

Trocknungsverhalten von Zementestrichen

-

Aktueller Kenntnisstand

Dr. Norbert Arnold, Uzin Utz SE

Köln, 19. März 2024

1 Einleitung

2 Trocknung von Estrichen - Grundsätzliches

3 Trocknung von Zementestrichen (CT) - Einflussfaktoren

4 Rezepturbestandteile - Einfluss auf die CT-Trocknung

5 Zusammenfassung und Fazit

1 Einleitung

- Trocknungsverhalten von Zementestrichen (CT) bedeutsam für:

Planer: Erstellt Bauzeitenplanung

Estrichleger: Verkauft definierte Trocknungszeiten (Trocknungsbeginn)

Boden-/Parkettleger: Prüft Belegreife (Trocknungsende/Schadensrisiko)

- Trocknungsverhalten bisher nicht systematisch untersucht

- Empirische Formel für Trocknungszeit:

$$t_{\text{Trocknung}} \text{ (Tage)} = 1,6 \times d^2 \text{ (cm)}$$

→ Formel ist überholt und unzutreffend!



Estrichtrocknung - Heutiger Kenntnisstand für übliche Zementestriche

Belegreiffeuchte = 2,0 CM-%¹⁾ (Estrich ist noch feucht)

Ausgleichsfeuchte ~ 1,0 CM-% (Estrich ist trocken)

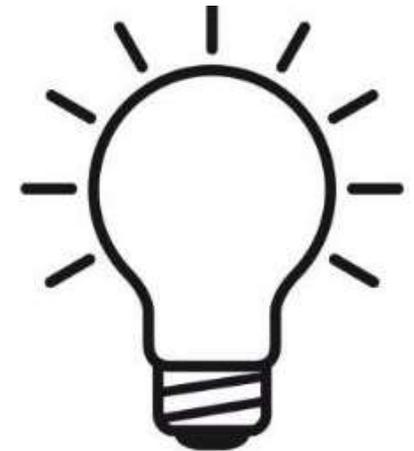
Differenz Belegreife zu Ausgleichsfeuchte ~ 1 CM-%

Vorhandenes Überschusswasser bei Belegreife führt nicht zu Schaden

Mehr Überschusswasser → Schadensrisiko steigt

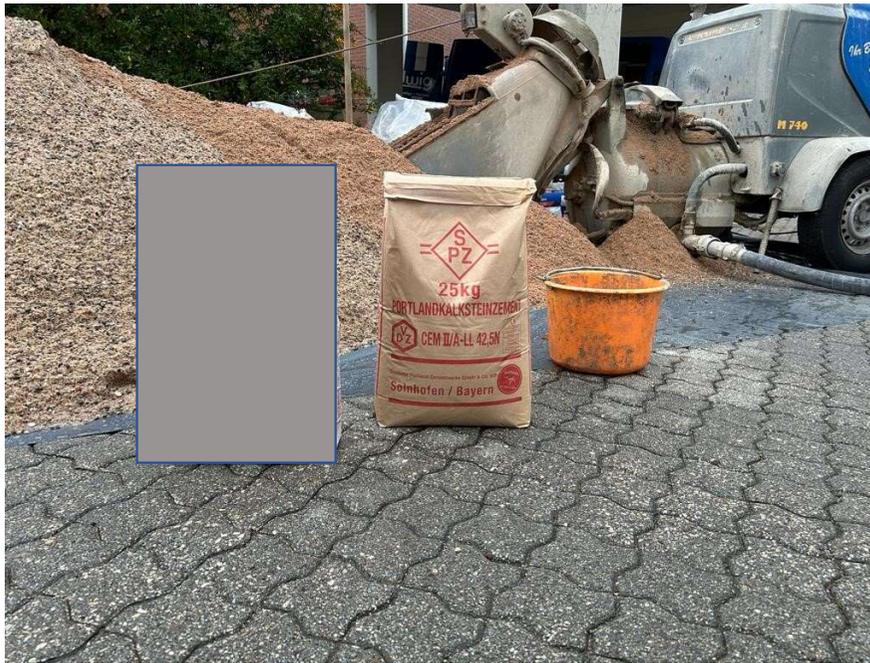
Weniger Überschusswasser → Schadensrisiko sinkt

→ Ausgleichsfeuchte (AGF, CM-%, 23/50) kann als Indikator für das Schadensrisiko und damit auch als Indikator für die tatsächliche Trocknung und Belegreife dienen



¹⁾unbeheizt

2 Trocknung von Estrichen - Grundsätzliches



2 Trocknung von Estrichen - Grundsätzliches



Belegreife: 2 CM-%



0,5 CM-%

CT = Zement + Sand

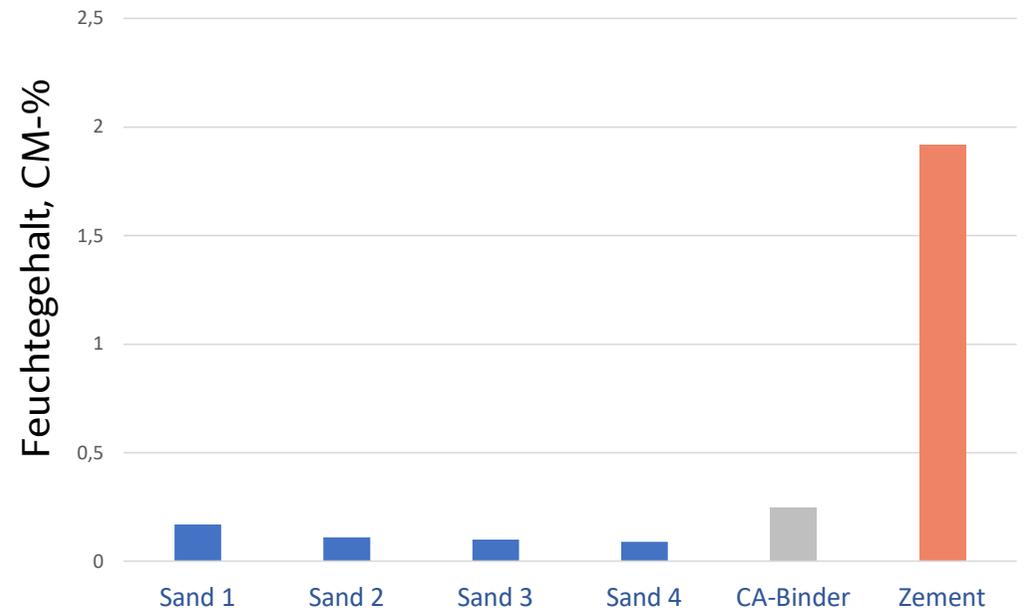


50 g

7 g

43 g

Feuchtegehalte Sand/Bindemittel¹⁾



1) Trocknungszeit: 28 Tage, 20 °C/40 % r. F. / Quelle Uzin UTZ SE, interner Bericht

3 Trocknung von Zementestrichen - Einflussfaktoren

Einflussfaktor:

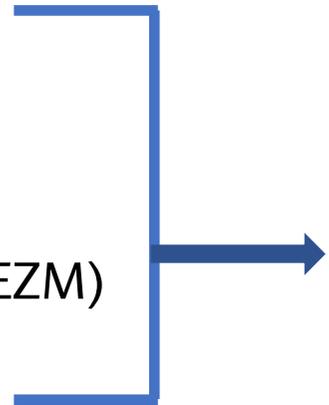
Zementgehalt

Zementart

w/z-Wert

Estrichzusatzmittel (EZM)

Gesteinskörnung



Rezeptur

Estrichdicke

Raumklima



Anwendung



3 Trocknung von Zementestrichen - Einflussfaktoren

Einflussfaktor:

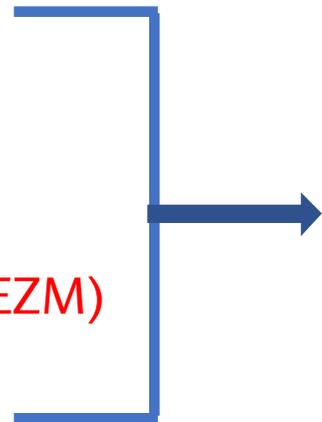
Zementgehalt

Zementart

w/z-Wert

Estrichzusatzmittel (EZM)

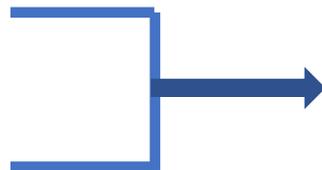
Gesteinskörnung



Rezeptur

Estrichdicke

Raumklima

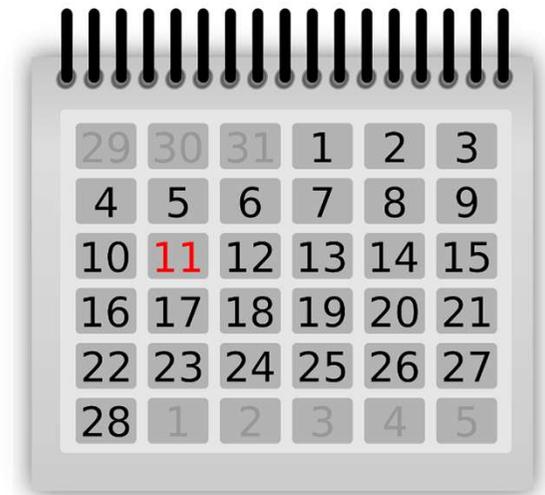
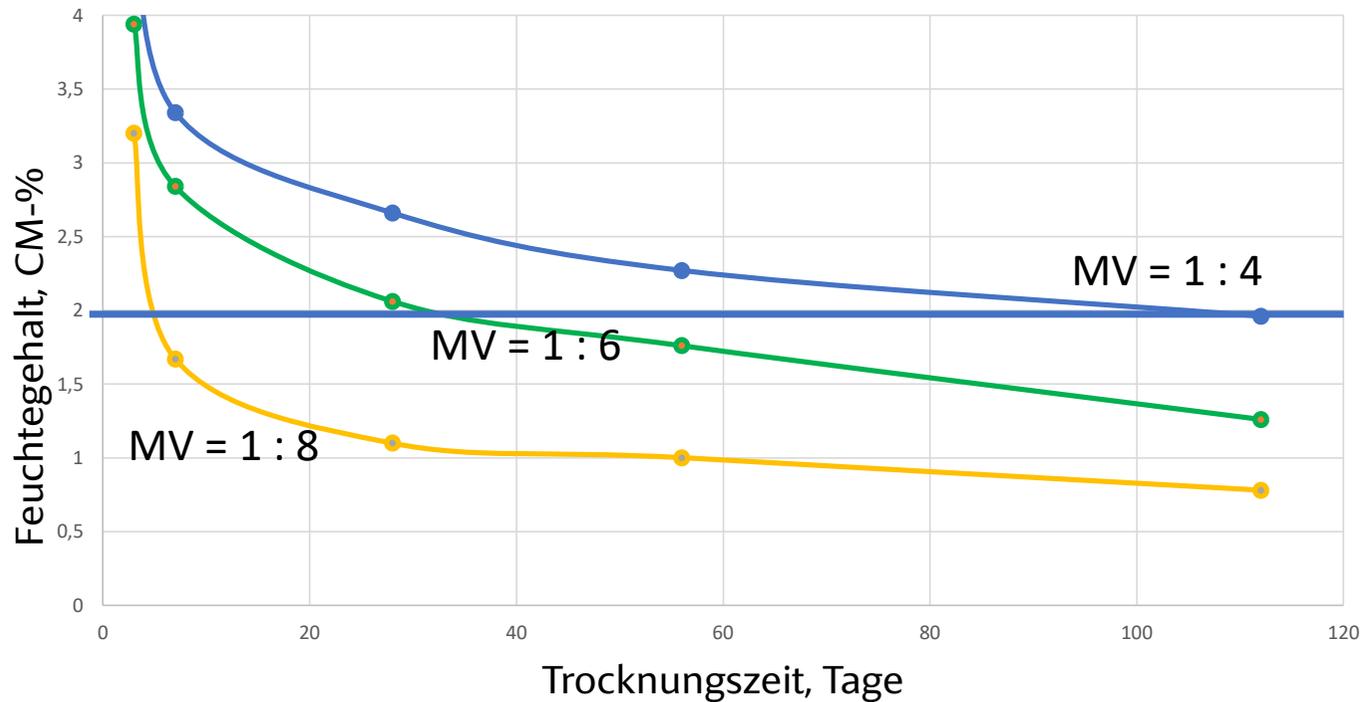


Anwendung



4 Rezepturbestandteile - Einfluss auf die CT-Trocknung

4.1 Zementgehalt



Quelle: IBF-Bericht M106/18, <https://www.ibf-troisdorf.de/files/M106-18sKRL-Methode.pdf>, eigene Darstellung

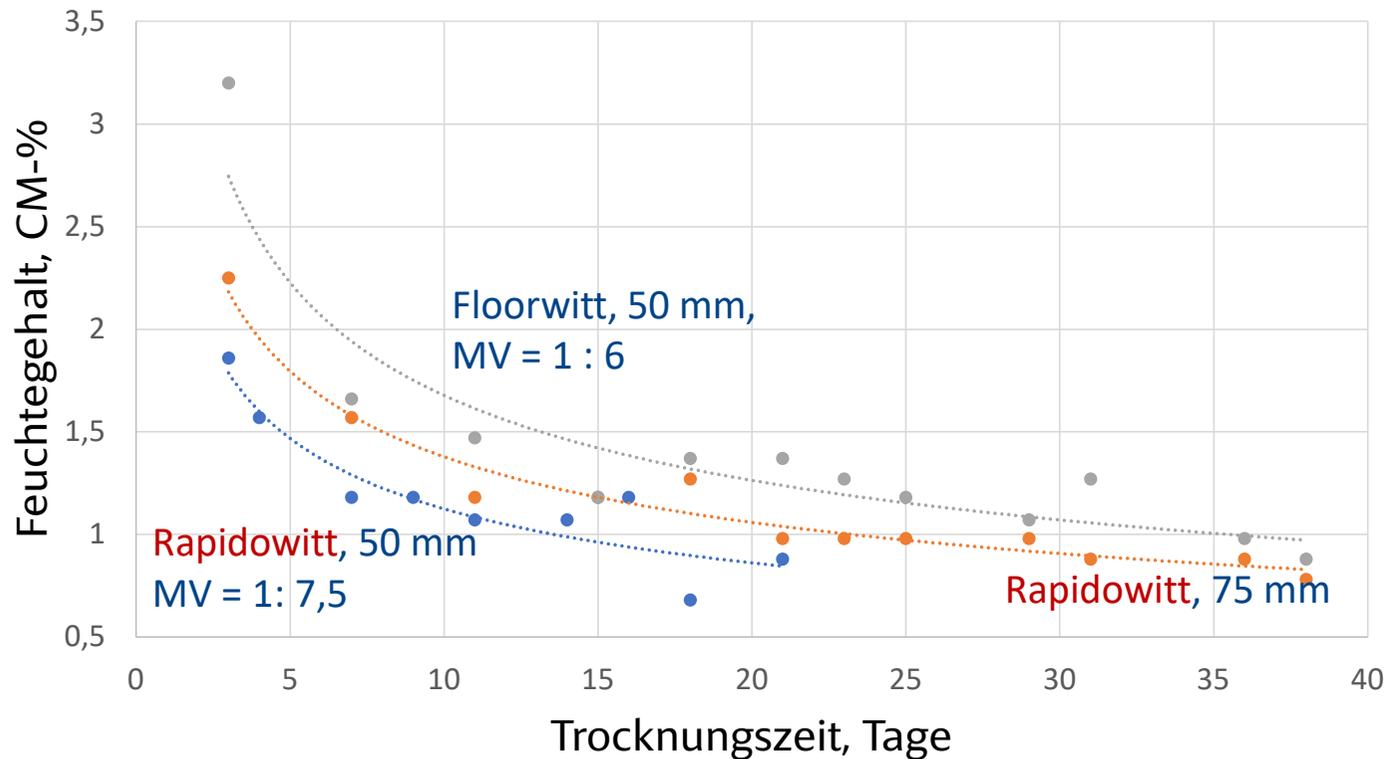
Wartezeit bis zur Belegreife

MV	AGF, CM-%	Wartezeit bis Belegreife = 2 CM-%	Wartezeit bis Belegreife = AGF + 1 CM-%	Wartezeit bis Belegreife = 80 % r. F.
1 : 4	1,4 ¹⁾	ca. 105 Tage	2,4 CM-% → ca. 45 Tage ¹⁾	ca. 60 Tage
1 : 6	1,0	ca. 30 Tage	2,0 CM-% → ca. 30 Tage	ca. 30 Tage
1 : 8	0,6	ca. 5 Tage	1,6 CM-% → ca. 9 Tage	ca. 15 Tage

¹⁾ AGF zum Messzeitpunkt noch nicht erreicht (KRL-Wert = 66 % r. F.)

Quelle: IBF-Bericht M106/18, <https://www.ibf-troisdorf.de/files/M106-18sKRL-Methode.pdf>,

Trocknung CT mit Floorwitt (1 : 6) // Rapidowitt (1 : 7,5)



FloorWITT®
Der Profi-Estrichzement

bis zu **25 % CO₂** Einsparung

FloorWITT® bringt alles mit, was sich Estrichleger von Ihrem Zement für erdfeuchte Estriche erwarten. FloorWITT® ist ein genormter Zement gemäß DIN EN 197-1.

1 : 6 \triangleq 14,3 % Zement
1 : 7,5 \triangleq 11,8 % Zement

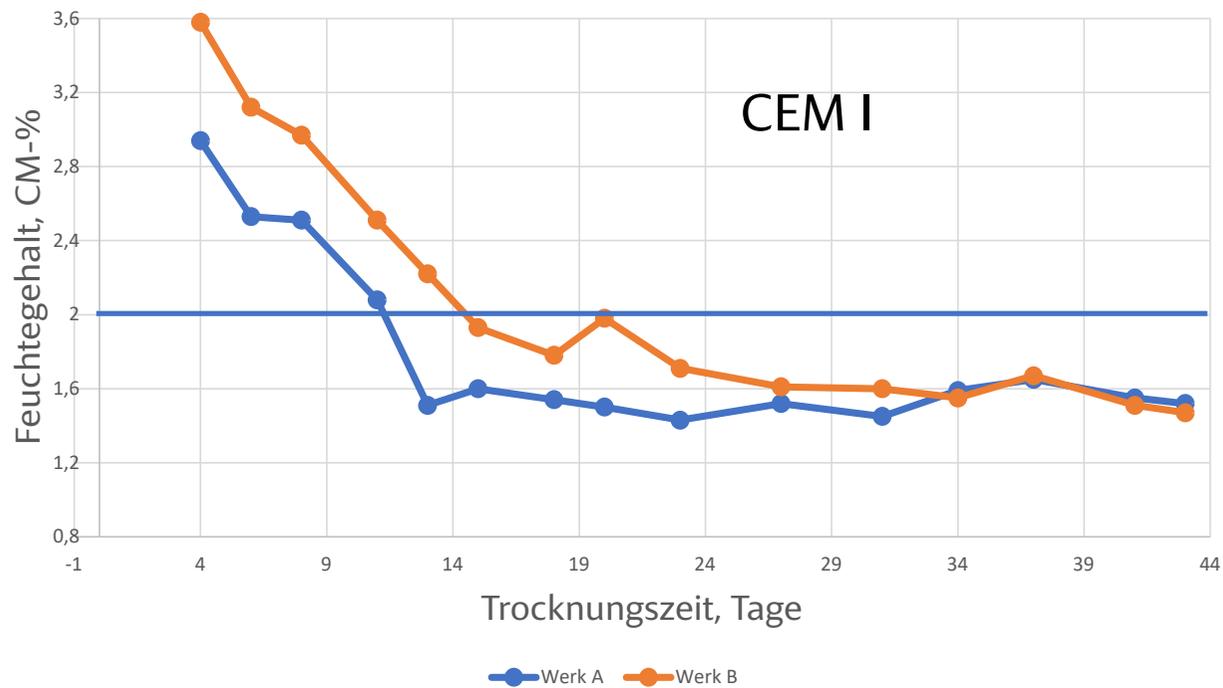
Quelle: Prüfbericht M 22006 Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen

Zementgehalt - Zwischenfazit

- Je höher der Zementgehalt,
 - desto höher die AGF
 - desto kleiner der Unterschied zwischen AGF und 2 CM-%
 - desto niedriger die Trocknungsgeschwindigkeit
- Höhere Zementgehalte führen zu erheblichen längeren Wartezeiten bis zur Belegreife von 2 CM-%
- Niedrigere Zementgehalte verkürzen erheblich die Wartezeit bis 2 CM-%
 - Bei diesen Estrichen ist bei 2 CM-% der Überschusswassergehalt deutlich höher als 1 CM-%
- Mögliche Schwankungsbreite AGF ~ ca. $\pm 0,4$ CM-%



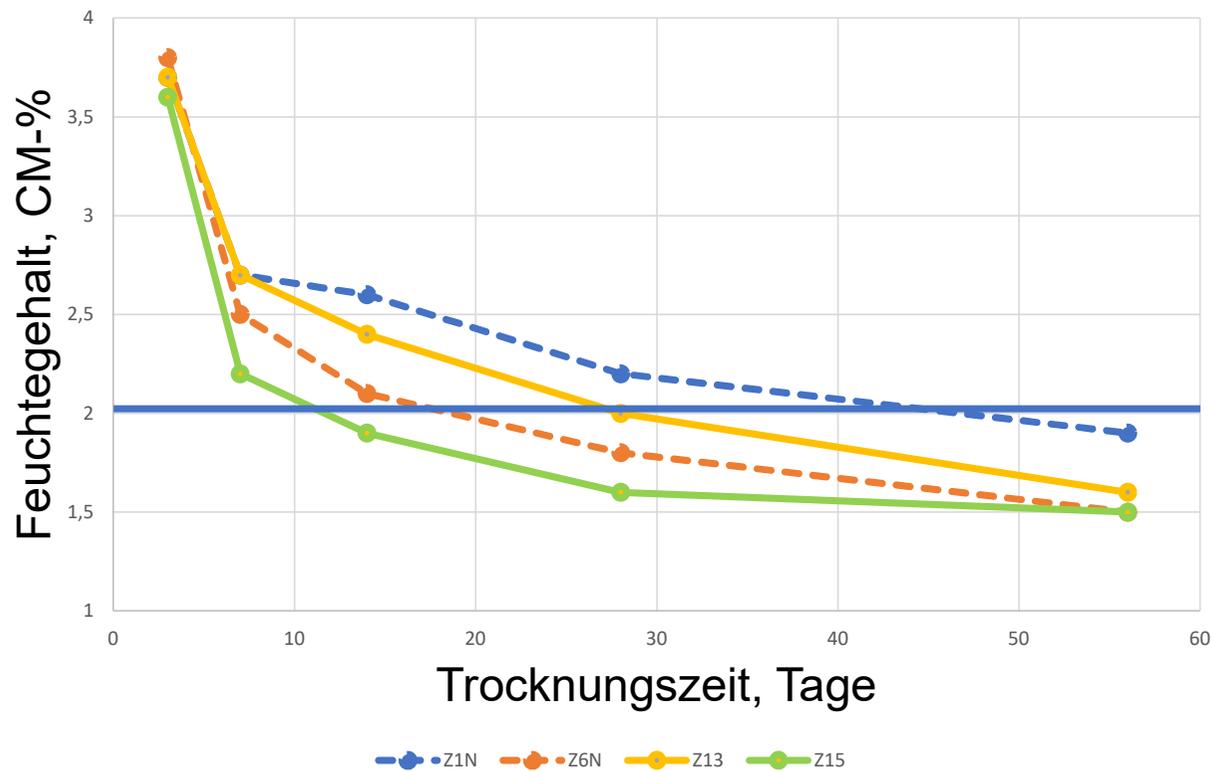
4.2 Zementart (Herstellwerk/Normalzementart)



Herstellprozess/Rohstoffe beeinflussen
Trocknungsverhalten

Quelle: Prüfbericht Uzin Utz SE

IBF 2021: Trocknungsverhalten - „Bisherige“/„Neue“ Zemente (Hüttensandhaltig)



Ausgleichsfeuchten (23/50):

Z1N: 1,3 CM-%

Z6N: 1,0 CM-%

Z13: 0,8 CM-%

Z15: 0,7 CM-%

Quelle: IBF-Forschungsbericht Nr. M 153/21, eigene Darstellung

Trocknungsverhalten - Zusammenfassung „Neue“ Zemente

Belegreife (2 CM-%):

- Tendenziell später erreicht
- Bei einigen extrem verlängert
- Mittelwerte:
 - Bisher: 21 Tage
 - „Neu“: 32 Tage

Ausgleichsfeuchte:

- Tendenziell später erreicht
- Bei einigen extrem verlängert
- Mittelwerte:
 - Bisher: 0,8 CM-%
 - „Neu“: 1/1,1 CM-%

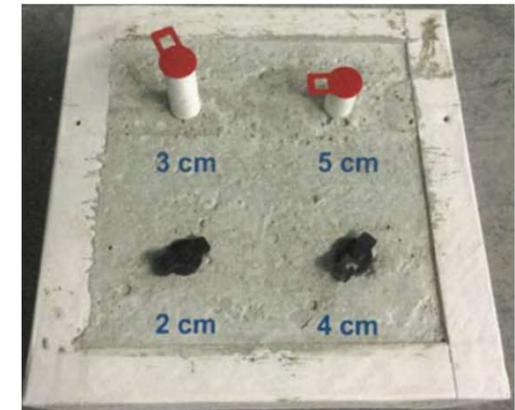


Quelle: IBF-Forschungsbericht Nr. M 153/21, eigene Darstellung

VDZ 2023



Beton 1/2-2023



VDZ Betontechnische Berichte (Jochen Reiners, Christoph Müller):

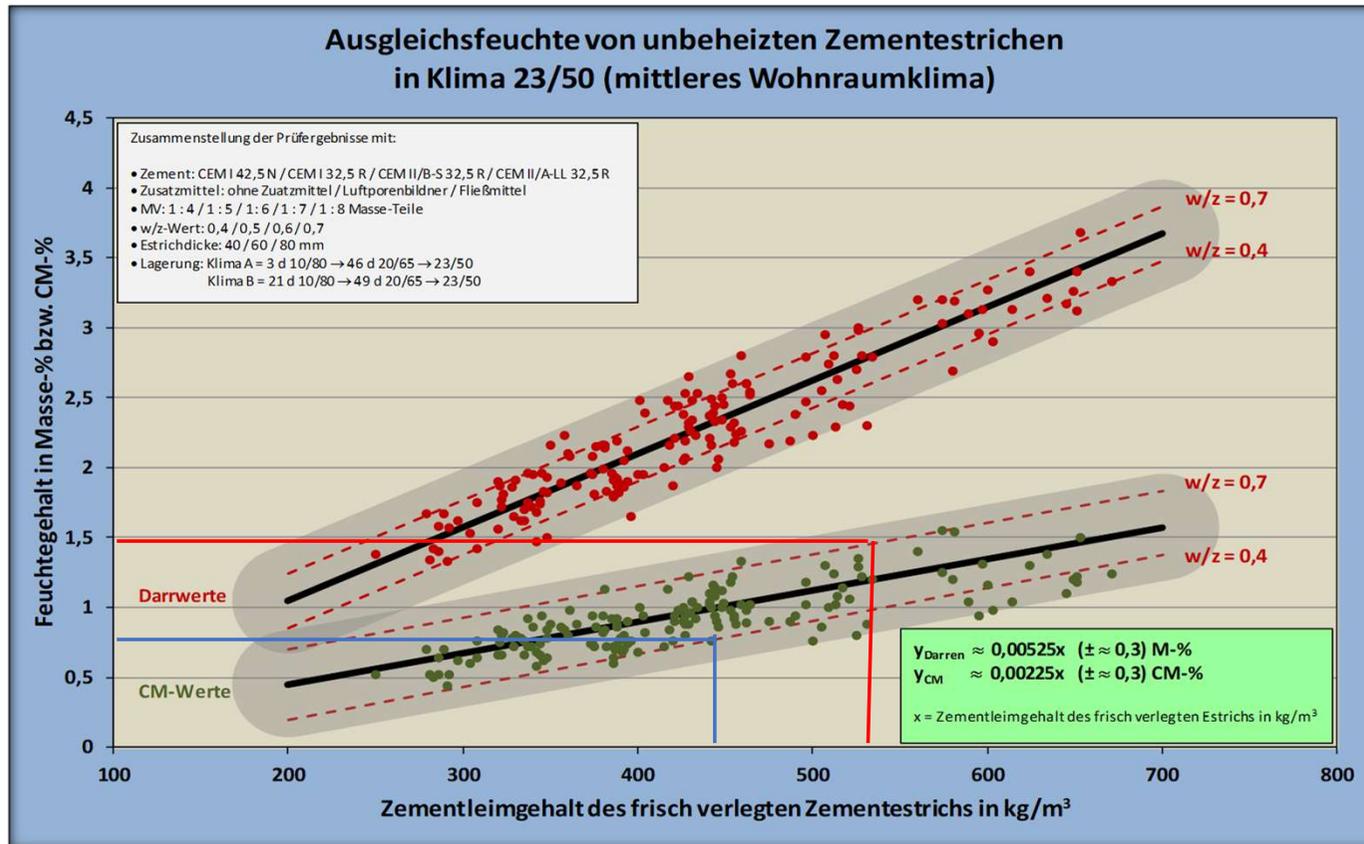
- „Aufgrund ihrer Sorptionsisotherme liegt die absolute Ausgleichfeuchte von Zementestrichen mit **hüttensandhaltigen Zementen** höher als die mit Portlandzement“
- „Soll die absolute (CM-) Feuchte von Zementestrichen auch in Zukunft als Maßstab für die Belegreife herangezogen werden, so sollten in Abhängigkeit von der Zementart **unterschiedliche Grenzwerte** festgelegt werden“

Zementart - Zwischenfazit

- Gleiche Zementarten (CEM I) aus unterschiedlichen Zementwerken können unterschiedlich schnell trocknen
- Unterschiedliche Zementarten (CEM I // CEM II) können zu unterschiedlichen AGF führen
- AGF bei hüttensandhaltigen Zementen - Keine einheitliche Datenlage
- Sowohl Herstellwerk als auch Zementart können die AGF beeinflussen
- Mögliche Schwankungsbreite AGF ca. $\pm 0,3$ CM-%



4.3 w/z-Wert



CT, MV = 1 : 6

a) w/z = 0,4

(Zementleim, 440 kg/m^3)

→ Ausgleichsfeuchte ~ 0,8 CM-%

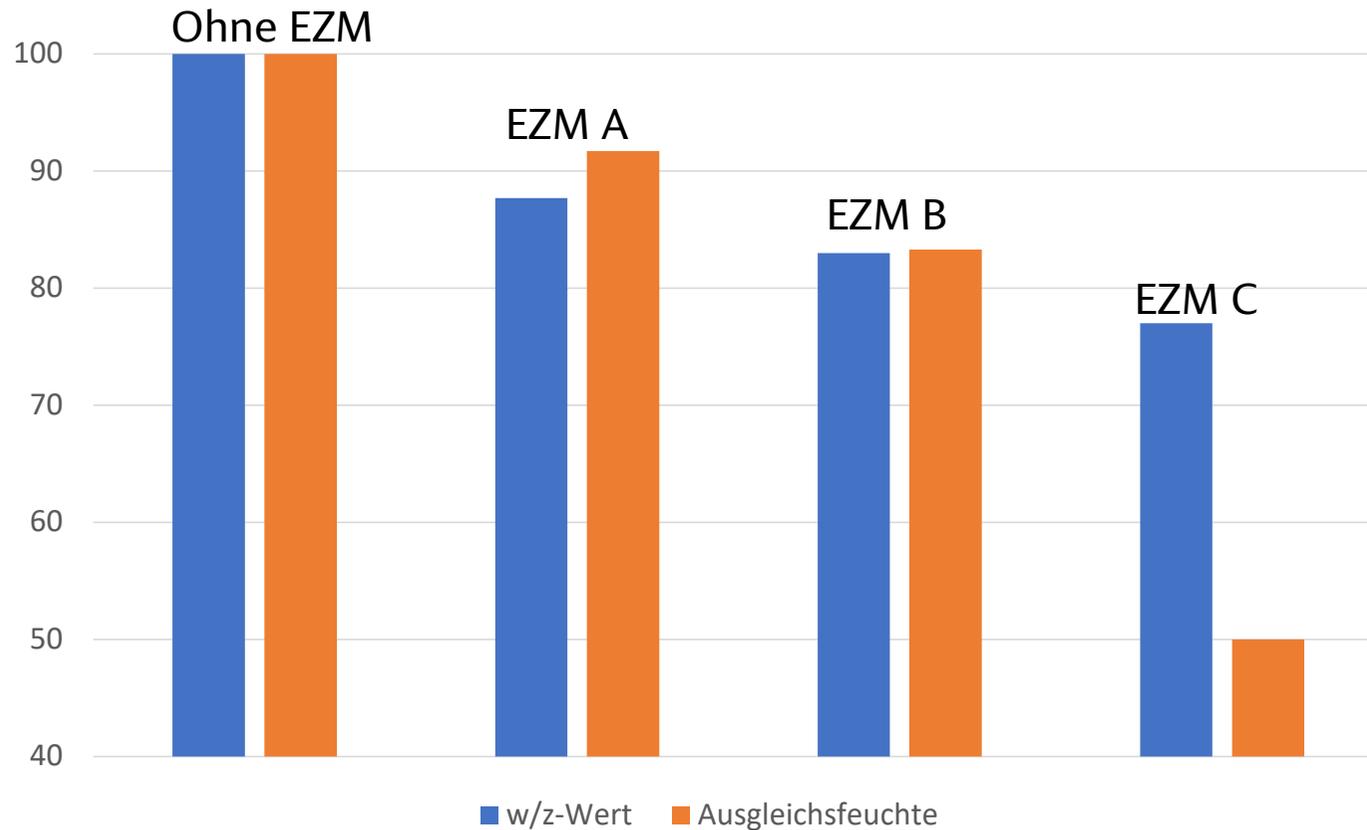
b) w/z = 0,7

(Zementleim, 534 kg/m^3)

→ Ausgleichsfeuchte ~ 1,4 CM-%

Quelle: Technische Information BEB 02/2013

w/z-Wert und Ausgleichsfeuchte

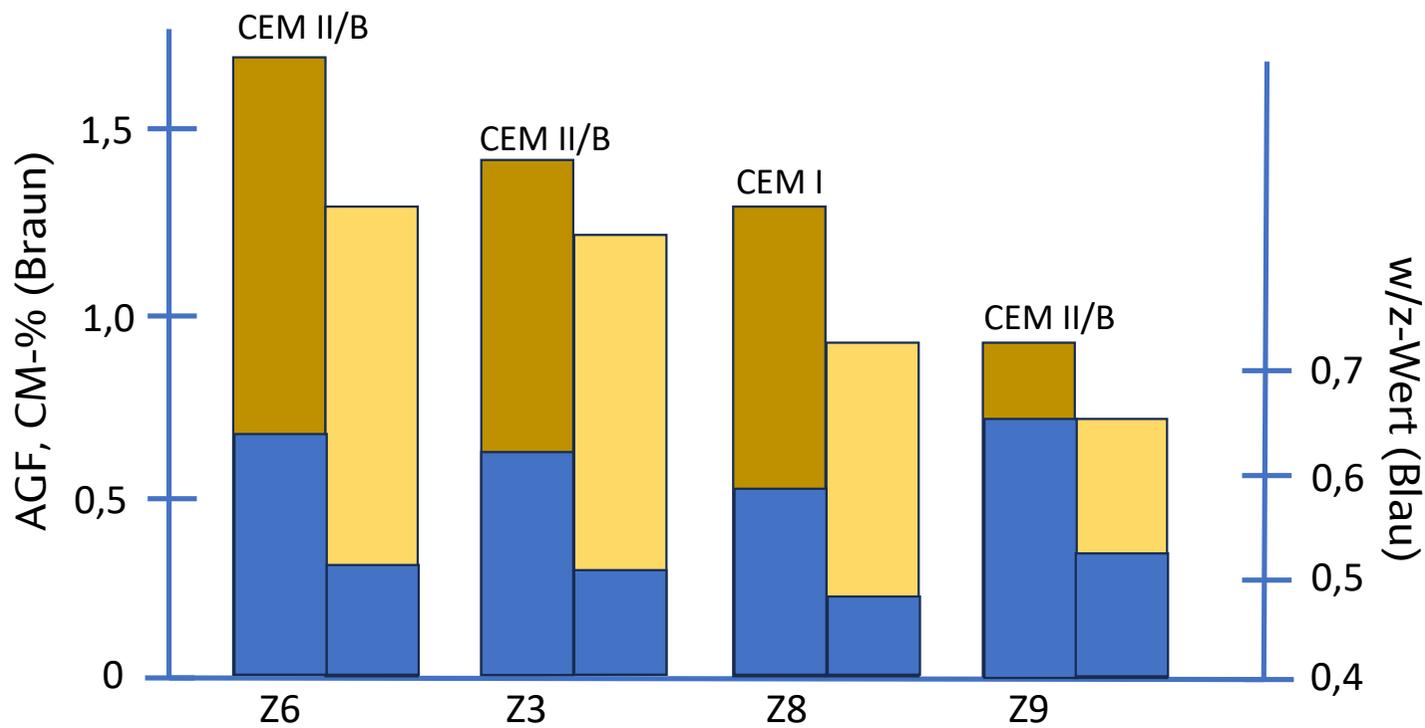


w/z-Wert:
0,65 = 100

Ausgleichsfeuchte:
1,2 CM-% = 100

Quelle: Prüfbericht Uzin Utz SE

w/z-Wert // Zementart // Ausgleichsfeuchte



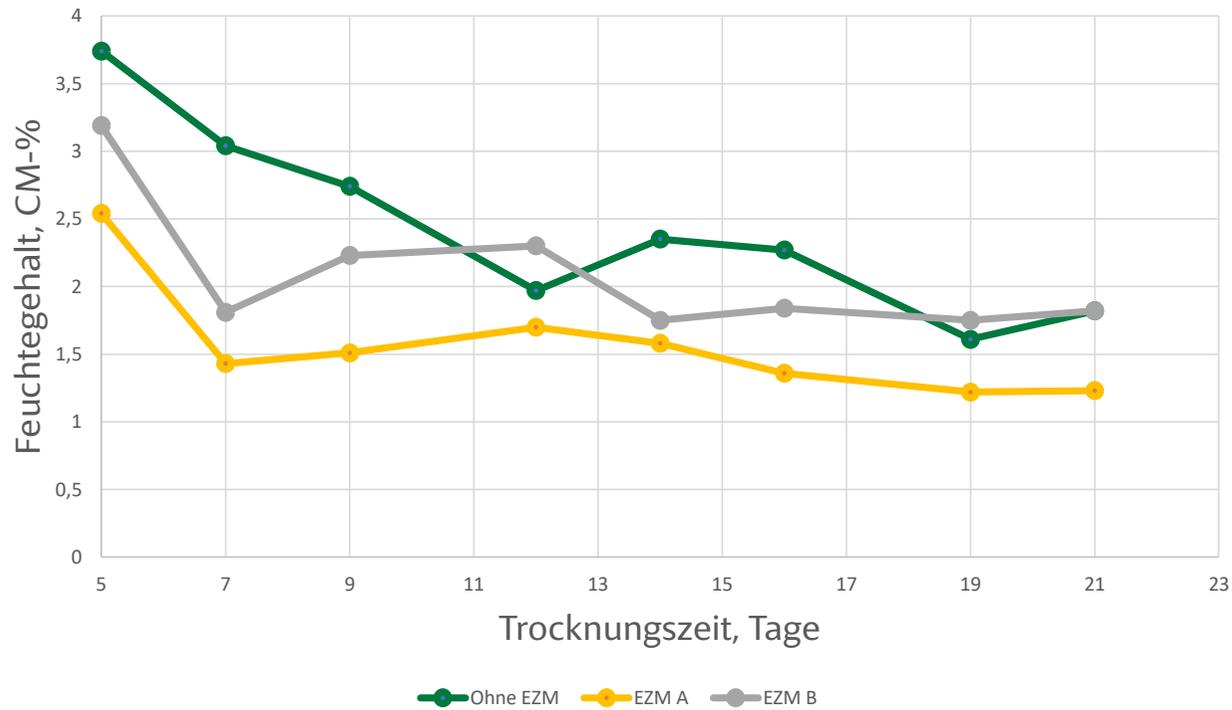
Quelle: BEB/IBF: Vergleichsuntersuchung an CEM I- und CEM II-Zementestrichen, Fußbodentechnik 1/2010, eigene Darstellung

w/z-Wert - Zwischenfazit

- Je niedriger der w/z-Wert, desto niedriger die Ausgleichsfeuchte
- Mögliche Schwankungsbreite AGF ~ ca. $\pm 0,3$ CM-%



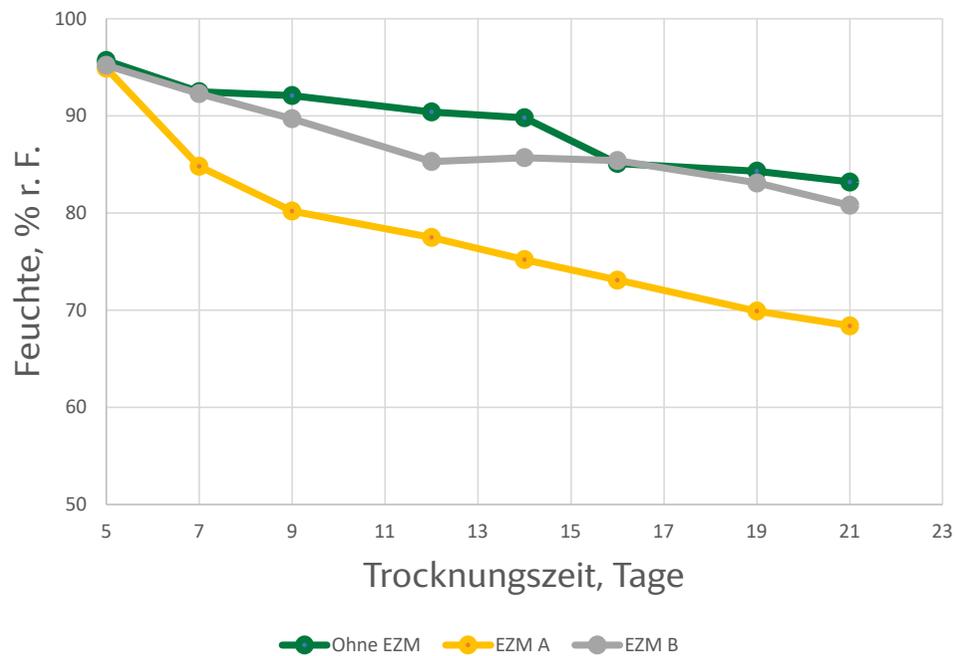
4.4 Estrichzusatzmittel (EZM) Trocknung - CM-Messung



Quelle: Prüfbericht Uzin Utz SE, Klima: 20/45

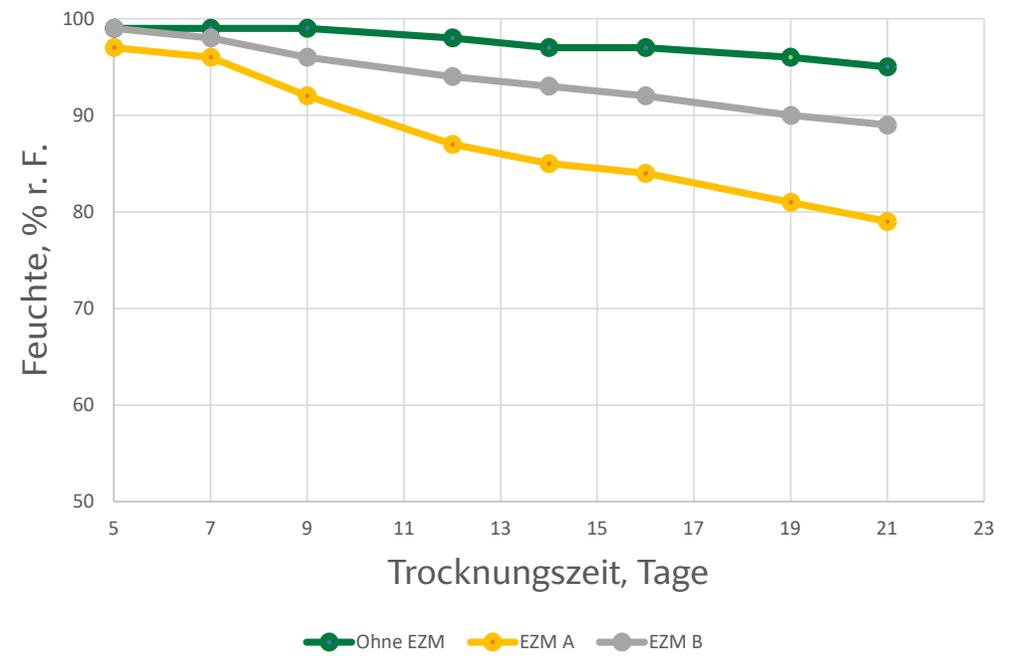
Trocknung EZM, KRL- und Sensormessung

KRL- Messung



Quelle: Prüfbericht Uzin Utz SE, Klima 20/45

RH-Sensor-Messung



Dicke 5 cm, Sensor Bohrlochgrund

Estrichzusatzmittel - Zwischenfazit

- EZM können den Anmachwasserbedarf erheblich reduzieren
- EZM führen zur Verkürzung der Wartezeit bis zur Belegreife
- EZM können den Feuchtegehalt bei AGF erheblich erniedrigen
- Das Trocknungsverhalten wird produktspezifisch unterschiedlich beeinflusst



5 Zusammenfassung

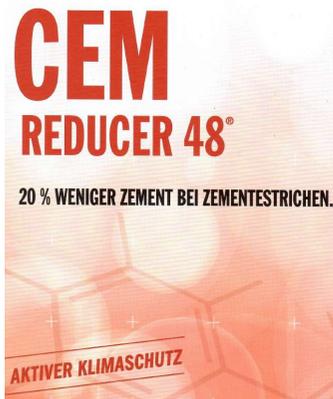


Einfluss der Rezepturbestandteile auf Trocknung bzw. AGF (CM-%):

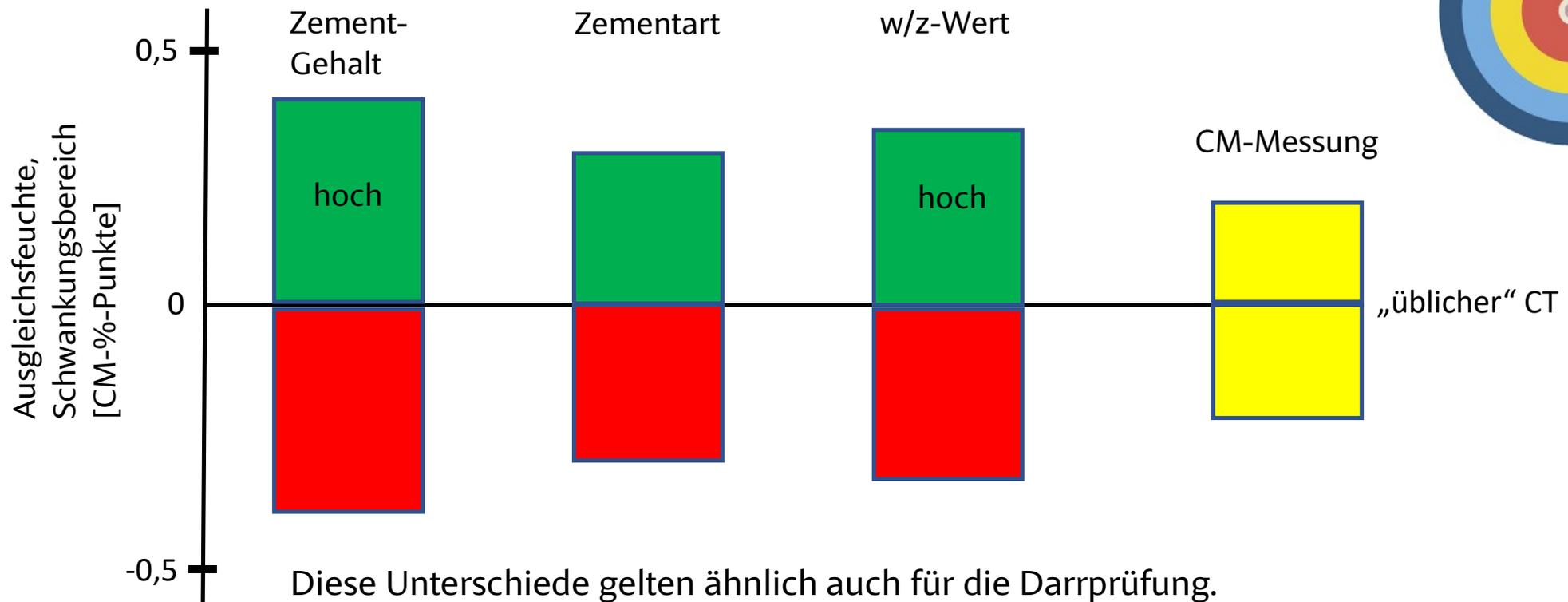
- Zementgehalt: Sehr hoher Einfluss - Niedriger Zementgehalt → Niedrige AGF
- Zementart: Mittlerer Einfluss - Keine Pauschalisierung möglich (Hüttensand)
- w/z-Wert: Hoher Einfluss - Niedriger w/z-Wert → Niedrige AGF
- EZM-Art: Einfluss vorhanden - Keine Voraussage möglich
- Zuschlag: Offen

Entwicklung CT-Rezepturen:

- Zementärmere (magere) CT gewinnen an Bedeutung
- Zementvielfalt nimmt zu (Hüttensand/Flugasche als Bestandteile)
- Mörtel-Anteil mit niedrigem w/z-Wert („beschleunigte“ CT) bleibt relativ hoch



Schwankungsbreiten der AGF (CM-%)

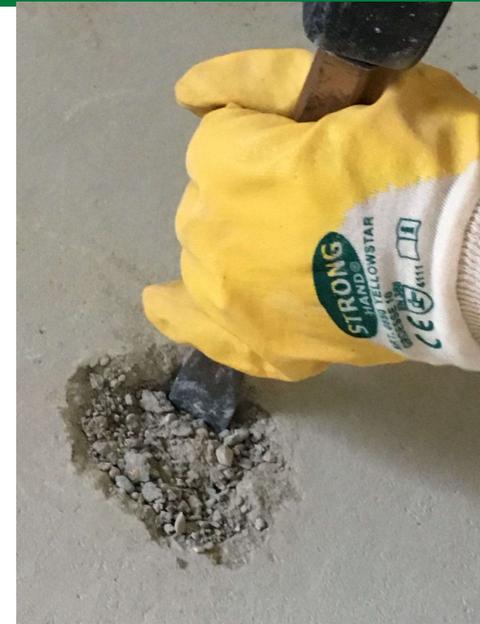


Diese Unterschiede gelten ähnlich auch für die Darrprüfung.
Diese Unterschiede entfallen bei der materialunabhängigen KRL-Messung.



Fazit

- Die **Ausgleichsfeuchte** kann als Indikator für die Belegreife dienen
- **Rezepturbestandteile** beeinflussen erheblich Trocknung, Ausgleichsfeuchte und Belegreife (CM-%)
- Die **Bandbreite** an Estrichrezepturen nimmt weiter zu
- Die Bestimmung der feuchtebezogenen Belegreife über **Feuchtegehalt** (CM-%) und pauschalen Grenzwert wird **zunehmend kritisch**
- Die **KRL-Methode** erlaubt eine von der Estrichrezeptur unabhängige Bestimmung der Belegreife



Fazit (Fortsetzung)

- „Ein **einheitlicher CM-Grenzwert** wird der Zementestrichsituation zukünftig nicht mehr gerecht!“ (C. Müller, J. Reiners/VDZ)
- „Die Messung der relativen Baustofffeuchte (**KRL**) erlaubt **zuverlässige Bewertung der Belegreife!**“ (C. Müller, J. Reiners/VDZ)
- Parkett-/Bodenleger sollten keinesfalls anhand von **Rezeptur-Informationen** das Trocknungsverhalten bzw. die Belegreife anhand des CM-Messwerts bewerten



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

