

# CHLORIDWIDERSTAND

## EINFLUSSFAKTOREN AUF DEN CHLORIDMIGRATIONS-KOEFFIZIENTEN

FSKB FRÜHJAHRESTAGUNG 2022

SANDRO CORAY  
BAUGEOLOGIE UND GEO-BAU-LABOR AG, CHUR



G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---


---

---

---

### AGENDA

- Einführung ins Prüfverfahren nach SIA 262/1-Anh B
- Zeitliche Entwicklung der Prüfergebnisse in den letzten Jahren
- Einflussfaktoren - mögliche Ursachen für die Entwicklung



FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

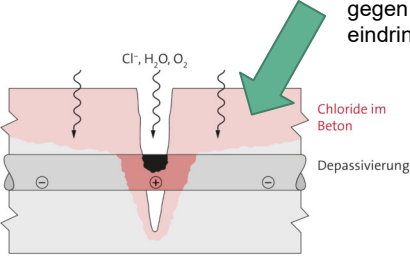
---

---

---

### WIESO PRÜFEN WIR DAS?

Chloridwiderstand = Widerstand des Betons gegen von Aussen eindringende Chloride



Quelle: Holcim

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

---

---

---

### DAS PRÜFVERFAHREN NACH SIA 262/1 ANH B

Prüfbeginn: 28 Tage  
 Prüfzeit: 24h ± 15min  
 Trocknung: 24h

Betonprüfkörper: entweder  
 h = 50 mm  
 d = 50 mm oder alternativ  
 h = 50 mm  
 d = 100 mm

4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### MESSUNG DER EINDRINGTIEFE

Anordnung Messpunkte\*

Farbumschlag mit Silber-Nitrat-Lösung

5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### AUSWERTUNG: CHLORIDMIGRATIONSKOEFFIZIENT $D_{Cl}$

$$D_{Cl} = \frac{z}{t} \cdot (x_d - 1,5462 \cdot \sqrt{z \cdot x_d}) \quad \text{in m}^2/\text{s}$$

$z = 8,619 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{h_T}{U}$  in m

$h$  Höhe des Prüfkörpers, in m  
 $T$  absolute, mittlere Temperatur der KOH und KOH mit NaCl während des Versuchs, in K  
 $x_d$  mittlere Eindringtiefe der Chloridionen der beiden Prüfkörperhälften, in m  
 $U$  Mittelwert der Spannung zu Beginn und am Ende des Versuchs, in V  
 $t$  effektive Messzeit, in s

6

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---









### GESTEINSKÖRNUNG

- Die feine Gesteinskörnung (< 4 mm) hat einen **sehr grossen Einfluss** auf dem Chloridwiderstand
- Anteil an **freien Schichtsilikaten** und deren Schwankungsbreite über die Zeit (VSS2012/403) sind massgebend für den Chloridwiderstand. → Vorkommen!
- **Korngrössenverteilung und Kornform** der feinen Gesteinskörnung beeinflussen massgeblich die **Packungsdichte**.

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

19

---

---

---

---

---

---

---

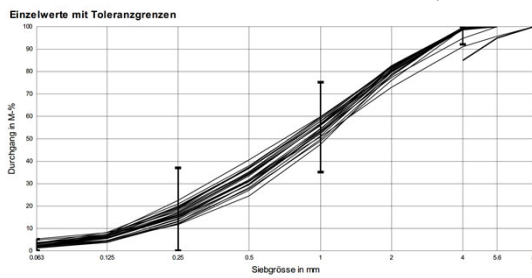
---

---

---

### GESTEINSKÖRNUNG: KORNGRÖSSENVERTEILUNG UND HOHLRAUMGEHALT

Bsp. 2018-2021



Quelle: GBL  
FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

20

---

---

---

---

---

---

---

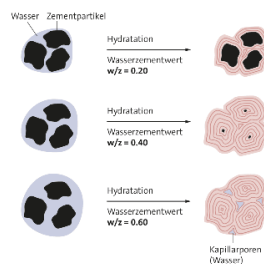
---

---

---

### WASSER-ZEMENT-WERT (W/Z)

- w/z hat grossen Einfluss auf Chloridwiderstand
- Je höher die Kapillarität, desto höher der Chloridmigrationskoeffizient
- Transporteffekte sind verstärkt



Quelle: Holcim  
FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





### BETON-KONZEPT – STABILITÄT DES BETONS

- Bindemittel-Gesteinskörnungs-Wasser Verhältnis
- Zementart → bestimmt die Porengrößenverteilung sowie deren Entwicklung
- Mix-Design → Korngrößenverteilung, Leimvolumen, Hohlraumgehalt der Gesteinskörnungsmischung → Einfluss auf Packungsdichte
  - Bei geringem oder knappem Zementleimvolumen steigt das Risiko für isolierte, lokale Inhomogenitäten
  - Ein zu geringes Zementleimvolumen kann zu einem korngestützten Gefüge führen (lokale Inhomogenität)
- Zusatzmittel → richtige Produkte bei richtiger Dosierung, → kann sonst zu Entmischungsneigungen führen

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

25

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### ENTMISCHUNGSNEIGUNG



Quelle: Holcim

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

26

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

---

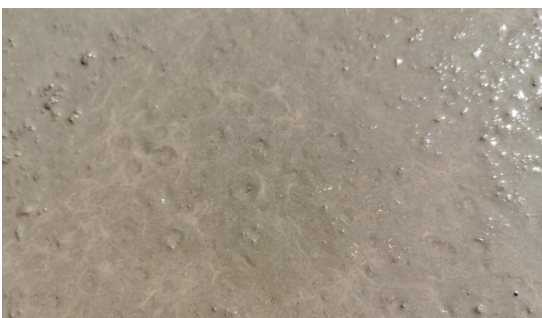
---

---

---

---

### ENTMISCHUNGSNEIGUNG



FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

27

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

---

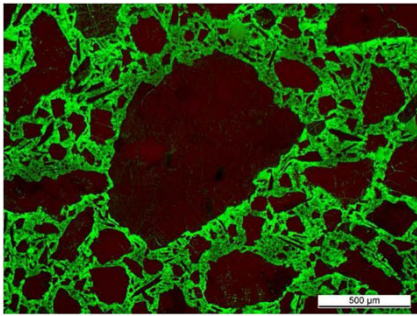
---

---

---

---

**LOKALE INHOMOGENITÄTEN**



Stark inhomogene Kapillarporosität im Beton (fluoresz. Aufsicht)

Quelle: VSS 2012/403

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

Geo-Bau-Labor

**28**

---

---

---

---

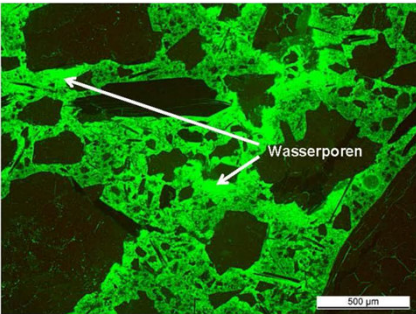
---

---

---

---

**LOKALE INHOMOGENITÄTEN**



extreme inhomogene Kapillarporosität mit Bildung von Wasserporen im Beton (fluoresz. Aufsicht)

Quelle: VSS 2012/403

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

Geo-Bau-Labor

**29**

---

---

---

---

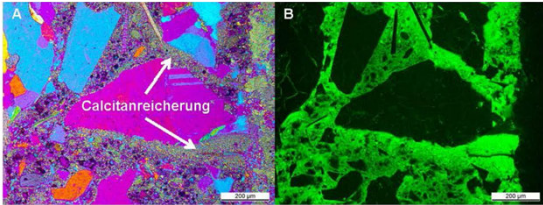
---

---

---

---

**LOKALE INHOMOGENITÄTEN**



Entmischungen im Mikrometerbereich des Zementsteins mit Anreicherung des Kalksteinmehls (Calcit). Erhöhte Porosität in diesem Bereich. (A= doppelt pol. Durchlicht inkl. Gipsplatte, B=fluoresz. Aufsicht)

Quelle: VSS 2012/403

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

Geo-Bau-Labor

**30**

---

---

---

---

---

---

---

---

**PRÜFLABOR, PRÜFBEDINGUNGEN  
EINFLUSSFAKTOREN BEI DER PRÜFUNG**

- Probenahme → Teilprobe
- Grösstkorn
- Verdichtung der Probekörper
- Vorlagerung der Probekörper (Nachbehandlung),  
Betonfeuchtigkeit
- Prüfalter des Betons
- Temperatur während der Prüfung
- Salzgehalt der Prüflösung
- Ablesegenauigkeit des Messtechnikers

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

31

---

---

---

---

---

---

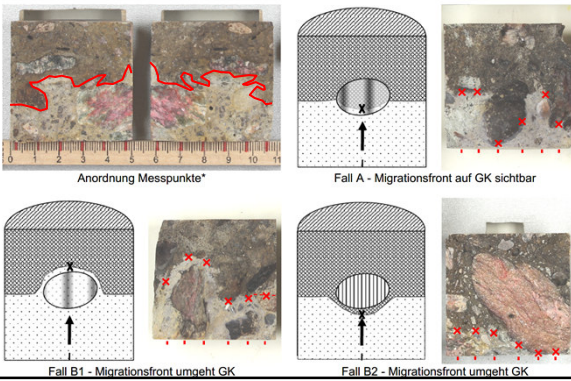
---

---

---

---

**MESSUNG DER EINDRINGTIEFE**



32

---

---

---

---

---

---

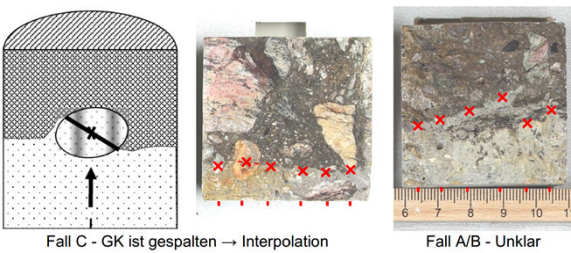
---

---

---

---

**MESSUNG DER EINDRINGTIEFE**



FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

33

---

---

---

---

---

---

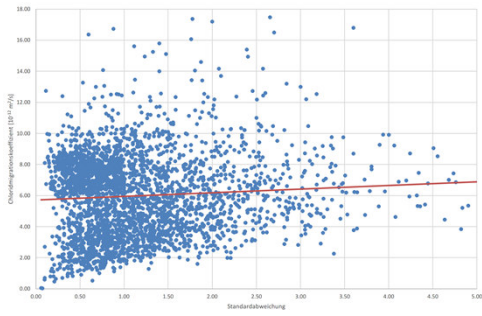
---

---

---

---

### STANDARDABWEICHUNG IN ABHÄNGIGKEIT DES MESSNIVEAUS



Quelle: versch. Datensätze  
FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

34

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

---

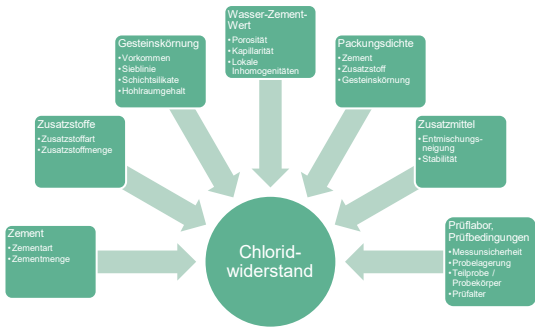
---

---

---

---

### EINFLUSSFAKTOREN AUF DEN CHLORIDMIGRATIONSKOEFFIZIENTEN



FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

35

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

---

---

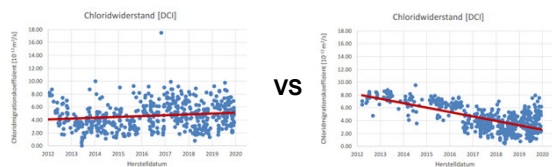
---

---

---

### EMPFEHLUNG

- Einflussfaktoren betrachten...
  - Ausgangsstoffe Art und Werk (GK, CEM, ZS, ZM),
  - Mix-Design (Leimvolumen, CEM, w/z, ZM),
  - Labor (Probenahme, Einrichtung, Messunsicherheit)
  - Konditionen (Lagerung, Baustelle)
- ... und dann Rückschlüsse ziehen.



FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridwiderstand SIA 262/1-Anhang B

36

G e o - B a u - L a b o r

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**BESTEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT**



**Sandro Coray**  
MSc in Earth Sciences, Geologe CHGEOL, Betontechnologe  
Geschäftsleitung, Fachbereichsleiter Materialprüfungen

**Baugeologie und Geo-Bau-Labor AG**  
Bolettastrasse 1, CH-7000 Chur

[coray@geobaulabor.ch](mailto:coray@geobaulabor.ch)  
[www.geobaulabor.ch](http://www.geobaulabor.ch)

FSKB FKT – Frühjahrstagung 2022  
Chloridgehalt in SLA 202/1 – Anhang B

C  
e  
o  
-  
B  
a  
u  
-  
L  
a  
b  
o  
r

37

---

---

---

---

---

---

---

---