubikmeter - hergestellt und absolut schadensfrei, hauptsächlich in zementären Produkten wie Mörteln, Putzen, Betonen oder Klebern eingesetzt.

### KONTAKT

#### DENNERT PORAVER GMBH

Mozartweg 1, 96132 Schlüsselfeld

Telefon +49 9552 92977-0, Fax +49 9552 92977-26, E-Mail info@poraver.de

[www.poraver.com](http://www.poraver.com)