

## **Kurzbericht zum Forschungsprojekt**

**„Einfluss der eingesetzten Sande auf die Einstufung von Gesteinskörnungen  
hinsichtlich der Alkalireaktivität mit Verfahren der Alkalirichtlinie“**  
gefördert durch den Deutschen Ausschuss für Stahlbeton V457

### **1 Einleitung**

Die neue AKR-Richtlinie (Ausgabe Februar 2007) enthält für die Prüfung gebrochener Festgesteine und in Sonderfällen auch für bestimmte Kiese neben dem bewährten Nebelkammer-Verfahren (40°C Betonversuch) zwei Schnellprüfverfahren sowie informativ ein 60°C Betonversuch-Verfahren.

Sowohl beim Mörtelschnelltest (Alternativverfahren) wie im Nebelkammer-Verfahren (40°C) nach Teil 3 der Richtlinie als auch beim 60°C Betonversuch-Verfahren des Anhanges werden Sande für die Herstellung der Prüfkörper eingesetzt, und zwar in einem Anteil von circa 1/3 der gesamten Gesteinskörnung der jeweiligen Mischung.

Neuere Untersuchungsergebnisse zeigen nun, dass ein Teil der als inert unterstellten Sande tatsächlich alkalireaktives Potential besitzt und bisher nicht bekannt ist, ob und gegebenenfalls in welchem Umfang die Prüfergebnisse und damit die Einstufungen der Gesteinskörnungen bzw. eines Betons im 60°C Betonversuch-Verfahren (Performance-Verfahren) durch eine eventuelle Alkalireaktivität des Sandanteils beeinflusst wird.

Aufgrund dieses Hintergrundes wurde zur Aufhellung der Problematik das vorliegende Forschungsprojekt durchgeführt als Beitrag zur Klärung der Fragestellung.

Im Falle einer verfälschenden Wirkung durch einen eingesetzten Sand könnte daher ein und dieselbe zu beurteilende Gesteinskörnung in unterschiedlichen Prüflaboren unterschiedlich eingestuft werden, weil von Prüflabor zu Prüflabor unterschiedliche „inerte“ Sande eingesetzt werden dürfen.

### **2 Untersuchungsprogramm**

#### **Untersuchungen zur Charakterisierung der Sande**

- Ermittlung der Korngrößenverteilung der Sande
- Petrographische Beschreibung der Sande
- Charakterisierung der verwendeten Sande durch Fotodokumentation
- Mikroskopische Beschreibung der Sande
- Phasenanalyse mittels Röntgenbeugung
- Bestimmung des Kristallinitätsindex mittels Röntgenbeugung

#### **Prüfung der Sande hinsichtlich Alkalireaktivität**

- Untersuchungen mit dem BTU - Schnelltest
- Prüfung nach Teil 2 der AKR- Richtlinie
- Prüfung der Sande mit Hilfe des Referenz-Schnellprüfverfahrens
- Prüfung der Sande mit Hilfe des Alternativverfahren

### 3 Zusammenfassende Darstellung der hauptsächlichen Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Ermittlung der Korngrößenverteilung der Sande

Ergebnisse:

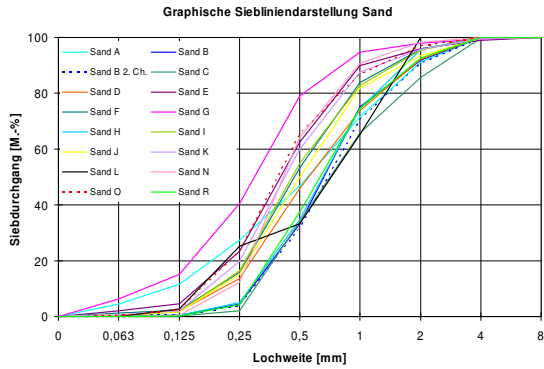


Diagramm 1: graphische Siebliendarstellung

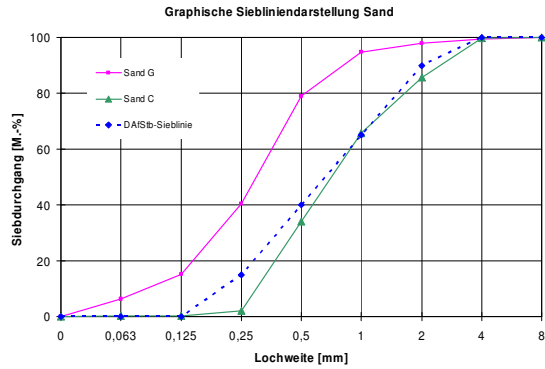


Diagramm 2: graphische Siebliendarstellung zweier Sande und die Referenz- Schnelltest-Sieblinie

#### 3.2 Prüfung der Sande mit Hilfe des Referenz-Schnellprüfverfahrens

Ergebnisse:

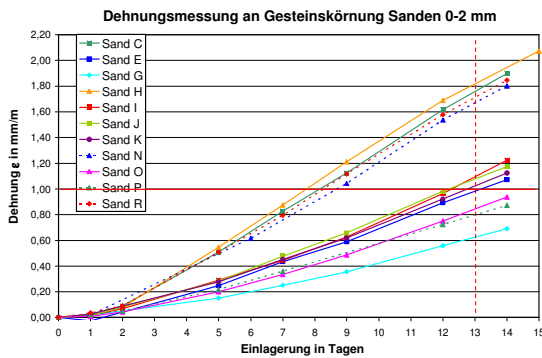


Diagramm: 11 Sande

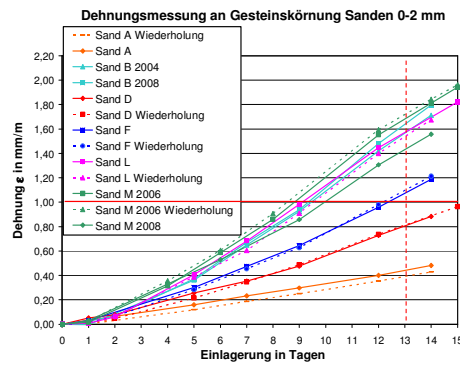


Diagramm: Doppelbestimmung von 6 weiteren Sanden

#### 3.3 Prüfung der Sande mit Hilfe des Alternativverfahren

Ergebnisse:

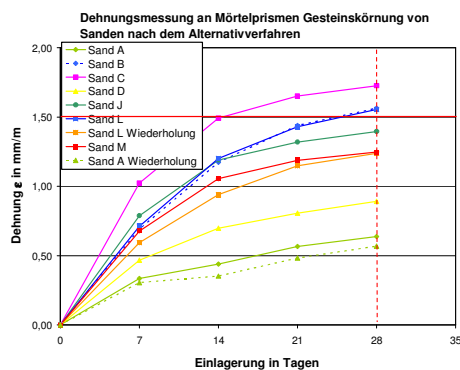


Diagramm: Untersuchung von 7 Sanden mit dem Alternativverfahren

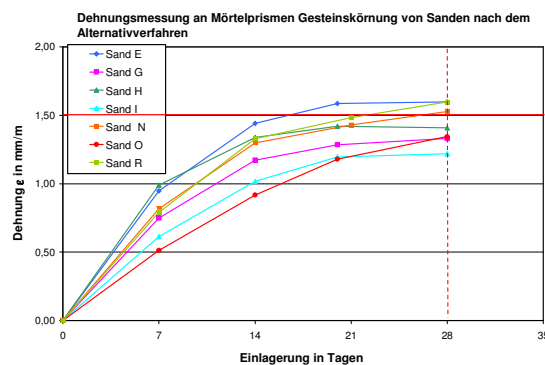


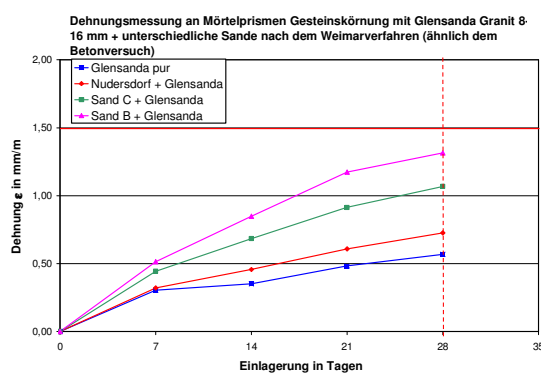
Diagramm: Untersuchung von 7 weiteren Sanden mit dem Alternativverfahren

### 3.4 Einfluss des Sandes auf das Prüfergebnis des Mörtelschnelltests (Alternativverfahren) für Gesteinskörnungen

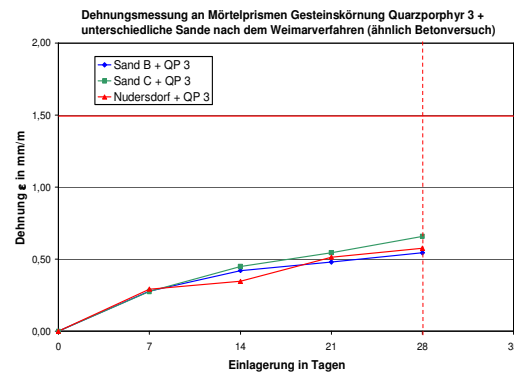
Prüfung ausgewählter Gesteinskörnungen unter Mitverwendung unterschiedlicher Sande: Es wurden von den 17 näher untersuchten Sanden 4 ausgewählt und mit 3 verschiedenen Gesteinskörnungen zu insgesamt 10 Mörtelproben kombiniert, mit denen Mörtelschnelltests (Alternativverfahren) durchgeführt wurden, um den Einfluss des Sandes zu untersuchen:

- Gesteinskörnung 1**
  - inert Sand (Nudersdorf)
  - Sand (B) reaktiv laut Schnelltest
  - Sand (C) reaktiv laut Schnelltest
  
- Gesteinskörnung 2**
  - inert Sand (Nudersdorf)
  - Sand (B) reaktiv laut Schnelltest
  - Sand (C) reaktiv laut Schnelltest
  
- Gesteinskörnung 3**
  - inert Sand (Nudersdorf)
  - Sand (B) reaktiv laut Schnelltest
  - Sand (C) reaktiv laut Schnelltest
  - inert Brechsand (A)

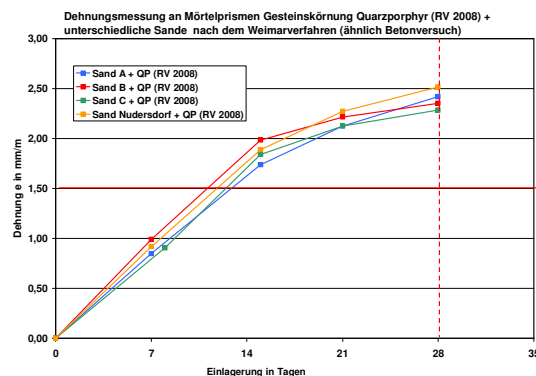
Die Ergebnisse sind aus den folgenden 3 Diagrammen zu entnehmen.



**Diagramm:** Gesteinskörnung 1 (Glensanda-Granit) mit unterschiedlichen Sanden nach dem Alternativ-Verfahren



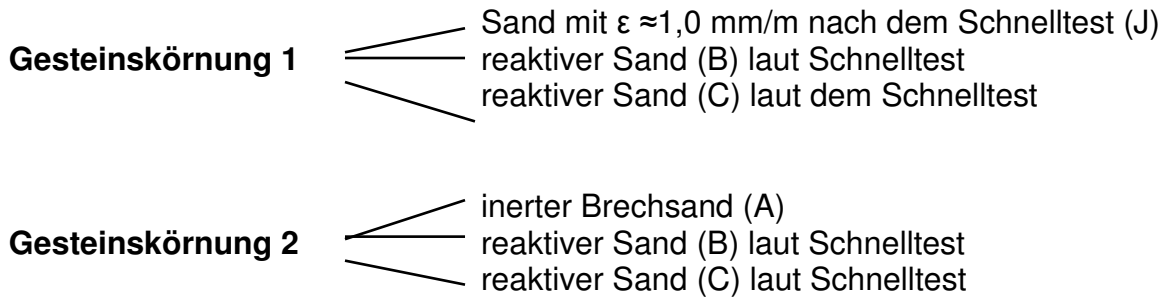
**Diagramm:** Gesteinskörnung 2 (Quarzporphyr QP 3) unterschiedlichen Sanden nach dem Alternativ-Verfahren



**Diagramm:** Gesteinskörnung 3 (Quarzporphyr RV 2008) mit unterschiedlichen Sanden nach dem Alternativ-Verfahren

### 3.5 Beton-Prüfungen von Gesteinskörnungen zusammen mit ausgewählten Sanden nach Teil 3 der Alkali-Richtlinie (Nebelkammerlagerung 40 °C), Einfluss der Sande auf das Prüfergebnis

Aus den 17 näher untersuchten Sanden wurden 4 ausgewählt und mit 2 verschiedenen inerten Gesteinskörnungen (Glensanda-Granit und Quarzporphyr 1) zu insgesamt 6 Betonen kombiniert, mit denen Nebelkammertests durchgeführt wurden, um den Einfluss des Sandes zu untersuchen:



Die Dehnung der Balken lag bei allen Mischungen nach 9 Monaten deutlich unter dem Grenzwert von 0,6 mm/m. Bemerkenswert ist das Dehnungsverhalten der Würfel nach 9 Monaten zusammen mit der Gesteinskörnung 1.

**Tabelle:** Ergebnisse der Rissbildung der Balken und Würfel und zusätzlich die Dehnung nach 9 Monaten Nebelkammerlagerung bei 40 °C

Probekörper	Rissbreite Balken	Rissbreite Würfel <sup>1)</sup>	Dehnung in [mm/m] nach 9 Monaten
<b>Gesteinskörnung 1 + Sand J</b>	keine Risse	9 Monate keine Risse 12 Monate 0,14 mm 13 Monate 0,32 mm 14 Monate 0,32 mm 15 Monate 0,32 mm	0,377
<b>Gesteinskörnung 1 + Sand B</b>	keine Risse	9 Monate Rissentstehung 11 Monate 0,24 mm 13 Monate 0,24 mm 14 Monate 0,24 mm	0,417
<b>Gesteinskörnung 1 + Sand C</b>	keine Risse	8 Monate Rissentstehung 9 Monate 0,1 mm 10 Monate 0,68 mm 11 Monate 0,76 mm 12 Monate 1,02 mm 13 Monate 1,06 mm 14 Monate 0,76 mm	0,385
<b>Gesteinskörnung 2 + Sand A</b>	keine Risse	keine Risse 13 Monate keine Risse 14 Monate keine Risse	0,345
<b>Gesteinskörnung 2 + Sand B</b>	keine Risse	keine Risse 12 Monate keine Risse 13 Monate keine Risse	0,333
<b>Gesteinskörnung 2 + Sand C</b>	keine Risse	keine Risse 12 Monate keine Risse 13 Monate keine Risse	0,357

<sup>1)</sup> Nach Alkali-Richtlinie Teil 3 beträgt die Grenzauslagerung 9 Monate

## 4 Zusammenfassung und Bewertung

Ziel der Untersuchungen war es, die Aussagen über den Einfluss von als inert bezeichneten Sanden näher zu untersuchen. Sowohl beim Mörtelschnelltest (Alternativverfahren) wie im Nebelkammer-Verfahren nach Teil 3 der Richtlinie als auch beim 60°C Betonversuch-Verfahren des Anhanges werden Sande für die Herstellung der Prüfkörper eingesetzt, und zwar in einem Anteil von circa 1/3 der gesamten Gesteinskörnung der jeweiligen Mischung.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen nun, dass ein Teil der als inert unterstellten Sande tatsächlich alkalireaktive Bestandteile enthalten und bisher nicht bekannt ist, ob und gegebenenfalls in welchem Umfang die Prüfergebnisse und damit die Einstufungen der Gesteinskörnungen durch eine eventuelle Alkalireaktivität des Sandanteils beeinflusst wird.

Im Falle einer verfälschenden Wirkung durch einen eingesetzten Sand könnte daher ein und dieselbe zu beurteilende Gesteinskörnung in unterschiedlichen Prüflaboren unterschiedlich eingestuft werden, weil von Prüflabor zu Prüflabor unterschiedliche „inerte“ Sande eingesetzt werden dürfen.

Es wurden 17 Sande in die Untersuchungen einbezogen. Ermittelt bzw. dokumentiert wurde das Aussehen der Körnung und die Korngrößenverteilung, die petrographische Zusammensetzung, der Kristallinitätsindex und die Phasenzusammensetzung mittels Röntgenbeugung. Zur Charakterisierung einer eventuellen Reaktivität erfolgte die Prüfung nach Teil 2 der AKR-Richtlinie sowie mit den Schnellprüfverfahren (Referenzprüfverfahren, Alternativverfahren und BTU-Schnelltest). Danach zeigten einige der Sande ein nennenswertes reaktives Potential.

In den anschließend durchgeführten Nebelkammer-Versuchen bei 40°C nach der aktuellen Alkali-Richtlinie Teil 3 wiesen die Betone als Hauptbestandteile 2 inerte Gesteine auf, während der 30 %-ige Sandanteil aus reaktiven und nicht reaktiven Sanden zum Vergleich ausgewählt wurde. Nach der laut Alkali-Richtlinie vorgesehenen maximalen Einlagerungszeit von 9 Monaten waren alle Gesteinskörnungen als nicht alkalireaktiv bzw. nach E I-S einzustufen, so dass sich hiernach die reaktiven Sande nicht negativ ausgewirkt haben. Zu erwähnen ist allerdings, dass sich bei den eingelagerten Betonwürfeln mit dem besonders dichten, inerten Granit als Hauptbestandteil bei der über 9 Monate hinaus fortgesetzten Nebelkammer-Lagerung unzulässig breite Risse ausgebildet haben. Empfohlen wird zu untersuchen, inwieweit dieses Phänomen für die Praxis von Bedeutung ist.