

Chancen und Einsatzgrenzen moderner Fließmittel

Julien Bizzozero

Innovation & Fiber Manager Schweiz

Master Builders Solutions

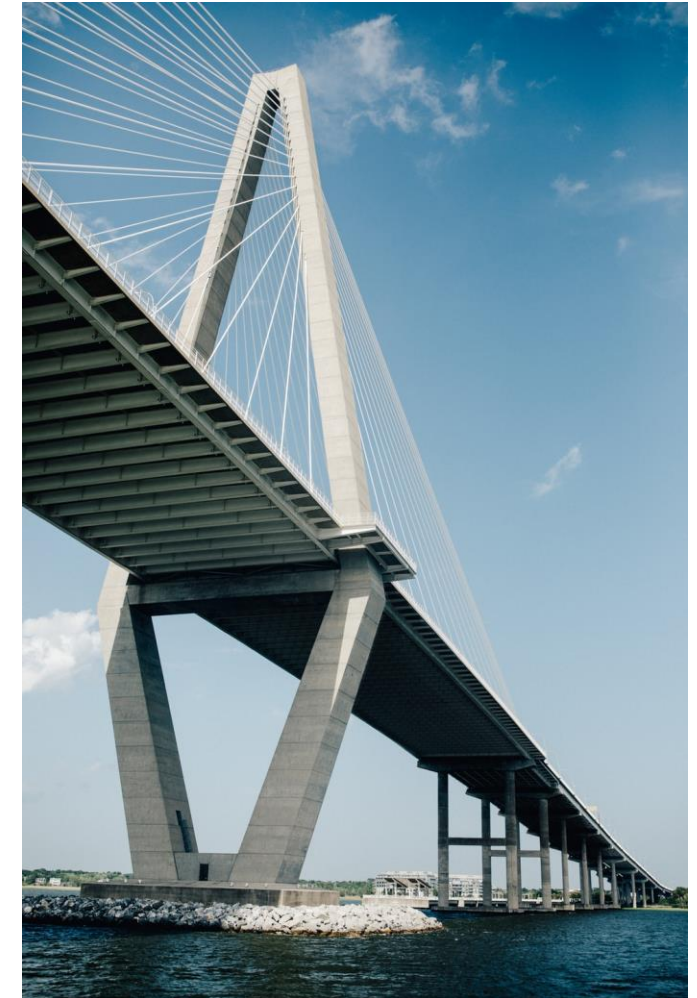
Olten, 22.03.2022



Beton: Der flüssige Stein, der (fast) alles ermöglicht



Photos: unsplash.com



- 1 Tendenzen der Bauindustrie

- 2 Anwendungsorientierte Optionen

- 3 Tendenzen der Zementindustrie

- 4 Zukunft der Betonindustrie

- 5 Grenzen der Robustheit von modernem Beton

Tendenzen der Bauindustrie

Alles ist auf Effizienz ausgerichtet

- Immer weichere Konsistenzen gewünscht bei begrenztem w/z
 - Höherer Fließmittelbedarf bzw. höhere Dosierungen oder stärkere Fließmittel
 - Stabilität der Betonmischungen?
 - Höhere Dauerhaftigkeit?
- Effizienter bauen
 - Schneller
 - Einfacher
- Kostendruck
- Qualifikationen der Mitarbeiter?



Fotos: <https://artisanbeton.be/vibration-beton/> und https://www.concreteconstruction.net/products/how-to-specify-and-use-concrete-pumpelines_o

Entwicklung der Fließmitteltechnologie

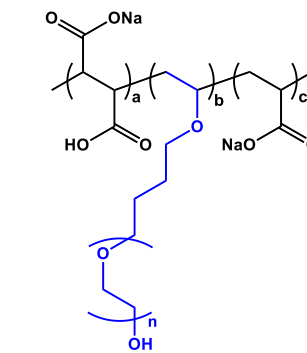
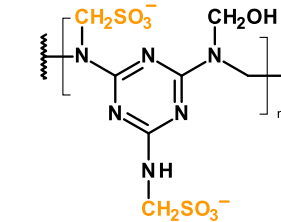
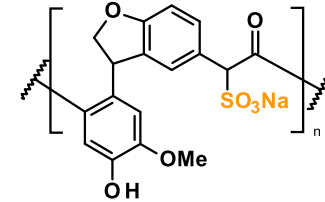
Auch auf Effizienz ausgerichtet

1920 Lignosulfonat (LS)
 Rel. Wasserreduktion (M.%) 5-10

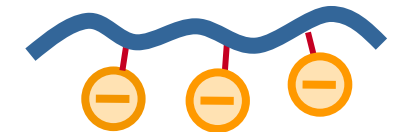
1960 Naphtalinsulfonat-Formaldehyd-Kondensat (BNS)
 Rel. Wasserreduktion (M.%) 15-20

1970 Melaminsulfonat-Formaldehyd-Kondensat (MSF)
 Rel. Wasserreduktion (M.%) 15-20

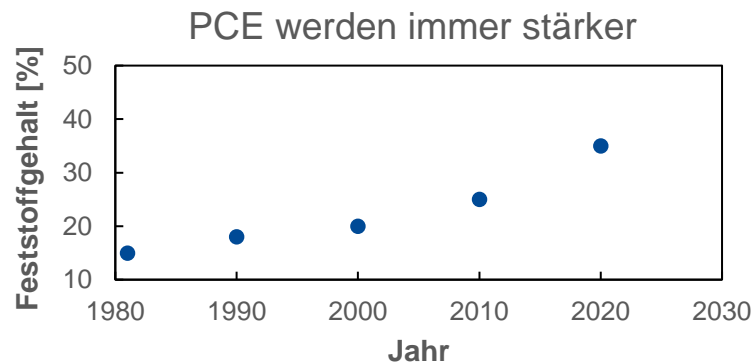
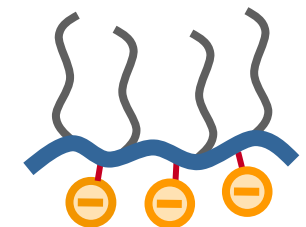
1981 Polycarboxylatether (PCE)
 Rel. Wasserreduktion (M.%) 20-35



Elektrostatische
 Stabilisierung
 (-SO₃⁻)

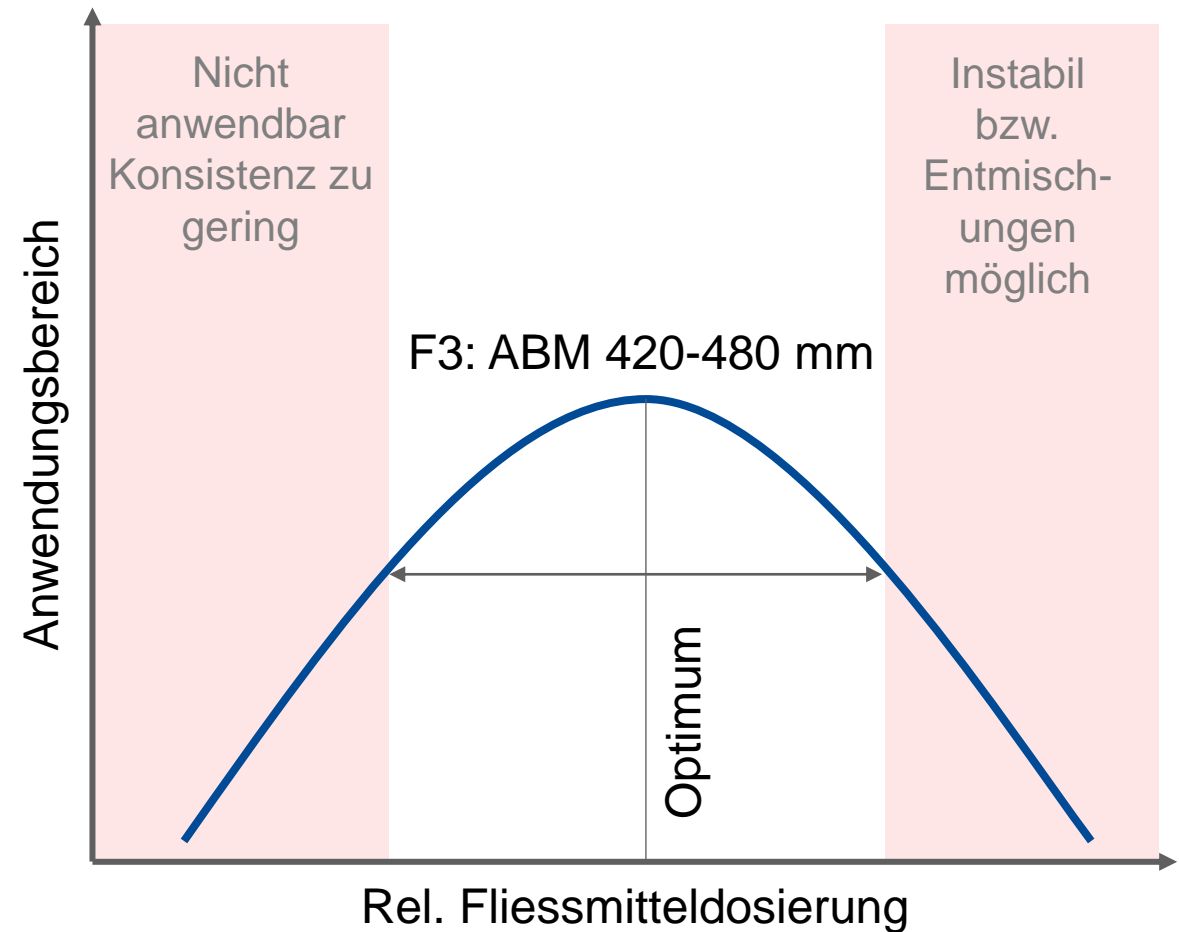


Elektrostatische +
 Sterische
 Stabilisierung

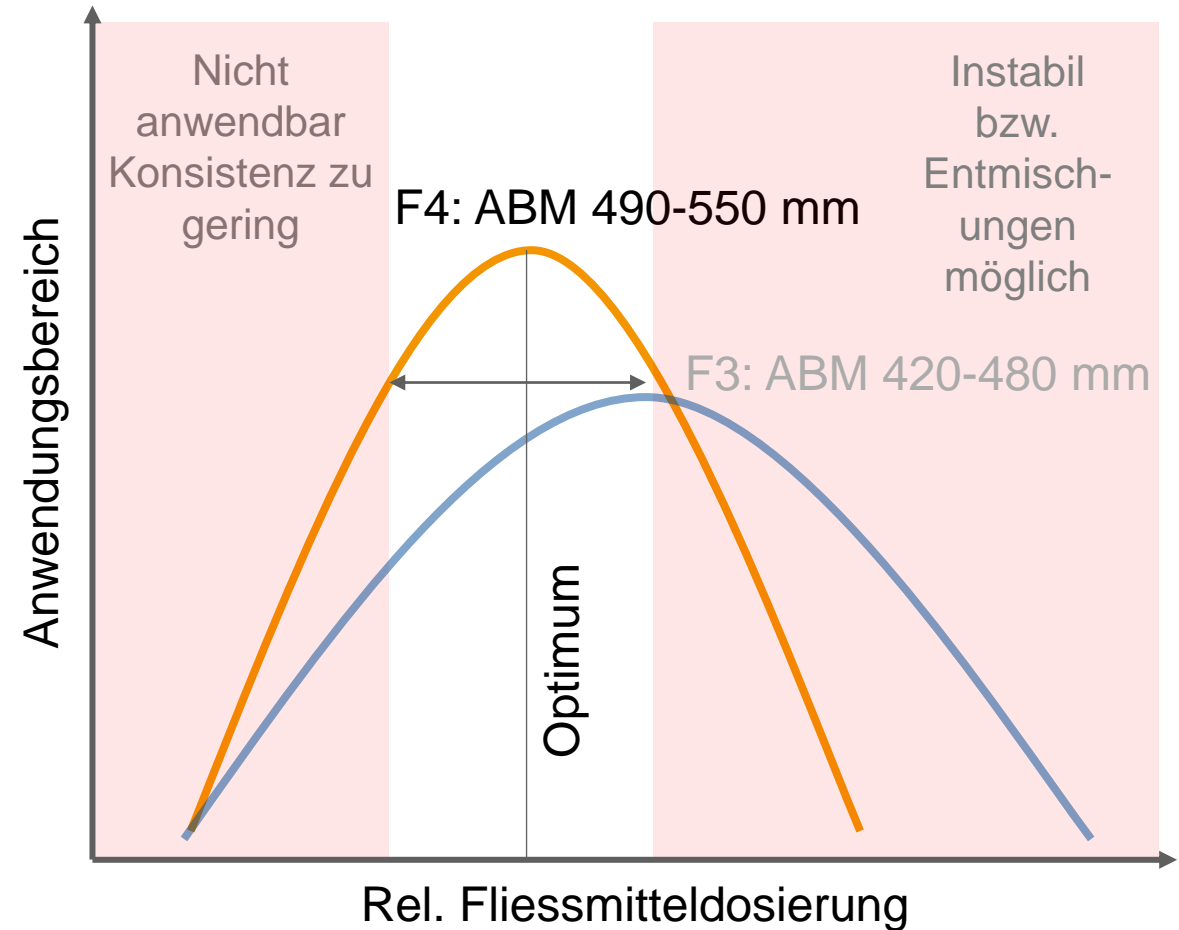


Anwendbarkeit

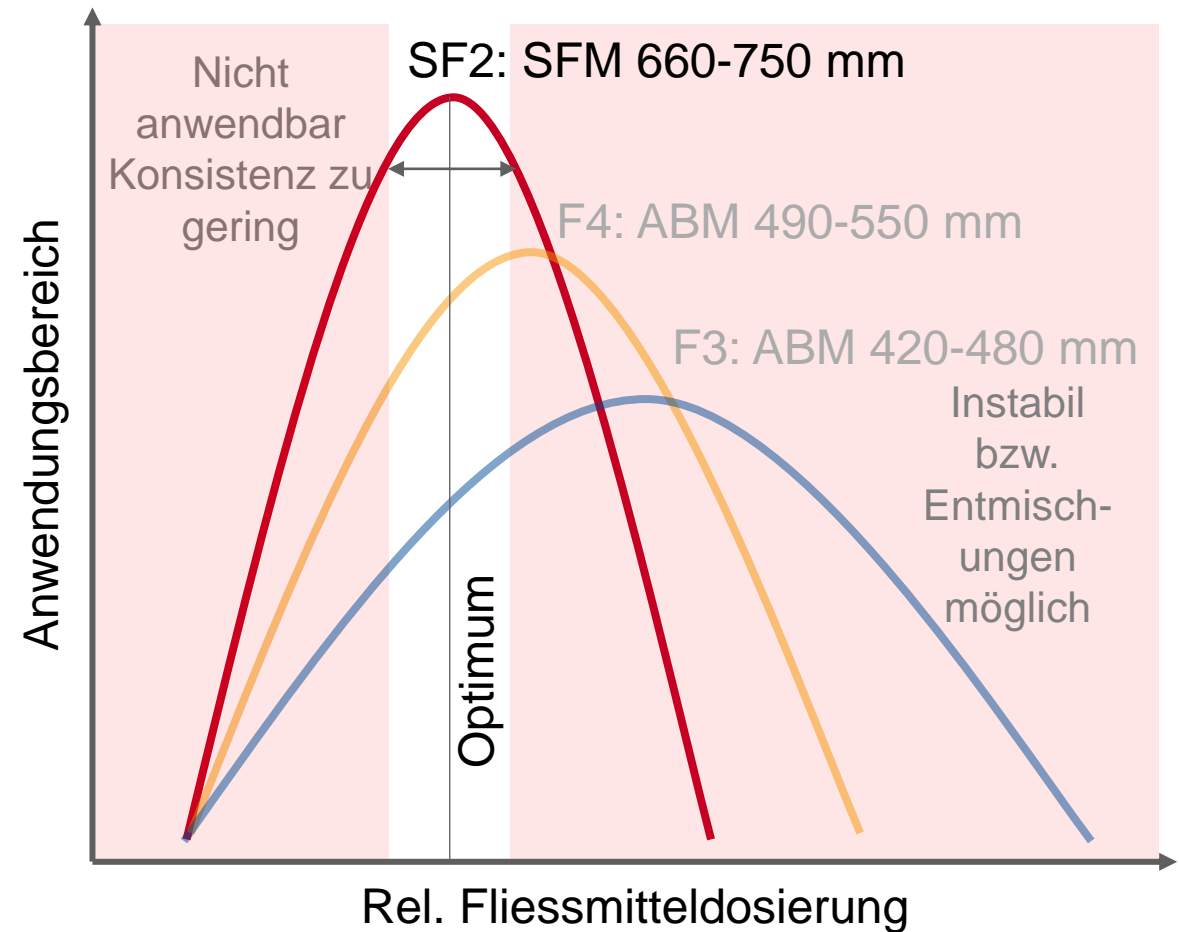
- NPK A bis C bis ~ 2010
 - PCE Fließmittel (ältere Generationen)
 - Mässig sehr effizient
 - Geringe/mittlere Ladung
 - Tolerant bzw. robust
 - Für Beton mit niedrigen/mittleren Konsistenzen F3/(F4)



- NPK A bis C ab ~ 2010
 - Moderne PCE Fließmittel
 - Deutlich effizienter
 - Mittlere/hohe Ladung
 - Toleranz bzw. Robustheit sinkt
 - Kann zu Entmischungen führen, bei Überdosierung
 - Für Beton mit mittleren Konsistenzen (F3)/F4/F5



- Hochwertige SVB
 - Moderne PCE Fließmittel
 - Sehr effizient
 - Hohe Ladung
 - Toleranz bzw. Robustheit sinkt weiter
 - Kann zu Entmischungen führen, bei geringer Überdosierung
 - Für Beton mit hohen Konsistenzen (>F5) und fließfähige Betone (SVB / LVB)



- Mit zunehmender Fließfähigkeit des Betons steigt die Neigung des Baustoffs, sich zu entmischen und sogar komplett zu trennen.

Frischbeton



Segregation und Bluten



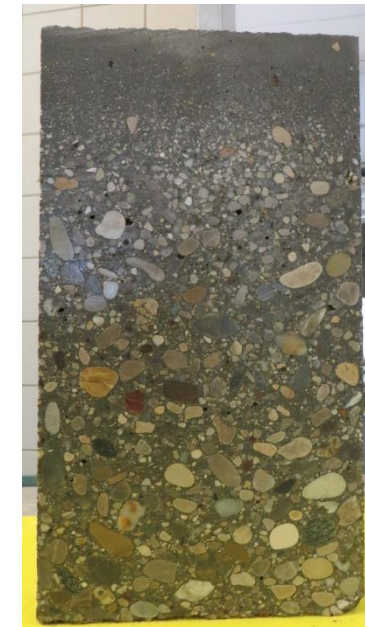
Bluten unter Druck



Wasserverlust unter Druck

Zimmermann, H.: Betontechnologen Schulung 2013

Festbeton



Segregation

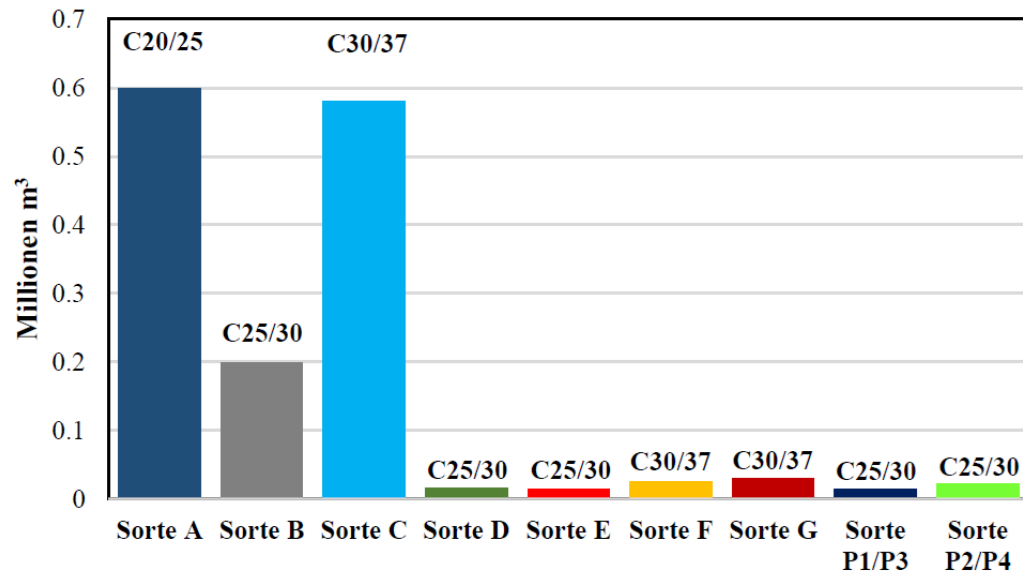


Entmischung

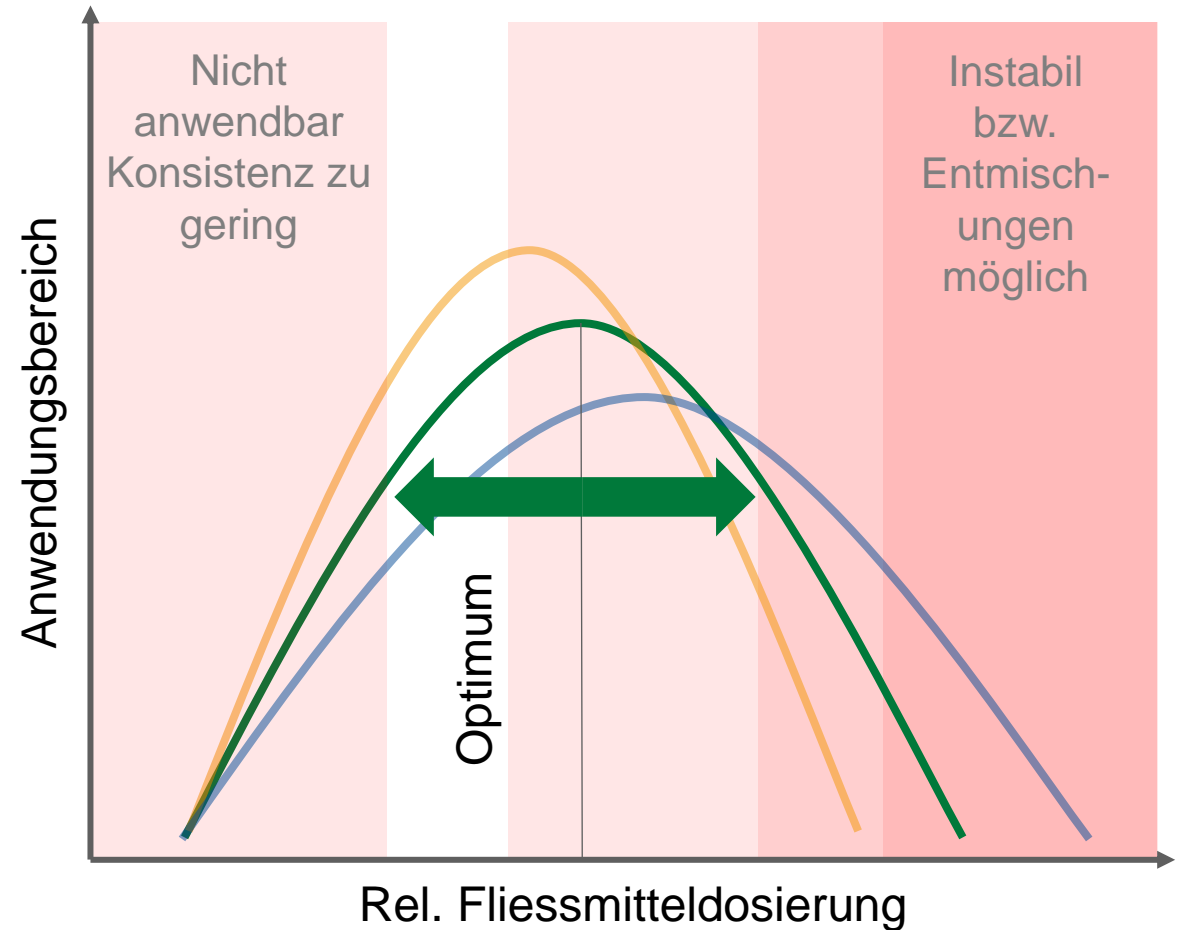
Anwendbarkeit

- Das ist keine nachhaltige Tendenz
- Die konventionellen Betone NPK A bis C sollen in Zukunft niedrigere Konsistenzen aufweisen um robuster zu werden

Klassierter Beton



cemsuisse, 2011



Option 1 für Allrounder-Beton

- Reduzierung der Konsistenz der "Massen"-Betone (NPK A bis C)



1.0 % FM
ABM 600 F5



0.9 % FM
ABM 590 F5



0.8 % FM
ABM 490 F4



0.7 % FM
ABM 350 F2

Option 2 für hochwertigen Beton

Wasser Referenz: 180 l/m³



Ohne VMA



Mit VMA

Wasser Referenz: 180 l/m³ + 10 l/m³



Ohne VMA



Mit VMA

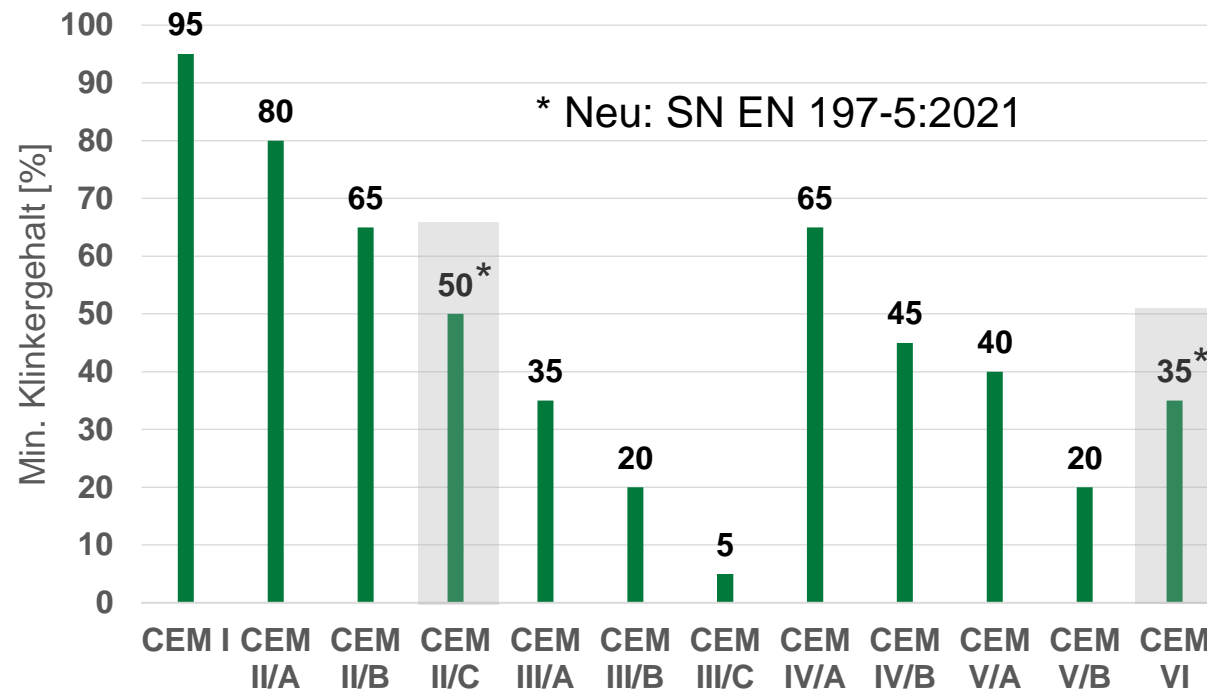
Option 3 für mittel- bis hochwertigen Beton

- Steuerung muss zuverlässig und optimal funktionieren (Feuchtemessung, Dichtemessung)
 - Dosieranlagen müssen kontrolliert und unterhalten sein (Ergiebigkeit der Anlage)
 - Robuste Rohstoffe werden immer weniger → Schwankende Rohmaterialien (Sekundärmaterial)
 - Periodische Überprüfung der Mischungsberechnungen
 - Optimierte Sieblinie der Gesteinskörnungen (Technisch optimiert oder nach «Haufengrösse»?)
 - Mitarbeiter sind gut aus- und weitergebildet
 - “Massen”-Beton: Fliessmittel
 - Hochwertiger Beton: Fliessmittel + VMA
- }] Betonzusatzmittel machen nur ca. 0.1 - 0.2M% im Beton aus!
«Gute» Betonrezepte können damit noch weiter optimiert
werden, aber es bedingt als Voraussetzung auch die obigen
Grundlagen.
Betonzusatzmittel sind keine «Wundermittel» per se, die alles
Andere korrigieren können!

Tendenzen der Zementindustrie

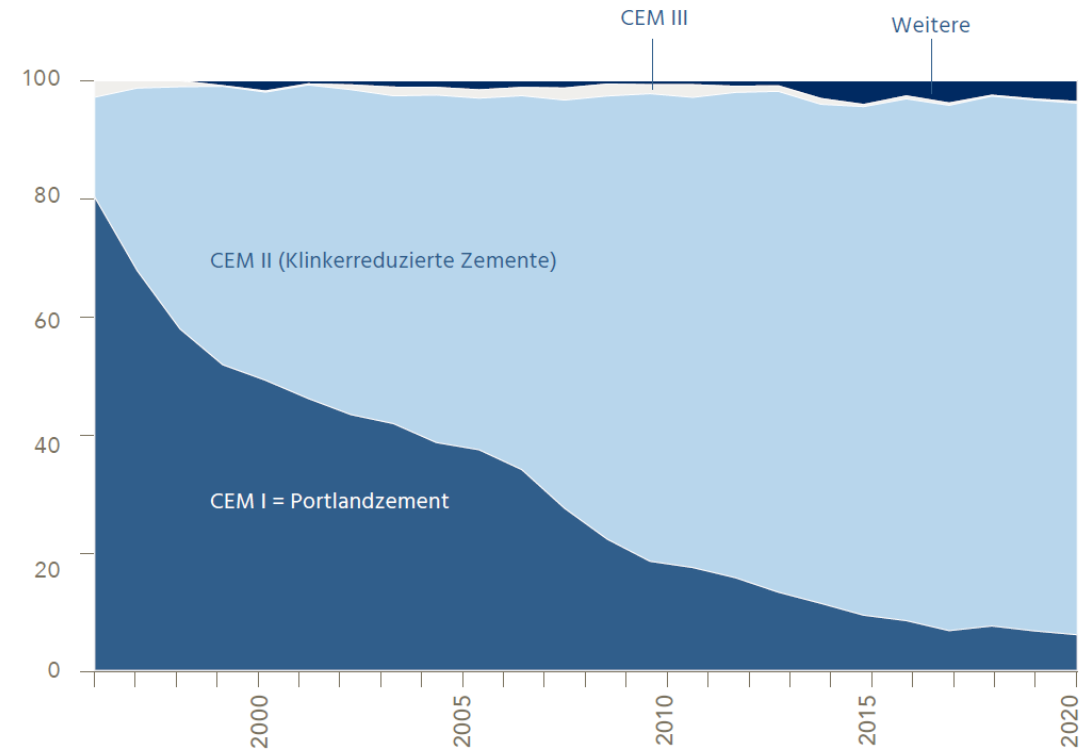
Nachhaltigkeit: Klinkerarme Zemente

Portlandzemente SN EN 197-1



Zementlieferung nach Sorten

Prozentuale Anteile Zementsorten

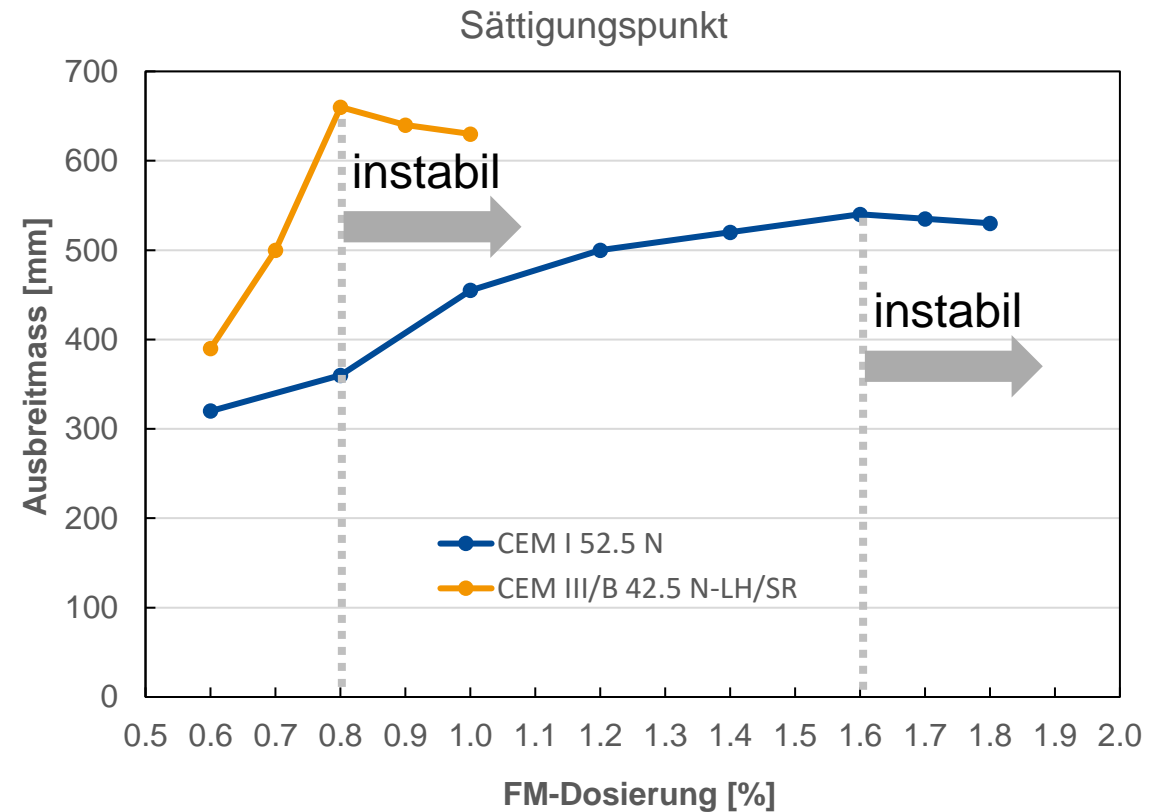


Tendenzen der Zementindustrie

Nachhaltigkeit: Klinkerarme Zemente

Klinkerreduzierte Zemente sind tendenziell

- weniger robust
- reagieren empfindlicher auf FM-Dosierungen



Zukunft der Betonindustrie

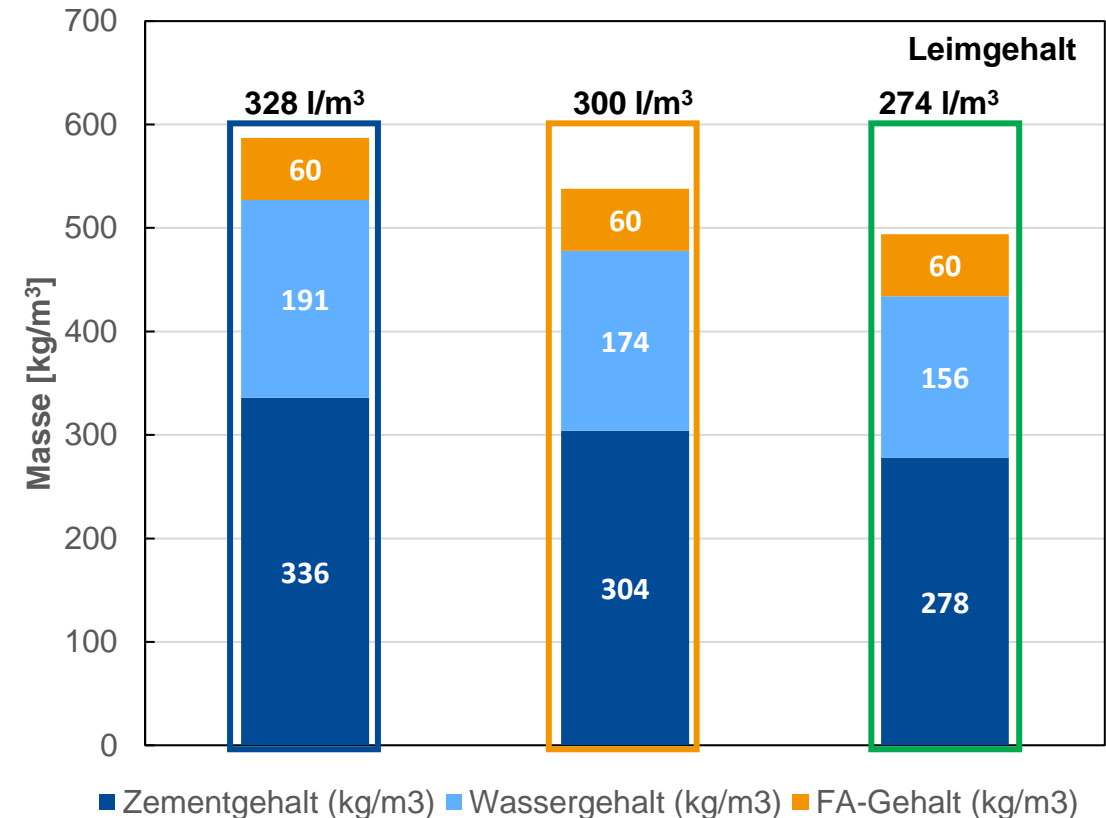
Nachhaltigkeit: Senkung des Leimgehalts

Prüfungen

- C30/37, $w/z_{eq} = 0.53$
- Ausbreitmass nach Herstellung, 30 und 60 min
- Einstellung der Startkonsistenz mit PCE*

Variation

- Wassergehalt: +/- 7 kg/m³
- Änderung Zementlieferwerk



Leimgehalt und Zusammensetzung der untersuchten Betone.
 Zement CEM III/A 42.5 N; $w/z_{eq} = \text{konstant } 0.53$; Sieblinie = 36% Sand 0/2, 20% Kies 2/8, 44% Kies 8/16; Leimgehalt $V_{Leim} = V_{Zement} + V_{FA} + V_{Wasser}$

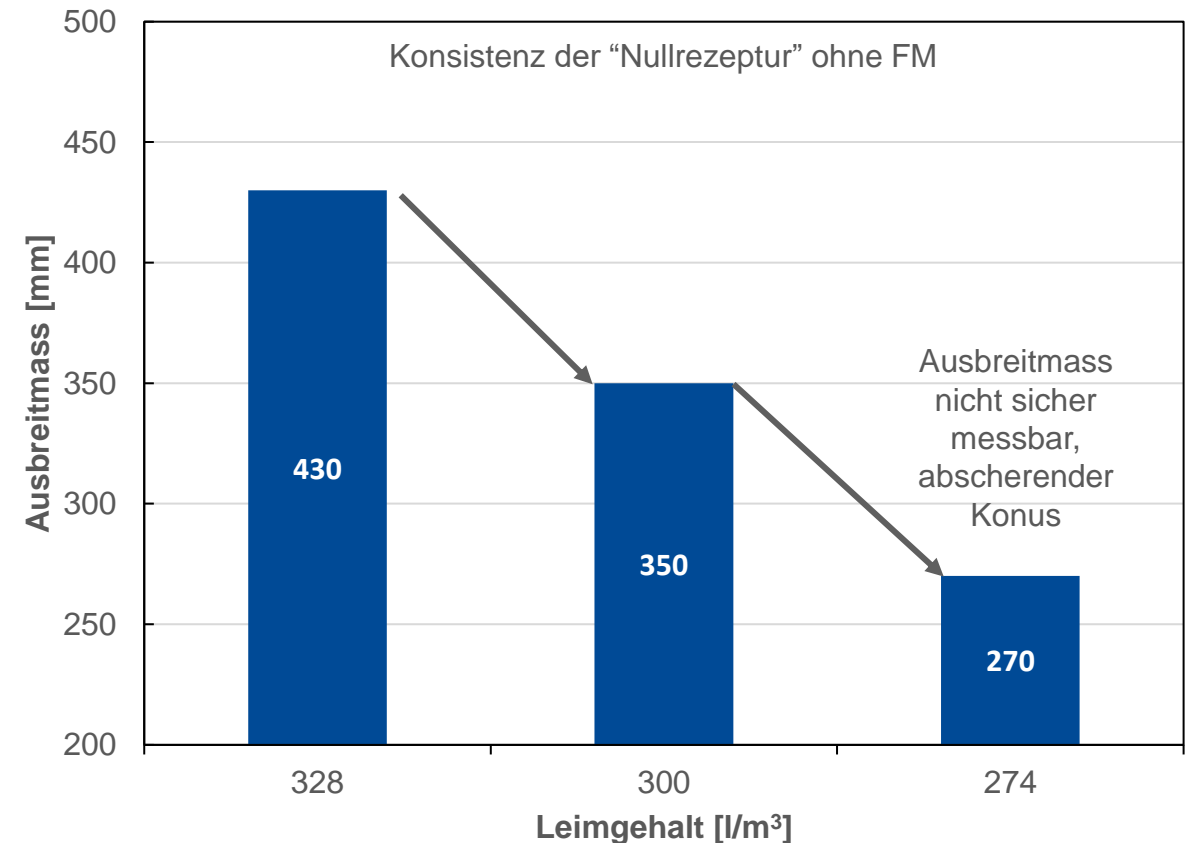
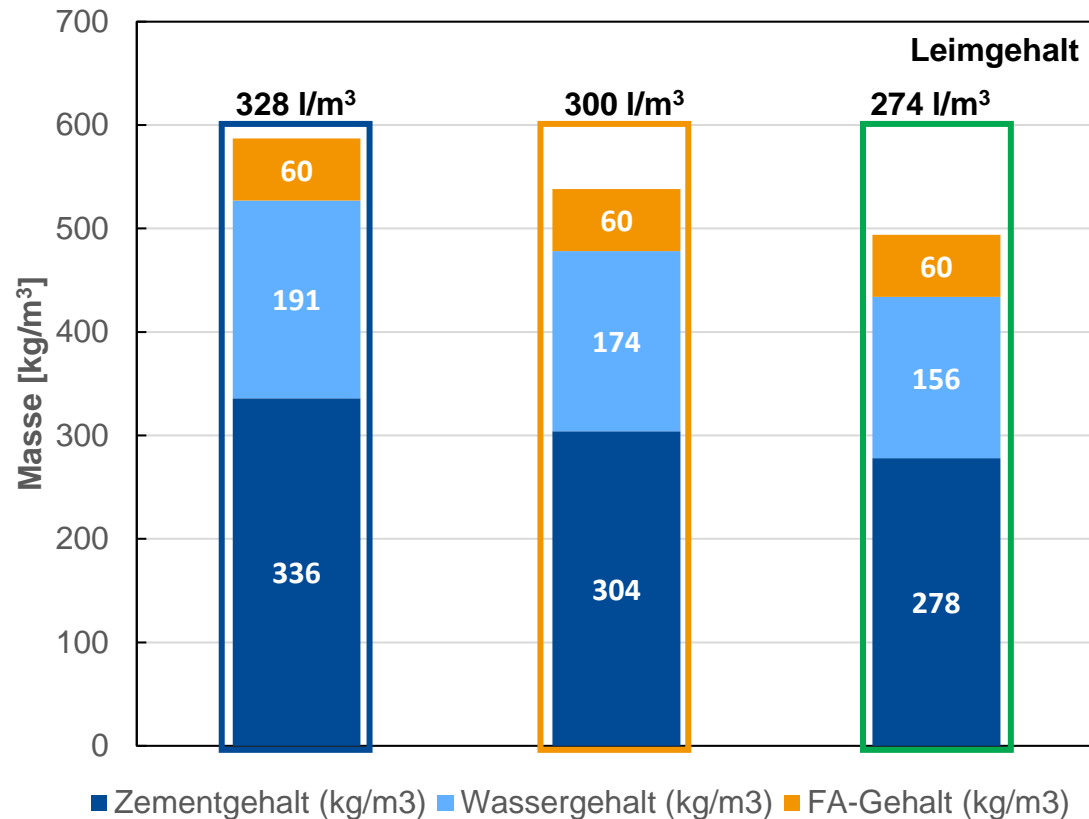
Dittmar, S., et al. "Aspekte der Betonrobustheit; Teil 1 und 2." *Beton*. 2020-2021.
 *MasterGlenium SKY 593

Grenzen der Robustheit von Beton

Einfluss auf die Konsistenz

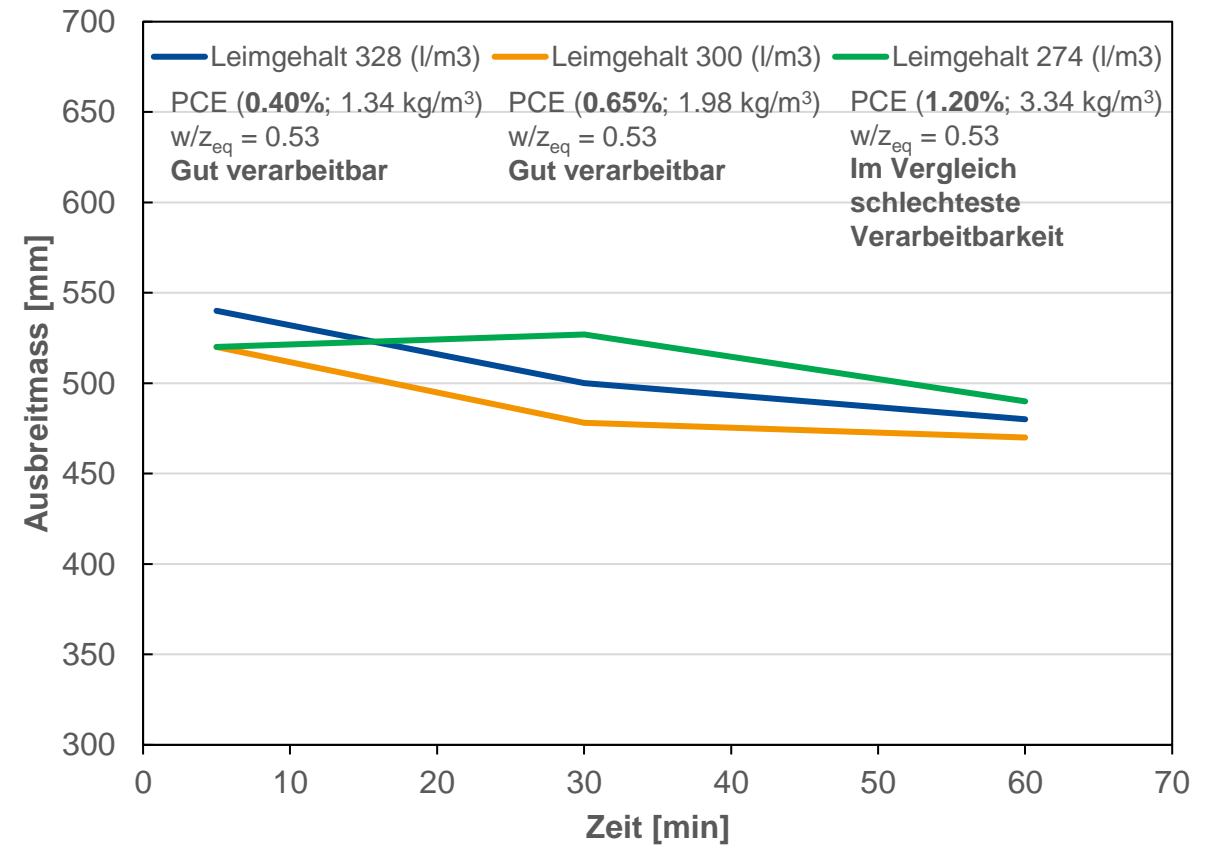
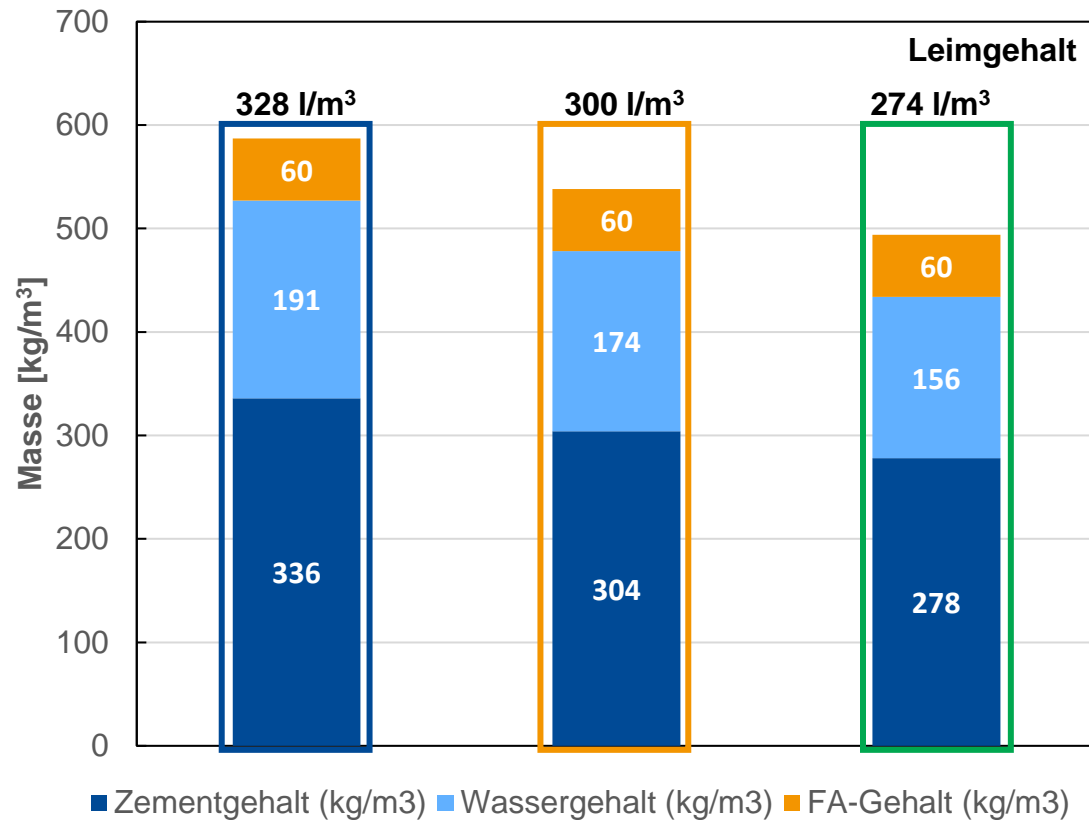
- C30/37, $w/z_{eq} = 0.53$

Leimgehalt und –qualität sind für die Konsistenz massgebend!



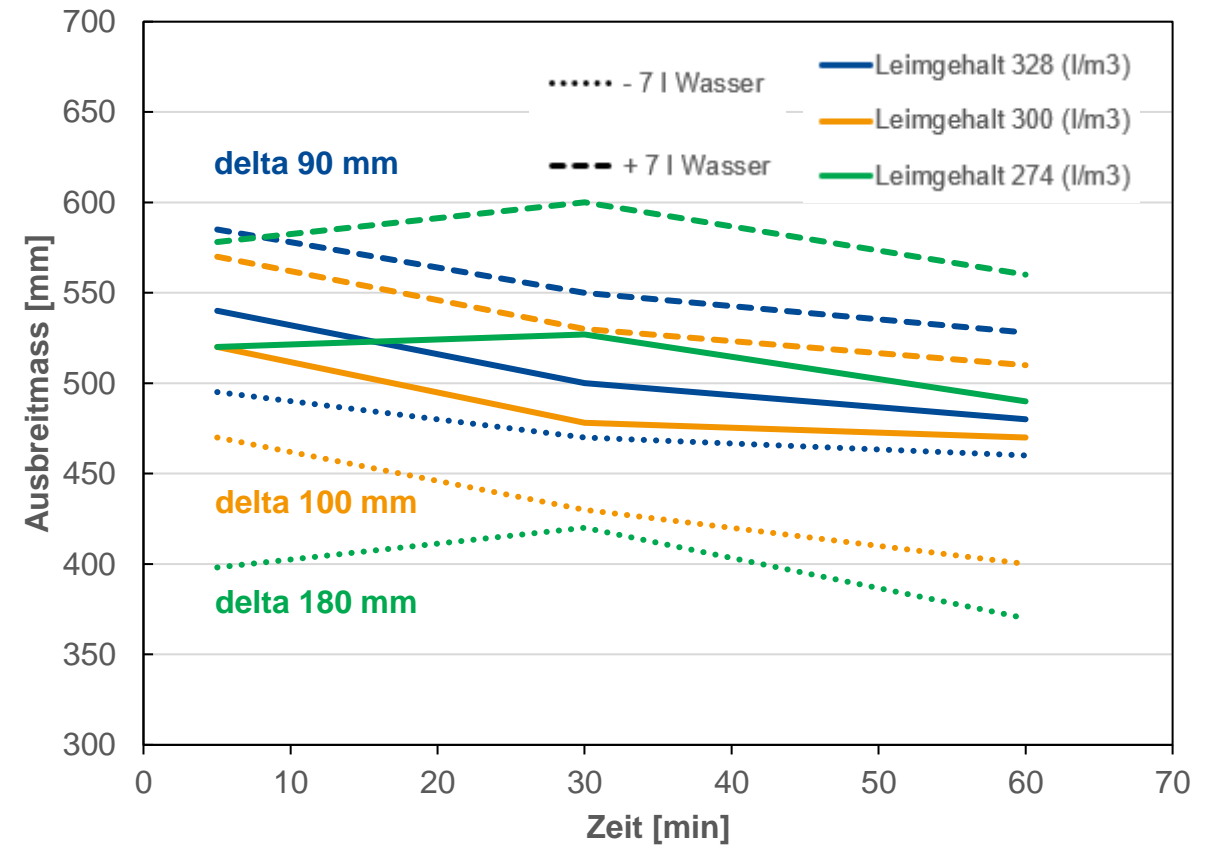
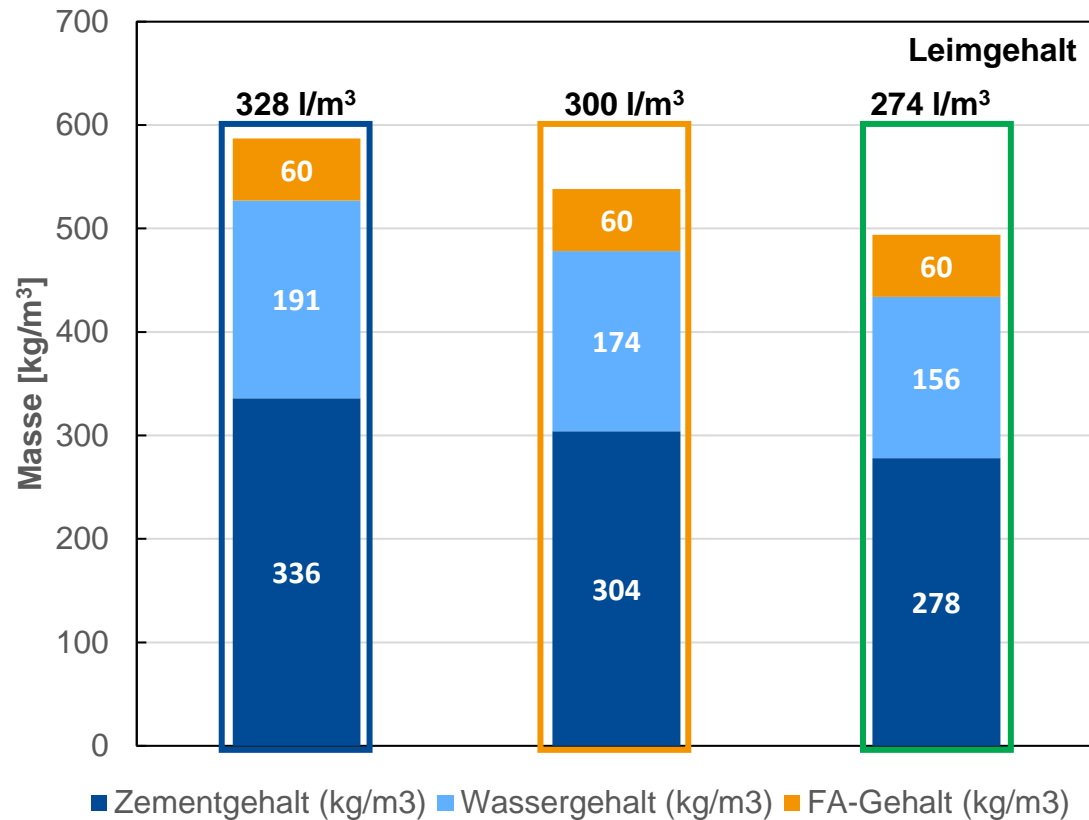
Grenzen der Robustheit von Beton

Anpassung der Konsistenz mit Fließmittel



Grenzen der Robustheit von Beton

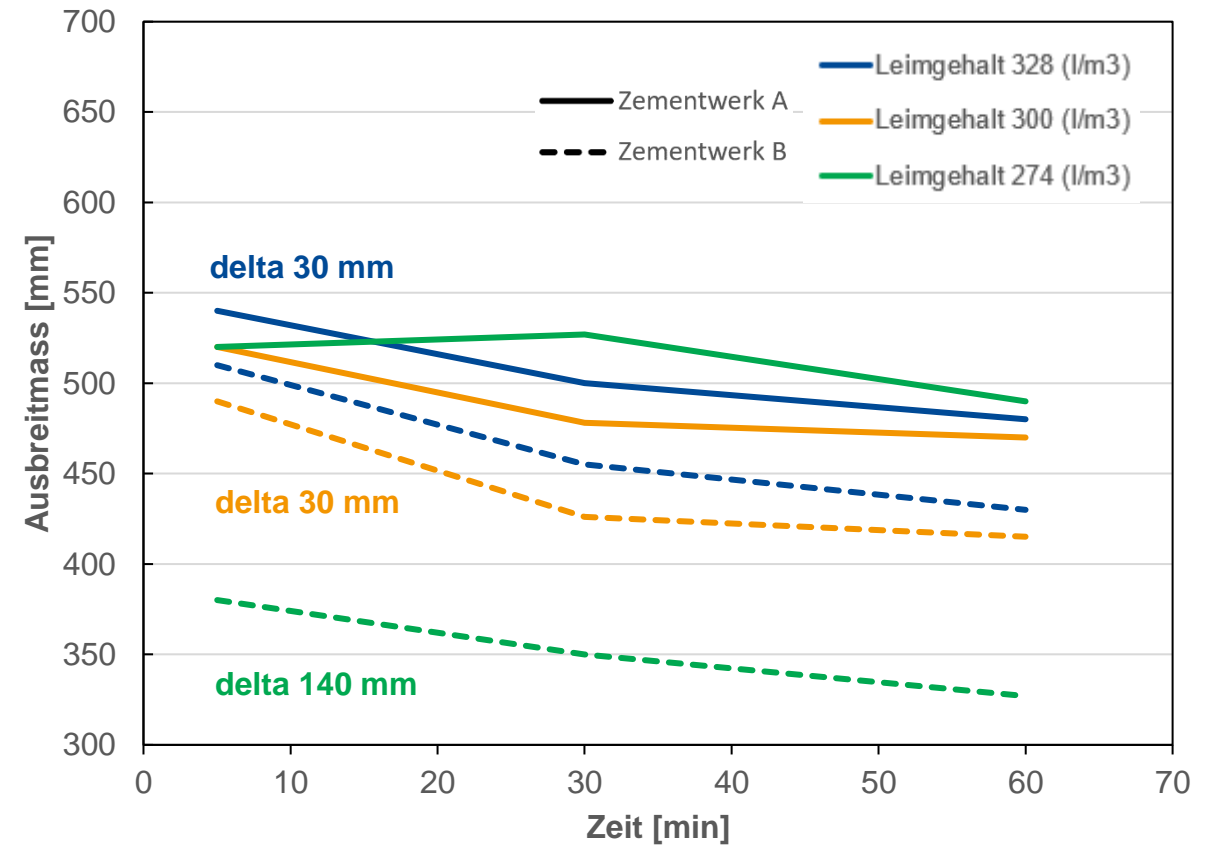
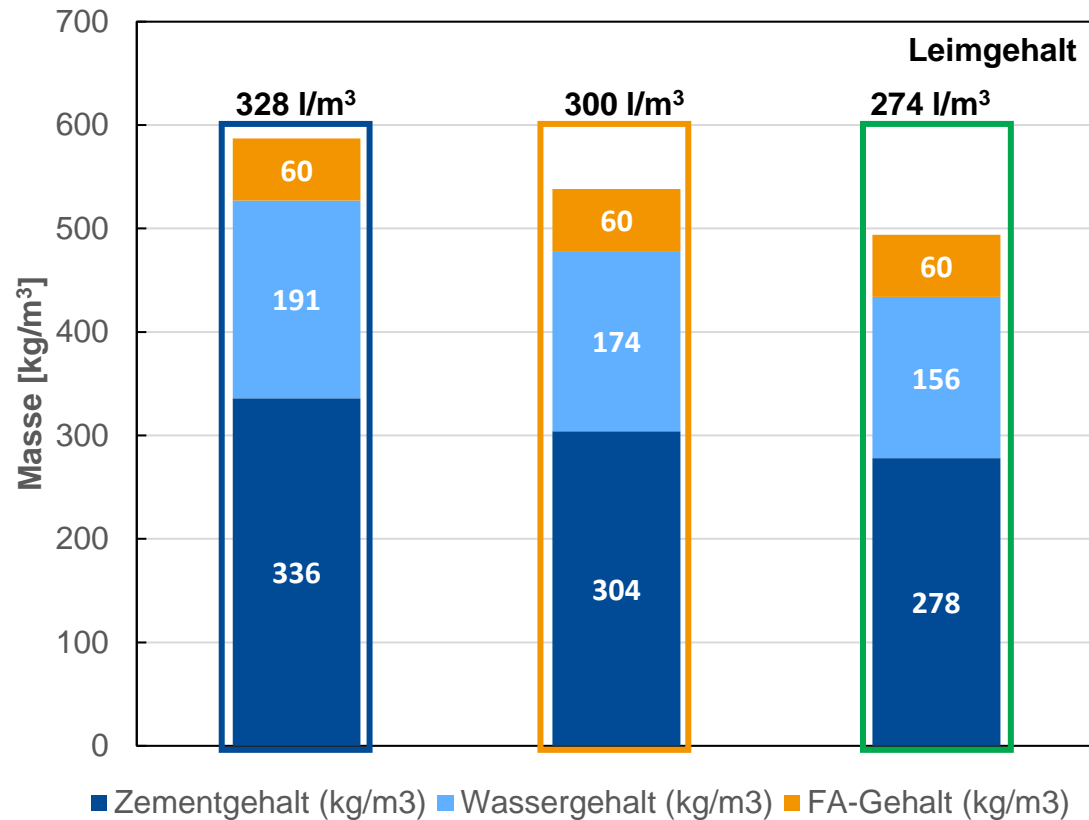
Simulation der üblichen Schwankungen des Wassergehaltes



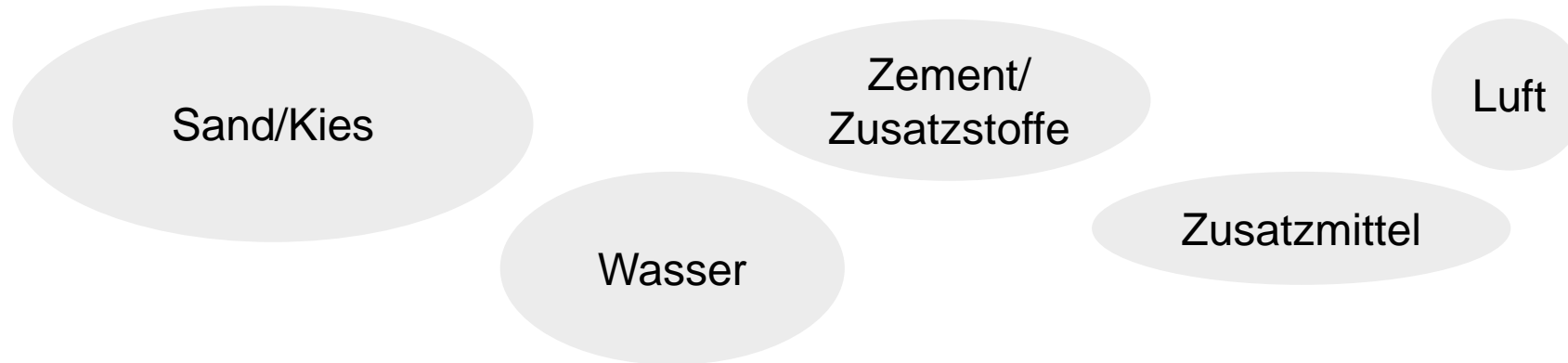
Dittmar, S., et al. "Aspekte der Betonrobustheit; Teil 1 und 2." *Beton*. 2020-2021.

Grenzen der Robustheit von Beton

Wechsel des Zementlieferwerks



- Beton ist ein komplexes Mehr-Stoff-System, bei dem viele Parameter eine wichtige Rolle spielen:



- Es gibt (noch) keine Wundermittel, die “alles” können
- Tipps für die nahe Zukunft:
 - Konsistenz der "Massen"-Betone reduzieren (NPK A bis C)
 - Hochwertigen Beton mit VMA stabilisieren
 - Die Steuerung, Dosieranlage und gut ausgebildete Mitarbeiter sind entscheidend
- Damit kann der Markt auf die Zukunft mit klinker- und bindemittelärmeren Betonen (deutlich tieferer w/z) vorbereitet werden



FSHBZ

Fachverband
Schweizerischer Hersteller
von Betonzusatzmitteln