

Bewährtes neu denken

Untersuchungen zum Einfluss der Dosier- genauigkeit auf den Karbonatisierungs- und Chlorideindringwiderstand **vdz**

Katharina Röckrath

DAfStb-Fachkolloquium

Berlin, 21. Mai 2025

- Veränderungen der Materialkennwerte von Betonen bei Variation
 - der Zementherkunft (Lieferwerk) bei gleicher Zementart (KIT)
 - der Produktionscharge des Zements bei gleicher Herkunft (KIT)
 - der Wasser- bzw. Zementmenge im Rahmen der gemäß DIN 1045-2 zulässigen Variationen (produktionsbedingte Schwankungen) (VDZ)
 - der Kornzusammensetzung und Art/Form der Gesteinskörnung (HCU)
- Untersuchung verfügbarer Instrumente/Prozesse zur Steuerung der Gleichmäßigkeit der Produktion und zum Nachweis der Konformität der Produktion bezüglich der Widerstandsklasse(n)

- Veränderungen der Materialkennwerte von Betonen bei Variation
 - der Zementherkunft (Lieferwerk) bei gleicher Zementart (KIT)
 - der Produktionscharge des Zements bei gleicher Herkunft (KIT)
 - der Wasser- bzw. Zementmenge im Rahmen der gemäß DIN 1045-2 zulässigen Variationen (produktionsbedingte Schwankungen) (VDZ)
 - der Kornzusammensetzung und Art/Form der Gesteinskörnung (HCU)
- Untersuchung verfügbarer Instrumente/Prozesse zur Steuerung der Gleichmäßigkeit der Produktion und zum Nachweis der Konformität der Produktion bezüglich der Widerstandsklasse(n)

Einfluss der Dosiergenauigkeit

Was sind die Ursachen für Variationen in der Betonzusammensetzung?

- Variation des Zementgehaltes zur Aussteuerung der Frisch- und Festbetoneigenschaften ($\pm 15 \text{ kg/m}^3$ zulässig gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 9.2)
- Toleranzen für das Dosieren der Ausgangsstoffe Wasser und Zement ($\pm 3 \text{ M.-%}$ der erforderlichen Menge gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 9.7)
- Variationen des Wassergehaltes durch Unsicherheiten bei der Bestimmung der Oberflächenfeuchte der Gesteinskörnung

Einfluss der Dosiergenauigkeit

Was sind die Ursachen für Variationen in der Betonzusammensetzung?

- Variation des Zementgehaltes zur Aussteuerung der Frisch- und Festbetoneigenschaften ($\pm 15 \text{ kg/m}^3$ zulässig gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 9.2)
- Toleranzen für das Dosieren der Ausgangsstoffe Wasser und Zement ($\pm 3 \text{ M.-%}$ der erforderlichen Menge gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 9.7)
- Variationen des Wassergehaltes durch Unsicherheiten bei der Bestimmung der Oberflächenfeuchte der Gesteinskörnung (hier gibt es keine wirklich belastbaren Zahlen, nur Erfahrungen von bspw. Feuchtesonden-Herstellern, Messfehler bei Feuchtesonden bei $\pm 0,5\%$ Absolutwert)

Einfluss der Dosiergenauigkeit

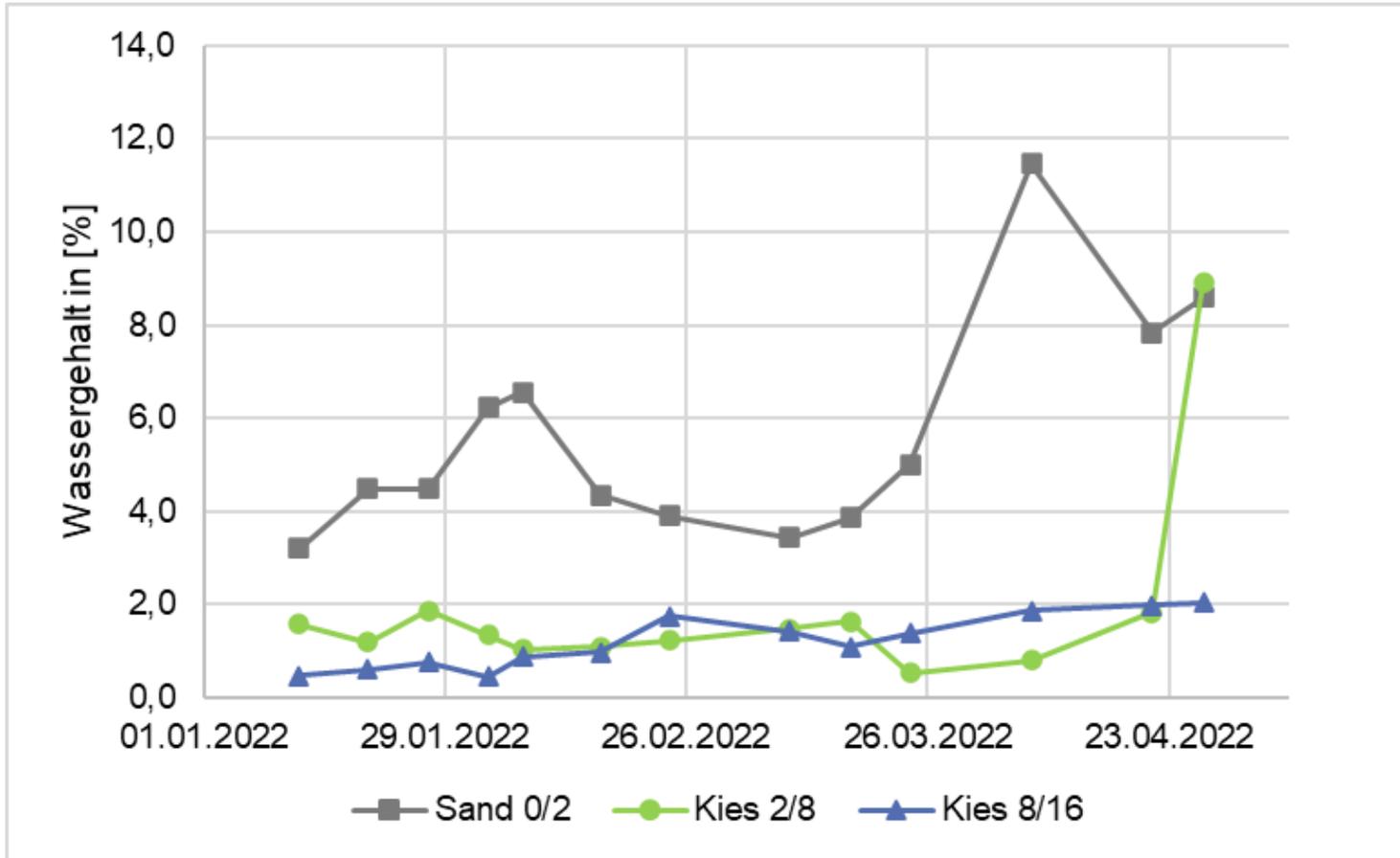
Was sind die Ursachen für Variationen in der Betonzusammensetzung?

- Variation des Zementgehaltes zur Aussteuerung der Frisch- und Festbetoneigenschaften ($\pm 15 \text{ kg/m}^3$ zulässig gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 9.2)
- Toleranzen für das Dosieren der Ausgangsstoffe Wasser und Zement ($\pm 3 \text{ M.-%}$ der erforderlichen Menge gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 9.7)
- Variationen des Wassergehaltes durch Unsicherheiten bei der Bestimmung der Oberflächenfeuchte der Gesteinskörnung (hier gibt es keine wirklich belastbaren Zahlen, nur Erfahrungen von bspw. Feuchtesonden-Herstellern, Messfehler bei Feuchtesonden bei $\pm 0,5\%$ Absolutwert)
- Die maximal zulässigen w/z-Wert Schwankungen betragen $+0,02$ (DIN1045-2)
- Ausreizung der Grenzen über die zulässigen w/z-Wert Abweichungen zur Einschätzung der Optimierungsmöglichkeiten

Frischbetoneigenschaften

- Empfindlich gegenüber unterschiedlichen Lagerungsbedingungen
- Schwankungen der Kern- und Oberflächenfeuchte haben deutlichen Einfluss auf die Frischbetoneigenschaften
- Insbesondere Ausbreitmaß und w/z-Wert sind betroffen
- Lösungsansätze:
 - Trocknen der GK im Labor durch ausbreiten (Annahme: „Oberflächentrocken“)
 - Trocknen der GK im Labor durch ausbreiten, Ausgleich der Kernfeuchte
 - Wässern der GK, Ausgleich des Zugabewassers
 - Einsatz unbehandelter GK direkt aus BigBags

Wassergehalt der Fraktionen



- Regelmäßige Kontrolle der Eigenfeuchte GK
- Regelmäßige Kontrolle des w/z_{ist} durch Darren

- Wettergeschützte Lagerung der Gesteinskörnungs-Fraktionen
- Aussteuerung des w/z -Wertes durch Berücksichtigung der tatsächlichen Eigenfeuchte

Karbonatisierungswiderstand nach DIN EN 12390-12

Chloridmigrationskoeffizient nach DIN EN 12390-18

Einfluss produktionsbedingter Schwankungen
der Betonzusammensetzung

- a) Vier Laborbetone mit unterschiedlichen Zementen
 - - Zement / + Wasser
 - + Zement / - Wasser
- b) Probenahme in Transportbetonwerk
 - Herstellung von Probekörpern zu verschiedenen Zeitpunkten (geplant: 5x)
 - zeitgleich Beprobung der Betonausgangsstoffe
 - Nachstellen des beprobten Betons im Labor

Karbonatisierungswiderstand nach DIN EN 12390-12

Chloridmigrationskoeffizient nach DIN EN 12390-18

Einfluss produktionsbedingter Schwankungen
der Betonzusammensetzung

a) Vier Laborbetone mit unterschiedlichen
Zementen

- - Zement / + Wasser 0,55
- + Zement / - Wasser 0,45

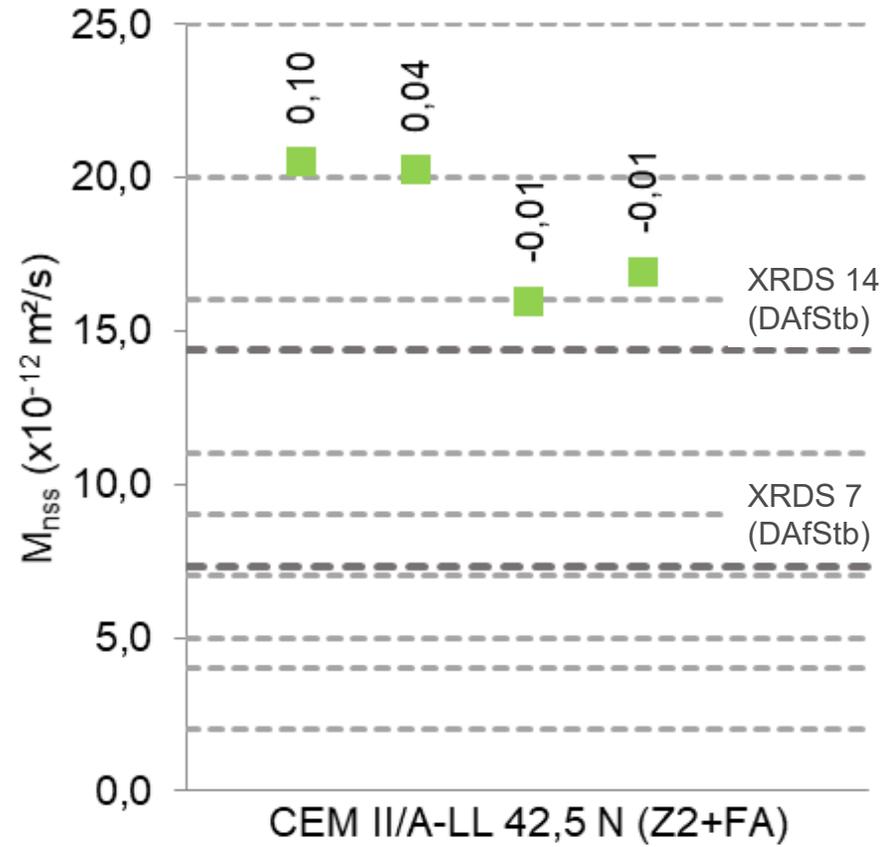
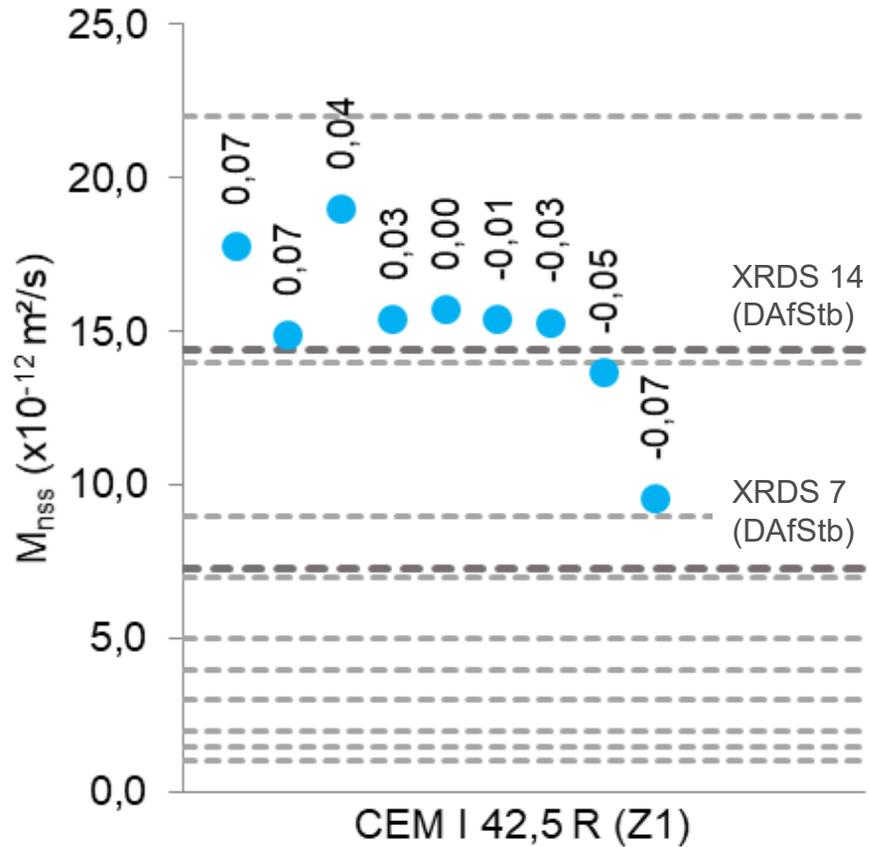
b) Probenahme in Transportbetonwerk

- Herstellung von Probekörpern zu verschiedenen Zeitpunkten (geplant: 5x)
- zeitgleich Beprobung der Betonausgangsstoffe
- Nachstellen des beprobten Betons im Labor

- Signifikanz der w/z-Wert Schwankungen?
„Haben w/z-Wert Schwankungen im Rahmen der Dosiergenauigkeit einen Einfluss auf die Karbonatisierung/ die Chloridmigration?“
- Statistik-Tools Aufgrund der Fragestellung nicht unbedingt zielführend
- Vergleich mit anderem Bewertungshintergrund

Chloridmigrationskoeffizient nach DIN EN 12390-18

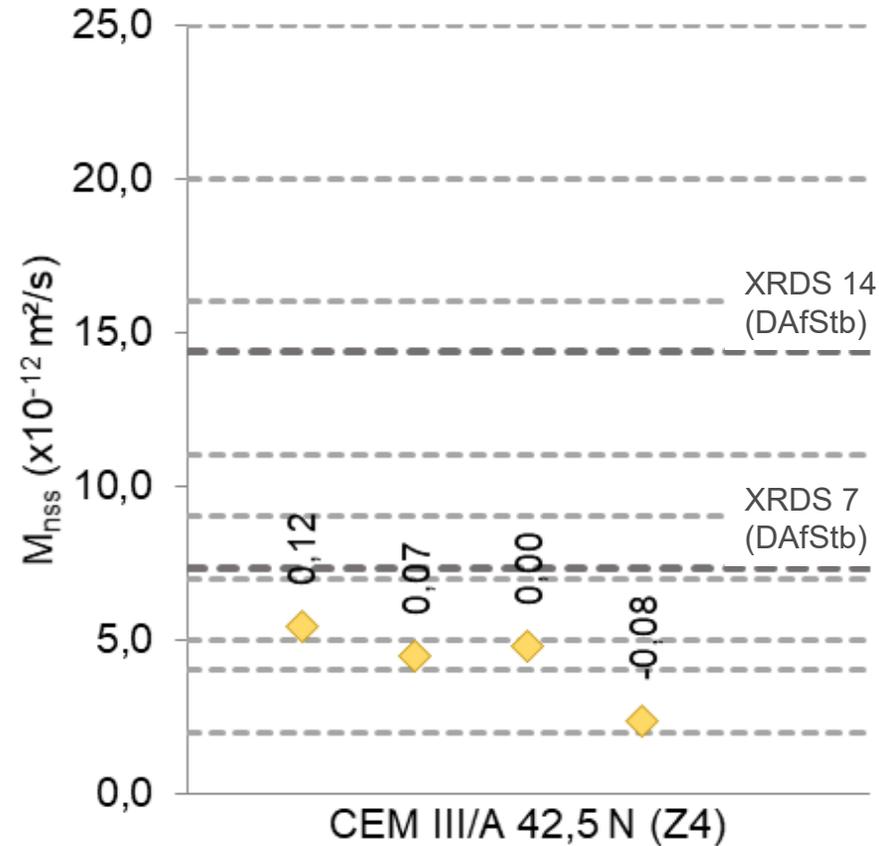
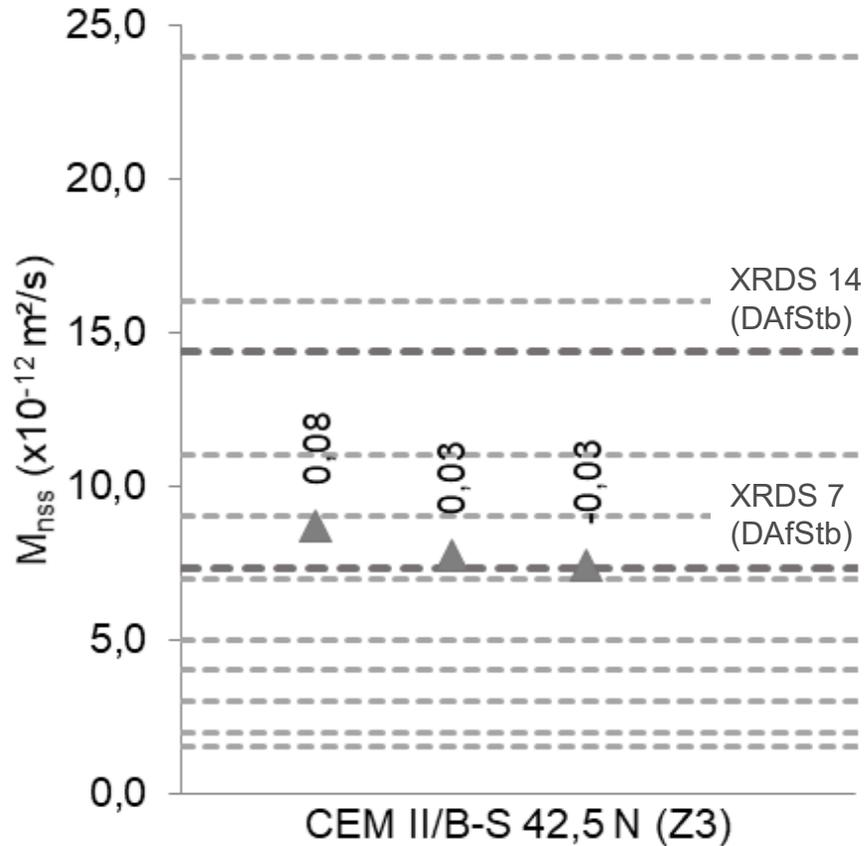
Variation des w/z-Wertes – Einordnung in XRC-Klassen nach DAfStb-Richtlinie und prEN 206-100 (Draft 14)



Im Darrverfahren ermittelte Differenz des Referenz w/z-Wertes von w/z=0,5

Chloridmigrationskoeffizient nach DIN EN 12390-18

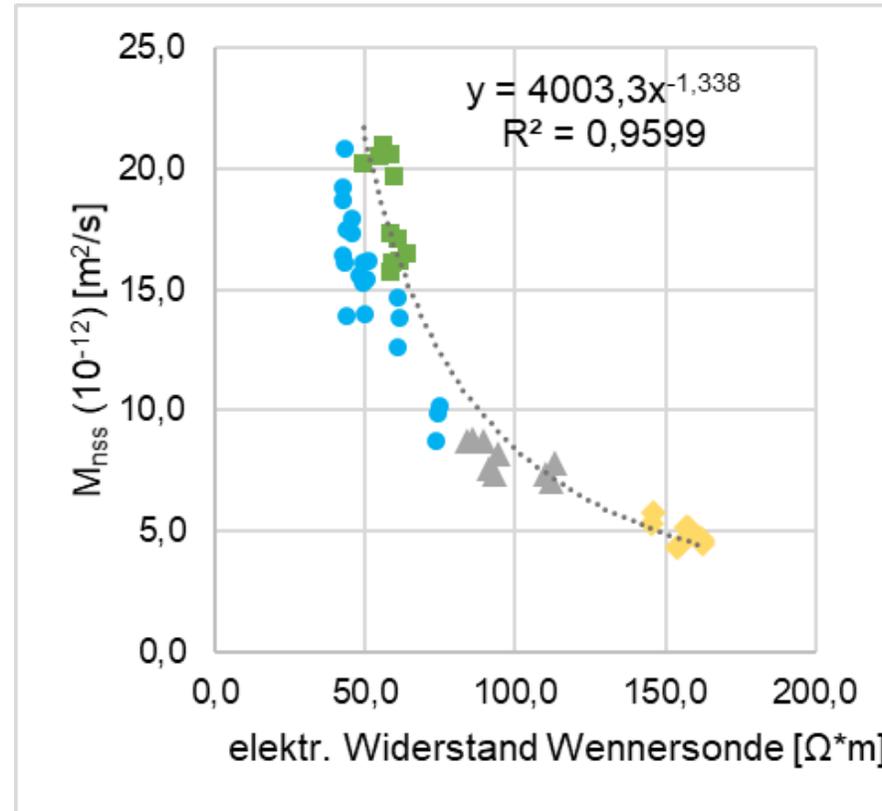
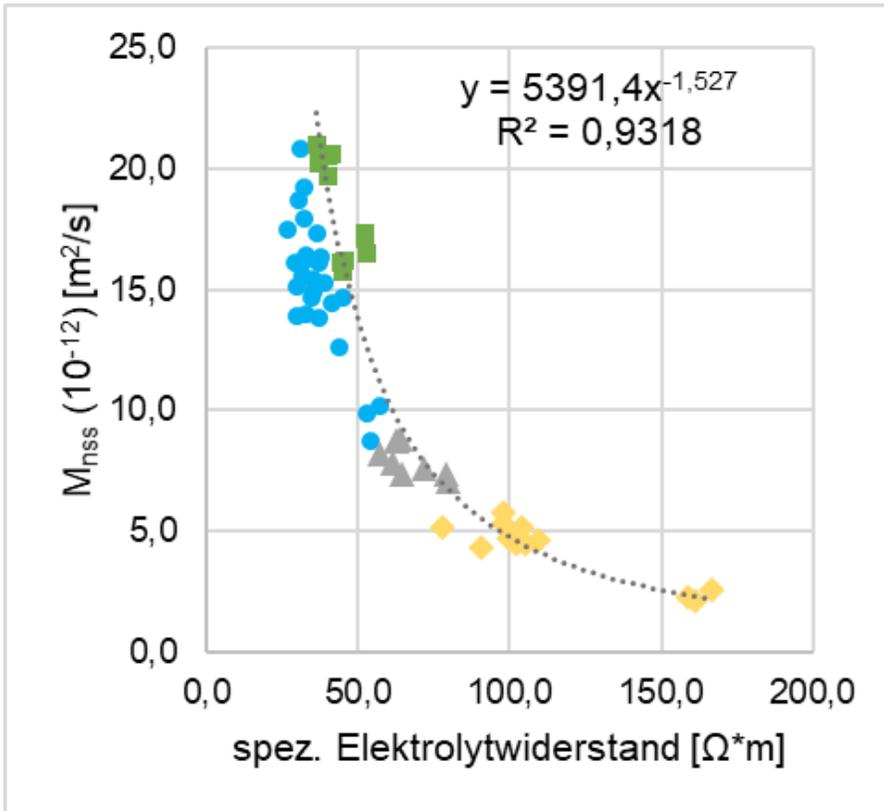
Variation des w/z-Wertes – Einordnung in XRDS- XRC-Klassen nach DAfStb-Richtlinie und prEN 206-100 (Draft 14)



Im Darrverfahren ermittelte Differenz des Referenz w/z-Wertes von w/z=0,5

Chloridmigrationskoeffizient nach DIN EN 12390-18

Spezifischer Elektrolytwiderstand (aus LCR-Messung) und elektrischer Widerstand

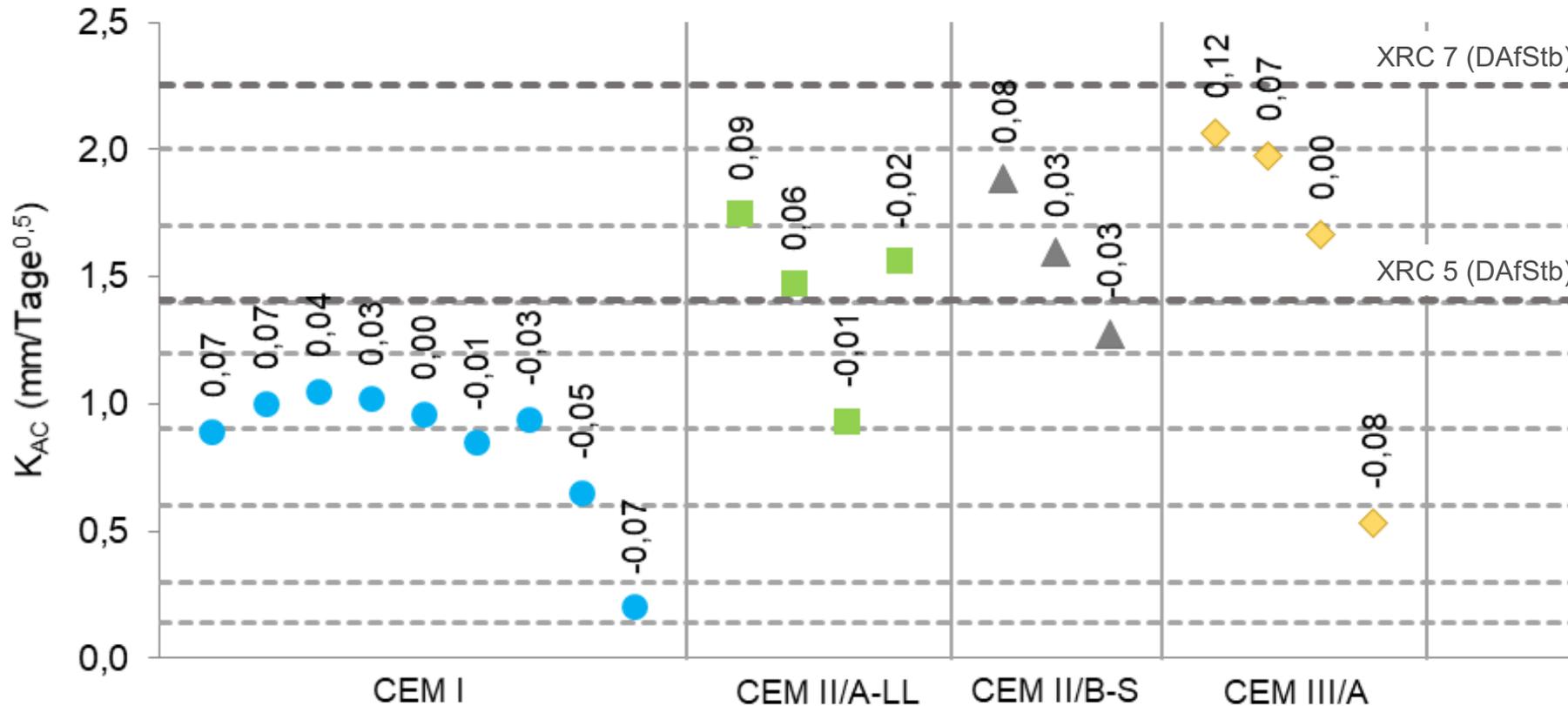


- CEM I 42,5 R (Z1)
- CEM II/A-LL 42,5 N (Z2+FA)
- ▲ CEM II/B-S 42,5 N (Z3)
- ◆ CEM III/A 42,5 N (Z4)
- Trendlinie (Z2+FA, Z3, Z4)

$R' = 0,694 * R'_{WER, 150}$
(vgl. $R'_{TEM} = 0,634 * R'_{WER, 150}$ nach Stengl für Würfel aus Wasserlagerung)

Karbonatisierung nach DIN EN 12390-12

Variation des w/z-Wertes – Einordnung in XRC-Klassen nach DAfStb-Richtlinie und prEN 206-100 (Draft 14)



Im Darrverfahren ermittelte Differenz des Referenz w/z-Wertes von w/z=0,5

Bewährtes neu denken

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.**

vdz

Katharina Röckrath

T +49 (0)211 45 78 - 389

katharina.roeckrath@vdz-online.de

www.vdz-online.de