

SIA Merkblatt 2042:2022

Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten

Anforderungen aus Sicht der Betonlieferanten

Peter Bütschi
Fachkommission Technik FSKB

Inhalt

- AAR Schädigung -Ursachen
- Schadenbilder -Typischer AAR Schaden
- Vorbeugung von Schäden durch AAR, SIA Merkblatt 2042
 - Geschichte Merkblatt 2042
 - Was ist neu im revidierten Merkblatt 2042

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042

2

AAR Schädigungen -Ursachen

Die AAR Schädigung ist eine chemische Reaktion zwischen alkali-reaktiven Gesteinskörnungen und den Alkalien in der Porenlösung des Betons. Dabei kommt es zu einer Bildung von expansiven Reaktionsprodukten deren Volumenzunahme zu Rissbildungen führt.

Die Alkali Aggregat- Reaktion im Beton beschäftigt die Fachspezialisten seit über sechzig Jahren auf der ganzen Welt. In der Schweiz wurde der erste AAR Schaden 1988 an einer Staumauer beobachtet.

Die AAR Reaktion führt zu einer Beeinträchtigung der Betoneigenschaften, insbesondere der mechanischen Festigkeiten. Die Druckfestigkeit reagiert dabei weniger empfindlich auf die Rissbildung als die Zugfestigkeit und der E-Modul, bei denen Verluste bis zu 70% festgestellt werden.

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042

3

Schadenbild -Typischer AAR Schaden



Vorbeugung von AAR Schäden Merkblatt 2042 Geschichte Merkblatt

- Regelungen über Planung, Ausschreibung und Ausführung von AAR- Beständigen Betonbauten, für Neubau und Instandsetzung
- Erstmals publiziert 2012
 - Korrigenda C1: 2015 Details zu Prüfverfahren und Zuordnung Betonsorten zu Umgebungsklassen
 - Korrigenda C2: 2015 Verwendung von Restwasser
 - Revision und Vernehmlassung 2019 – 2021
 - Inkrafttreten Revidierte Fassung SIA Merkblatt 2042:2022-01 voraussichtlich Mai 2022

❖ Hinweis : Der für diese Präsentation verwendete Schlussetwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden!

Revidiertes Merkblatt 2042 Neuerungen

- Geltungsbereich
- Neue Begriffe
- Neue Ansätze Planung und Ausschreibung
- Neue Regelungen bei den Nachweisen
- Neue Grenzwerte, Anforderungen
- Neue Regelungen Übertragbarkeit
- Neue Anhänge

❖ In der fortlaufenden Präsentation wird nur auf die wichtigsten Punkte aus Sicht des Betonlieferanten eingegangen.

Regelungen für Nachweise

- Langzeitnachweis ist gestrichen
Kann mit den sich ändernden Bindemitteln nicht mehr erbracht werden
- Microbarprüfung für Gesteinskörnungen Anhang D
Ist eine Reaktivität der Gesteinskörnungen bekannt, ist die Microbarprüfung nicht nötig, direkt am Beton den AAR Widerstand prüfen
- Prüfung des AAR-Widerstandes am Beton nach SIA 262/1, Anhang G
Die Performance Prüfung ist neu in die Schweizer Dauerhaftigkeitsprüfungen integriert, SIA 262/1:2019, Anhang G
- Bei Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung gilt eine Prüfung nur für ein bestimmtes Los
Ein Los ist eine klar definierte Menge aufbereitete RC Gesteinskörnung, ein homogenes, separates Lager SN EN 12620:2002+A1:2008, Ziffer 3.1.1. Die Beurteilung hat durch eine Fachperson zu erfolgen, ebenso die Prüfbarkeit
- Geltungsdauer der Prüfungen 5 Jahre ab Prüfungsbeginn
Vorher 5 Jahre ab Prüfungsende

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 10

Das Nachweisverfahren

Figur 1 Vorgehen zur Vorbeugung der AAR

```

    graph TD
      PK1[PK 1: AAR-Widerstand nicht gefordert] --> G1{Gruppe A oder B}
      PK2[PK 2 oder PK 3: AAR-Widerstand gefordert] --> G2{Kornzusammensetzung  
Kornabgrenzung Gruppe A, B oder C?}
      G1 --> T1{Kornprobe  
Prüfung nach SIA 262/1, Anhang G}
      G2 --> T2{Prüfung nach SIA 262/1, Anhang G  
Reaktivität?}
      T1 --> D1{Zusätzliche  
Massnahmen  
gefordert?}
      T2 --> D1
      D1 -- Ja --> PK3[Ja PK 3]
      D1 -- Nein --> B1[Beton kann verwendet werden,  
ohne weitere Massnahmen]
      PK3 --> B2[Beton kann verwendet werden  
mit zusätzlichen Massnahmen]
  
```

Das Nachweisverfahren ist grundsätzlich unverändert, zu beachten sind die Gesteinskörnungsgruppen A, B und C nach Anhang E

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 11

Grenzwerte Prüfung SIA 262/1:2019, Anhang G

- Kriterium 1, Prüfung 20 Wochen $\leq 0.2\%$, kein Einzelwert $> 0.25\%$
- Kriterium 2, verzögerte Ausdehnung nach 20 Wochen $\leq 0.1\%$ kein Einzelwert $> 0.15\%$
- Kriterium 3, Prüfung 48 Wochen $\leq 0.3\%$ kein Einzelwert $> 0.35\%$

- ❖ Diese bisherigen Grenzwerte sind mit Kriterien für bestimmte Ausdehnungsraten in bestimmten Zeiträumen der Messungen (die Steigungen) während den Prüfungen ergänzt worden, hier wird dem Betonhersteller empfohlen sich mit dem Prüflabor abzusprechen.
- ❖ Bestimmte Übertragungsregeln dürfen nur angewendet werden solange die Grenzwerte der Ausgangsprüfung nach 20 Wochen $\leq 0.15\%$, oder nach 48 Wochen $\leq 0.25\%$ nicht überschreiten.

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 12

Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G
Anforderungen an Ausgangsstoffe, Randbedingungen

➤ **Gesteinskörnungen**

- Die Gesteinskörnungen sind aus dem gleichen Abbaubereich und weisen eine vergleichbare Zusammensetzung auf. Petrographieprüfung nach VSS 70115 und VSS 70116.
- Gegebenenfalls sind Microbarprüfungen vorhanden
- Werden Gesteinskörnungen aus verschiedenen Anbaubereichen oder mit verschiedenen Zusammensetzungen gemischt ist der Anhang E zu beachten.
- Der Einfluss einer deutlichen Änderung des Brechkornanteils (z. B. grösser als 50%) ist von einer Fachperson zu beurteilen.

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 13

Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G
Anforderungen an Ausgangsstoffe, Randbedingungen

➤ **Zement**

- Zement vom gleichen Zementwerk
- Gleiche Zementart mit der gleichen oder tieferen Festigkeitsklasse
- Ergebnis kann auf Beton mit niedrigerem Zementgehalt übertragen werden. **max. -50kg / m³ fällt weg**

➤ **W/Z Wert**

- Differenz maximal ±0.05

➤ **Zusatzmittel**

- Art der Zusatzmittel und die Dosierungen dürfen geändert werden, sofern die Summe der Alkaligehalte der Zusatzmittel weniger als 5% des Alkaligehaltes des Betons gemäss SIA 262/1:2019, Anhang G, Ziffer G.9, inkl. NaOH- Zudosierung, beträgt.
Stark vereinfacht, Beschleuniger oder andere Zusatzmittel die nicht in der Performance Prüfung verwendet wurden dürfen bisher nicht eingesetzt werden

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 14

Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G
Anforderungen an Ausgangsstoffe, Randbedingungen

➤ **Zusatzstoffe**

- Gleicher Produzent, gleicher Lieferant, gleiche Art **±10 Massen % fällt weg**

➤ **Ausgangsrezeptur ohne Zusatzstoffe oder mit nicht alkalireaktivem Zusatzstoff Typ I Randbedingung A**

- Erlaubt ist eine Zugabe von Flugasche, Silikastaub, Hüttensand und nicht alkalireaktivem Zusatzstoff Typ I, bei gleichem oder tieferem Zementgehalt gegenüber der Ausgangsrezeptur.

Als nicht alkalireaktive Zusatzstoffe Typ I gelten z.B. kieselensäure freie Kalksteinfiller oder Gesteinsmehle

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 15

Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G Anforderungen an Ausgangsstoffe, Randbedingungen

➤ Ausgangsrezeptur mit nicht alkalireaktiven Zusatzstoffen Typ I und Typ II Randbedingungen B und C, C1

- Erhöhte Zugaben von Flugasche, Silikastaub, Hüttensand und von nicht alkalireaktiven Zusatzstoffen Typ I sind gegenüber der Ausgangsrezeptur gestattet.
- ❖ Keine Erhöhung des Zementgehaltes gegenüber der Ausgangsrezeptur
- Tiefere Dosierungen gegenüber der Ausgangsrezeptur sind begrenzt gestattet:
 - Für Flugasche und Hüttensandmehl -10%
 - Für Silikastaub -3%
 - Für nicht alkalireaktive Zusatzstoffe Typ I keine Begrenzung
- ❖ Einschränkung für tiefere Dosierung : Nur gestattet solange die Grenzwerte der Ausgangsprüfung nach 20 Wochen $\leq 0.15\%$, oder nach 48 Wochen $\leq 0.25\%$ nicht überschritten werden.
- ❖ Keine Erhöhung des Zementgehaltes gegenüber der Ausgangsrezeptur

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 16

Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G Anforderungen an Ausgangsstoffe, Randbedingungen

➤ Ausgangsrezeptur mit alkalireaktivem Zusatzstoff Typ I

- Reduktion zulässig
- Erhöhung 5% gegenüber der Dosierung Ausgangsrezeptur
- ❖ Einschränkung zur Erhöhung: Nur gestattet solange die Grenzwerte der Ausgangsprüfung nach 20 Wochen $\leq 0.15\%$, oder nach 48 Wochen $\leq 0.25\%$ nicht überschritten werden.
- ❖ Keine Erhöhung des Zementgehaltes gegenüber der Ausgangsrezeptur

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 17

Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G Anhang E

«Verfahren für die Übertragbarkeit bestehender Prüfergebnisse von Betonrezepturen auf eine Betonrezeptur mit Gesteinskörnungen aus verschiedenen Anbaugebieten»

Regel 1: Für die Mischung von Gesteinskörnungen aus unterschiedlichen Anbaugebieten verwendbare Betonrezepturen weisen in der Prüfung des AAR-Widerstands des Betons nach SIA 262/1,2019, Anhang G, eine mittlere Längenausdehnung nach 20 Wochen Versuchsdauer $\leq 0,150\%$ oder $\leq 0,250\%$ auf, falls die Versuchsdauer auf 48 Wochen verlängert werden müsste.
Hinweis: Die Regel 1 gilt nicht für die anderen Übertragbarkeitsmöglichkeiten der Tabelle 2.

Regel 2: Betonrezepturen gelten als identisch, wenn mit Ausnahme der Gesteinskörnung für alle übrigen Ausgangsstoffe die Anforderungen der Tabelle 2 erfüllt sind. Folgende Vorsichtsregel ist dabei zwingend anzuwenden: Die Übertragung unter Ausschöpfung und Kombination aller Möglichkeiten der Tabelle 2 ist nur dann gestattet, wenn sich dadurch das AAR-Risikos nicht erhöht.

Beispiel: Rezeptur B1: Gesteinskörnung G1 mit 300 kg/m^3 Zement A und Rezeptur B2: Gesteinskörnung G2 mit 280 kg/m^3 Zement A + 80 kg/m^3 Flugasche. Beide Rezepturen weisen einen hohen AAR-Widerstand auf und gelten als identisch nach Tabelle 2. Die Gesteinskörnungen G1 und G2 dürfen aber nur in der Rezeptur B2 kombiniert werden.

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 18

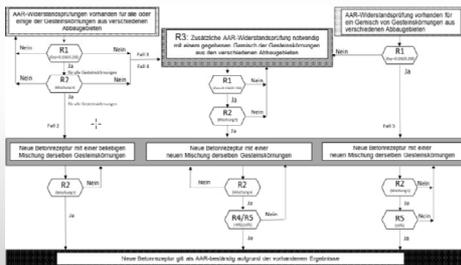
Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G Anhang E

Regel 3: Liegt für eine gegebene Betonrezeptur mit einer bestimmten Gesteinskörnung aus einem bestimmten Abbaubereich kein für die Übertragbarkeit verwendbares Prüfergebnis vor (Regel 1 und/oder 2), ist eine zusätzliche Betonprüfung mit einem Gemisch aller Gesteinskörnungen aus allen Abbaubereichen erforderlich (siehe auch Regeln 4 und 5).

Regel 4: Der Anteil der Gesteinskörnungen, für die kein individuelles verwendbares Prüfergebnis nach SIA 262/1:2019, Anhang G, vorliegt (Regel 1 und/oder 2), darf im Vergleich zur Dosierung im geprüften Gemisch nicht um mehr als insgesamt 5 M.-%, verteilt über die gesamte Sieblinie, erhöht werden (Prozentangaben sind Absolutwerte).

Regel 5: Liegt für eine gegebene Betonrezeptur mit einem bestimmten Gemisch von verschiedenen Gesteinskörnungen aus verschiedenen Abbaubereichen ein Prüfergebnis vor, das die Regel 1 erfüllt, kann das Prüfergebnis auf identische Betonrezepturen (gemäss Regel 2) für weitere Mischungen dieser Gesteinskörnungen übertragen werden, solange die Variation der Proportionen der einzelnen Gesteinskörnungen nicht insgesamt 5 M.-%, verteilt über die gesamte Sieblinie, überschreitet (Prozentangaben sind Absolutwerte).

Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G Anhang E



Regeln zur Übertragbarkeit der Widerstandsprüfung Anhang G Anhang E

- Die Möglichkeiten zur Übertragbarkeit der Ausgangsrezepturen auf neue Betonrezepturen mit Gesteinskörnungen aus verschiedenen Abbaubereichen ist idealerweise vom Beton Produzenten mit den Prüflabors die die Widerstandsprüfung SIA 262/1, Anhang G ausführen, abzusprechen.
- Eine Fachperson wie im Merkblatt beschrieben hat hier das nötige Fachwissen und die Erfahrung um die Anwendbarkeit der 5 Regeln zu prüfen und sie in Zusammenarbeit mit dem betreffenden Unternehmen anzuwenden.
- Eine entsprechende Dokumentation über die Petrographie (VSS 70115 und VSS 70116), über eventuelle Microbarprüfungen, die Deklaration der verschiedenen Anbaubereiche mit dem richtigen Bezug zu den Ausgangsprüfungen sind zu empfehlen.

Danke für Aufmerksamkeit

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 22

Präsentation SIA Merkblatt 2042:2022

Literatur

- Forschungsauftrag AGB 2001/471 Bundesamt für Strassen
- SIA MB 2042:2012
- SIA MB 2042 Schlussentwurf 6.01.2022
- SN EN 206:2013+A1:2021
- SIA 262/1:2019

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 23

Kurz CV

Peter Bütschi
 Betontechnologie HTA Luzern

1996 - 2000 Betonmaschinist / Allrounder Kiestag AG
 2000 - 2003 Stv. Technischer Leiter Kiestag AG
 2003 - 2010 Verantwortlicher Materialaufbereitung und Labor, MBW Mitholz AG, (NEAT)
 2010 - 2019 Bereichsleiter und Verantwortlicher WPK /Labor, Vigier Beton Berner Oberland, Kiestag AG
 Seit 2019 Leiter Betontechnologie Sparte Vigier Beton

FSKB Frühjahrstagung März 2022 Merkblatt 2042 24
