



## Der perfekte Mix

Moderne Betonzusatzmittel und  
ihr Einfluss auf den Mischprozess

Ronald König, Sebastian Dittmar  
BFT-Fachforum 19. November 2019



# Inhalt

## **Dispergierung durch Fließmittel**

Einfluss des Zugabezeitpunktes

Einflüsse auf die Mischzeit

Auswirkungen der Mischintensität bzw. Scherrate

Einfluss auf Mischerdrehmoment und Frischbetonviskosität

## **Stabilisierer** und Ihr Einfluss auf den Mischvorgang und die Frischbetoncharakteristik

Besonderheiten beim Mischprozess von **LP-Beton**

Eine neue Gruppe von Beschleunigern - **Master X-Seed**

**Schutz des Mixers** ohne Risiken für Anwender und Umwelt

# Inhalt

## **Dispergierung durch Fließmittel**

Einfluss des Zugabezeitpunktes

Einflüsse auf die Mischzeit

Auswirkungen der Mischintensität bzw. Scherrate

Einfluss auf Mischerdrehmoment und Frischbetonviskosität

**Stabilisierer** und Ihr Einfluss auf den Mischvorgang und die Frischbetoncharakteristik

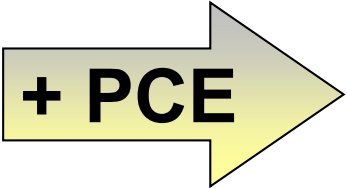
Besonderheiten beim Mischprozess von **LP-Beton**

Eine neue Gruppe von Beschleunigern - **Master X-Seed**

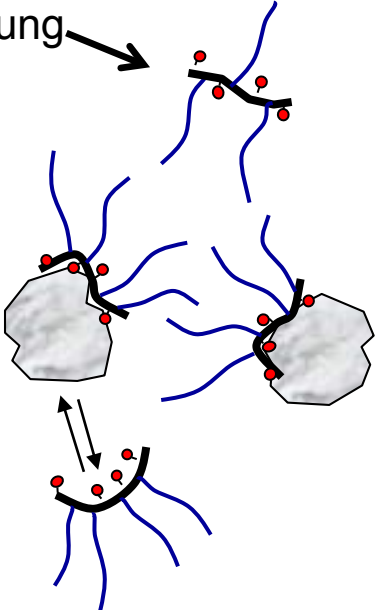
**Schutz des Mixers** ohne Risiken für Anwender und Umwelt

# Fließmittel auf Polycarboxylatether-Basis (PCE) und deren Wirkung

Agglomerierte Zementpartikel  
→ Der Beton ist nicht  
verarbeitbar.

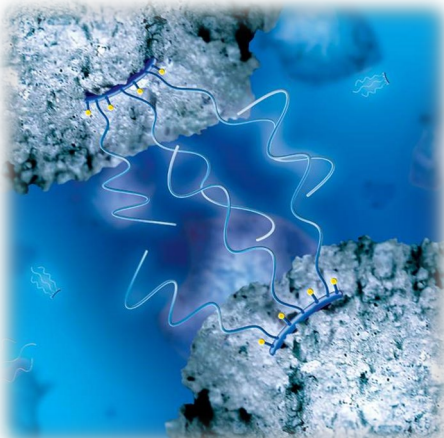
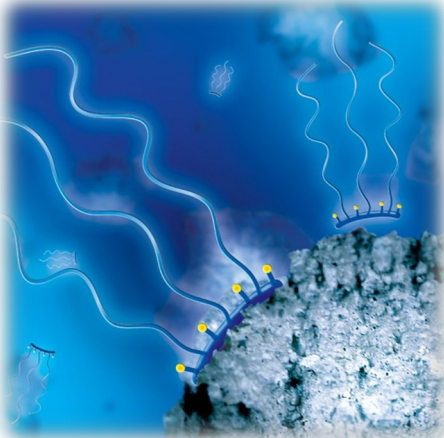
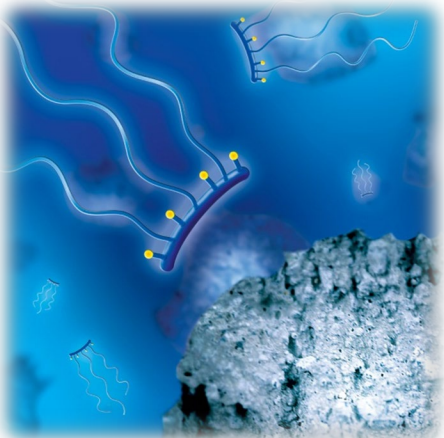


„freie Polymere“ sind die  
Grundlage für  
Konsistenzhaltung

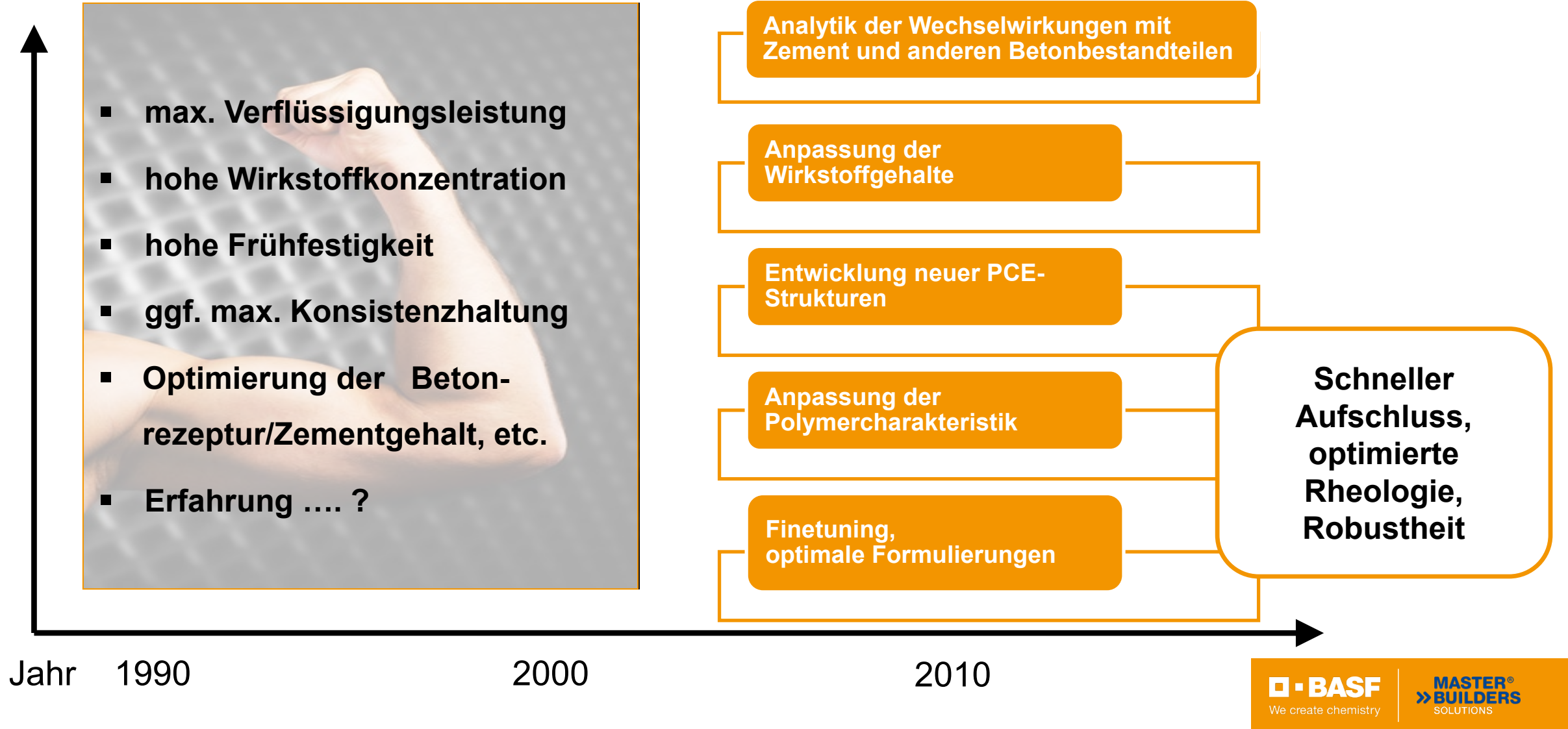


Die Zementpartikel sind nun  
sehr gut dispergiert  
→ Der Beton ist gut verarbeitbar.

**Wirkungsweise von PCE-Fließmitteln → elektrostatische + räumliche Abstoßung**

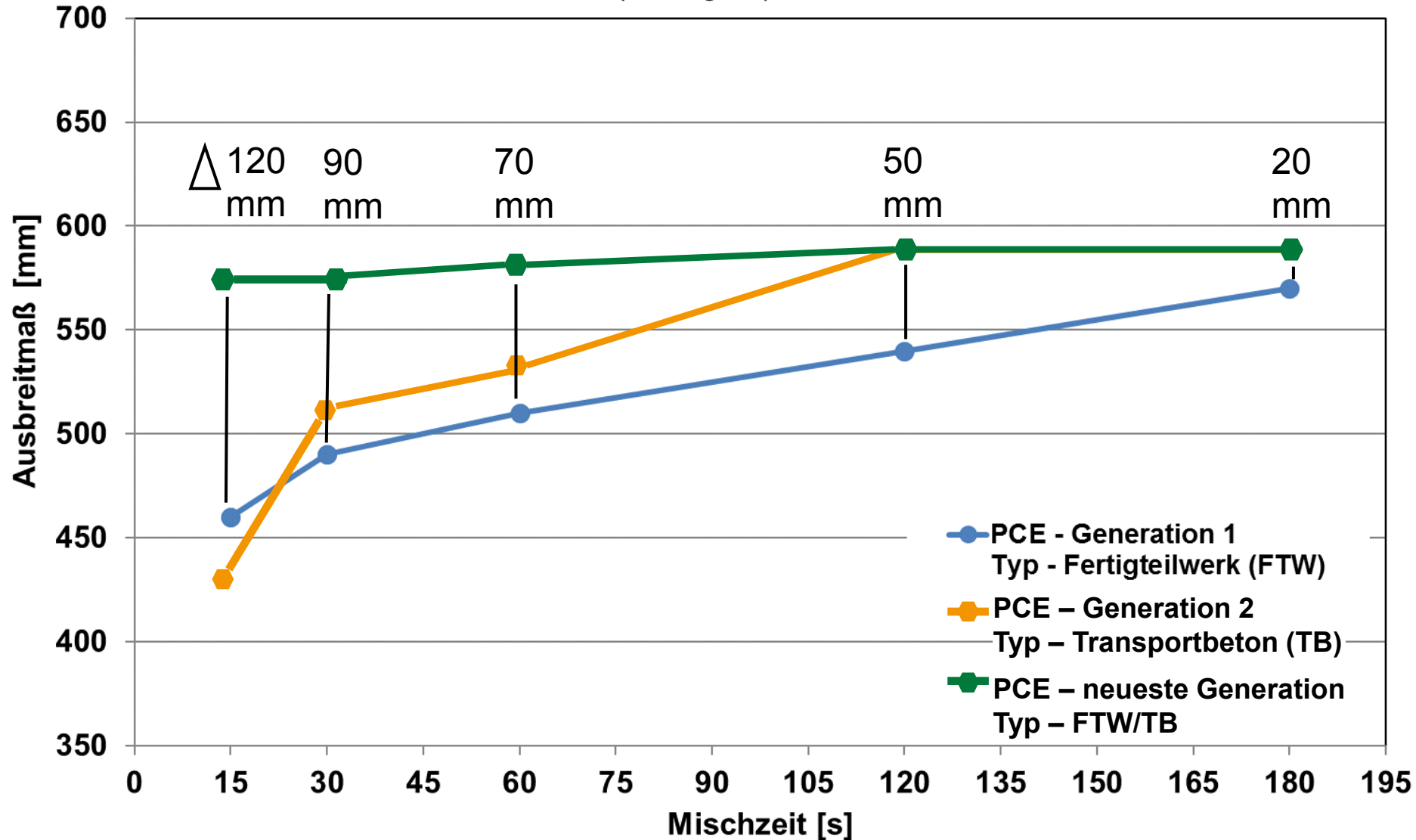


# PCE-Fließmittel ... Leistungsfähigkeit richtig in Szene setzen ...



# Abhängigkeit der Mischzeit von der Art des verwendeten PCE-Fliessmittels

CEM I 42,5 R (360 kg/m<sup>3</sup>); w/z = 0,43; GK 16 mm



# Empfehlung für die Mischzeiten von Fließmitteln

## Normal- Beton

Die optimale Mischzeit bei Einsatz konventioneller Betonverflüssiger auf Basis Ligninsulfonat und Misch-Produkten auf Basis Ligninsulfonat/PCE beträgt:

↪  $\geq 30$  s

Die optimale Mischzeit bei Einsatz der Mehrheit moderner PCE-Fließmittel beträgt:

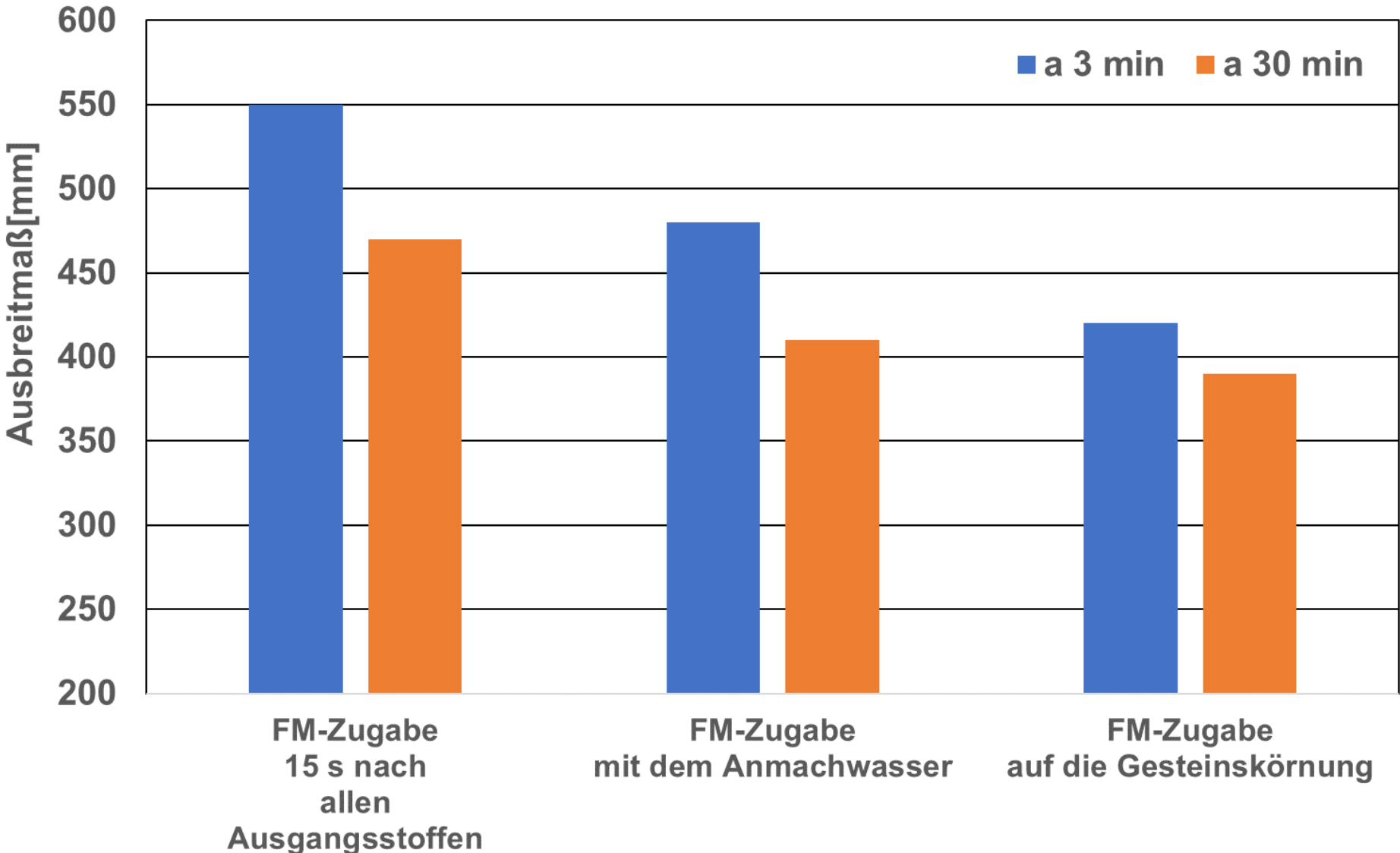
↪  $\geq 45$  s

Neueste Produktentwicklungen ermöglichen sehr kurze Mischzeiten, so dass ca. 30 s Mischzeit ausreichend sind.

Bei geringen Betontemperaturen ( $< 15$  °C) ist eine Erhöhung der Mischzeit zu empfehlen ( $\geq 60$  s) → Hintergrund: verlangsamter Adsorptionsmechanismus Zement und Fließmittel.

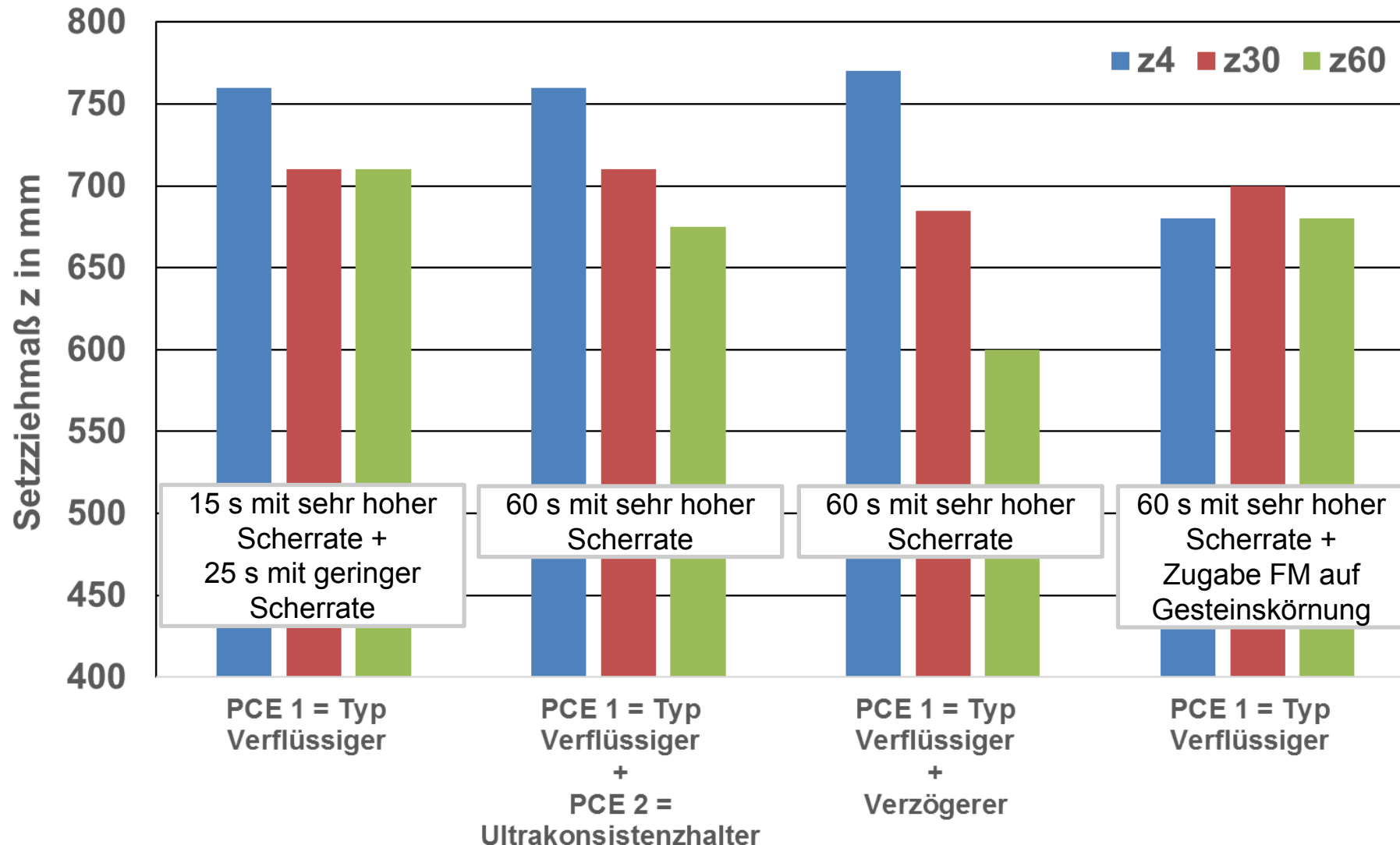
Bei geringen w/z-Werten bzw. sehr hohen Fließmittel-Dosiermengen (F5, F6, SVB) ist eine Erhöhung der Mischzeit zu empfehlen, um die Zusatzmittel vollständig aufzuschließen ( $\geq 60$  s); gleiches gilt für HPC und UHPC

# Einfluss der Mischreihenfolge auf die Wirkung eines PCE-Fließmittels



# Einfluss der Mischintensität/Scherrate auf die Wirkung von PCE-Fließmitteln

SVB: CEM I 52,5 R (320 kg/m<sup>3</sup>); KstM (270 kg/m<sup>3</sup>); w/z = 0,44



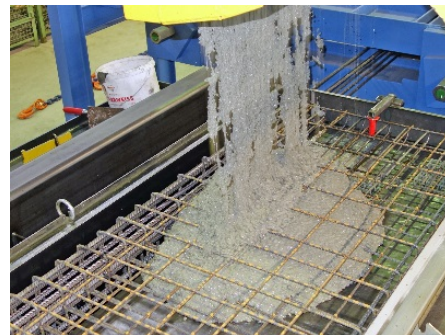
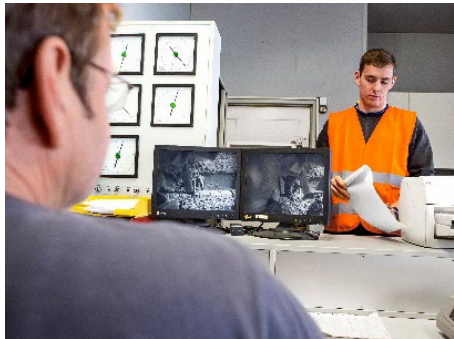
## Mögliche Ursachen

- » Veränderung der Reaktionskinetik
- » Veränderung / Aktivierung der Oberfläche der Ausgangsstoffe, speziell Bindemittel
- » beschleunigende Wirkung
- » Temperaturerhöhung im Mischprozess

# Wann spielt Betonrheologie eine Rolle?

## Einfluss von Fließmitteln auf Mischerdrehmoment und Frischbetonviskosität

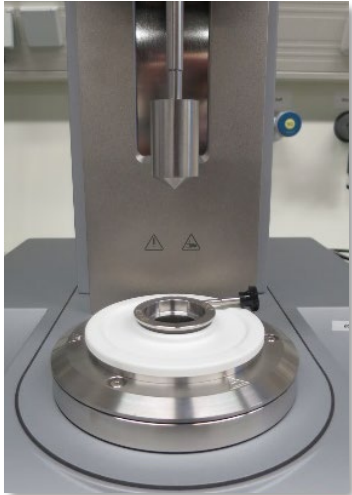
- » **Beim Mischvorgang im Betonwerk: Aufschließen und Mischeffizienz**
- » Beim Fördern mit Betonpumpen: Volumenstrom, Druck, Maschinenverschleiß
- » Beim Betoneinbau: Verteilen, Verdichten
- » Bei der perfekten Formgebung durch die Schalung: Sichtbeton
- » Bei der Oberflächenbearbeitung des eingebauten Betons: Abziehen, Glätten



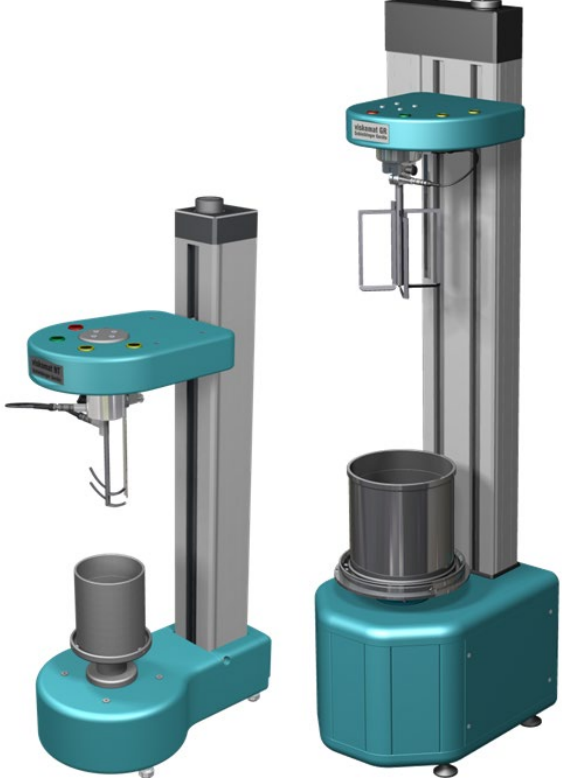
# Rheologie im Labor ...



Rheometer MCR 302  
from Anton Paar



coaxial  
cylinder



WELTNEUHEIT  
Laborintensivmischer



Labor-Intensivmischer KKM-RT 15/22,5 mit  
integriertem Rheometer und Tribometer



Kugel-Mess-System

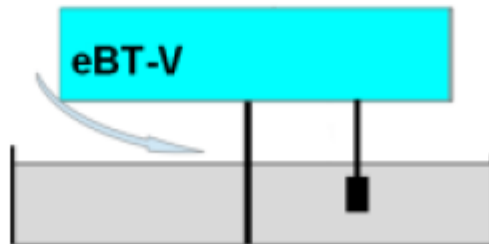


Temperiertopf (offenes System)

# Vom Laborgerät zum alltagstauglichen Beton-Rheometer



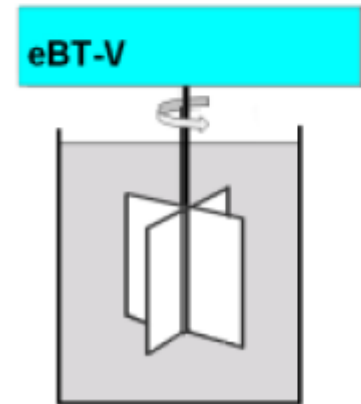
P-Modus



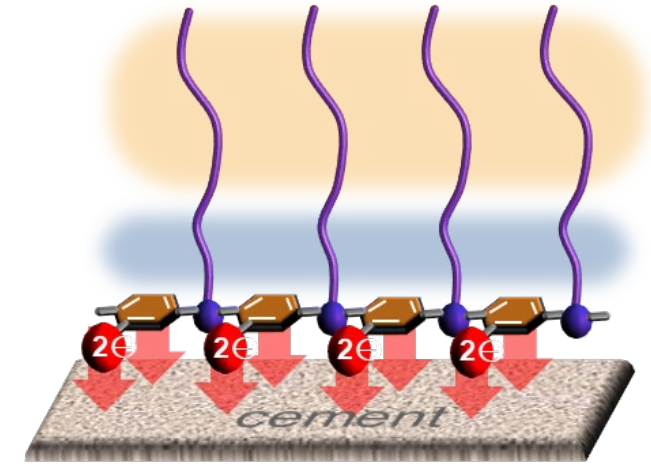
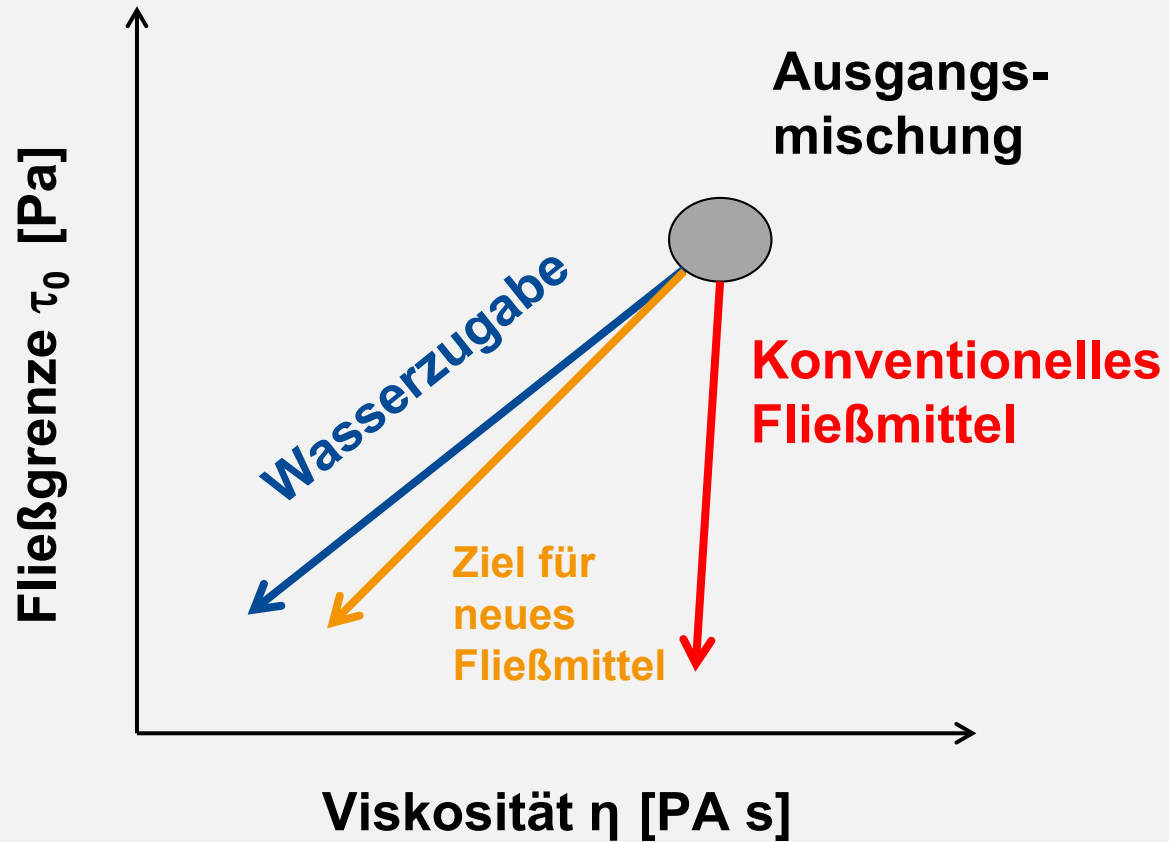
V-Modus



V-Modus:



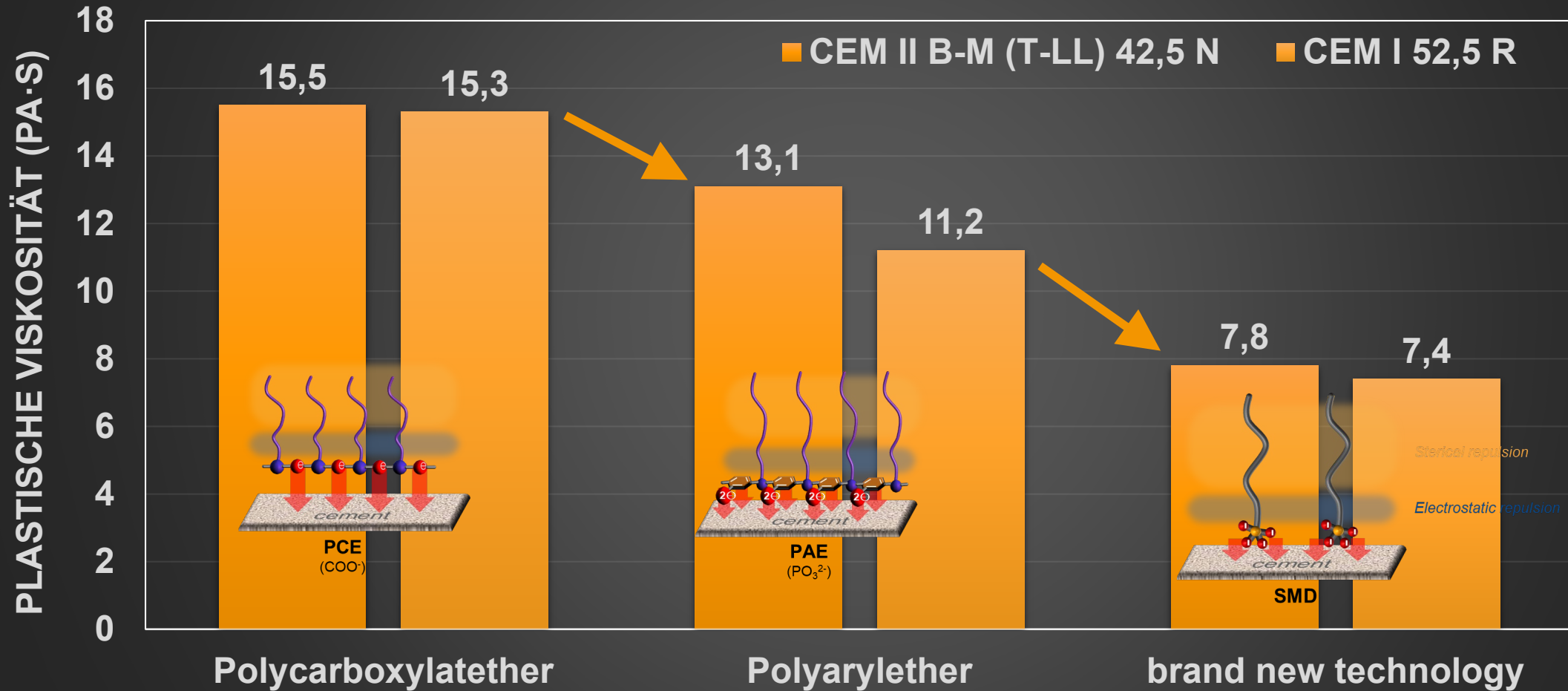
# Einfluss von Wasser und Fließmittel auf die Rheologie von Frischbeton



PAE

**NEU: Polyarylether**

# Einfluss des Polymertyps von Fließmitteln auf die Rheologie



# Vergleich von Polymergrundtypen im Mischprozess HPC/SVB



**PAE - MasterEase**  
**Fließmittel-Technologie**

**Traditionelle PCE**  
**Fließmittel-Technologie**

# Vergleich PAE MasterEase vs. klassisches PCE hinsichtlich Viskosität



**PAE - MasterEase**  
**Fließmittel-Technologie**

**Traditionelle PCE**  
**Fließmittel-Technologie**

**BASF**  
We create chemistry

**MASTER<sup>®</sup>**  
**BUILDERS**  
SOLUTIONS

# Inhalt

## **Dispergierung durch Fließmittel**

Einfluss des Zugabezeitpunktes

Einflüsse auf die Mischzeit

Auswirkungen der Mischintensität bzw. Scherrate

Einfluss auf Mischerdrehmoment und Frischbetonviskosität

## **Stabilisierer** und Ihr Einfluss auf den Mischvorgang und die Frischbetoncharakteristik

Besonderheiten beim Mischprozess von **LP-Beton**

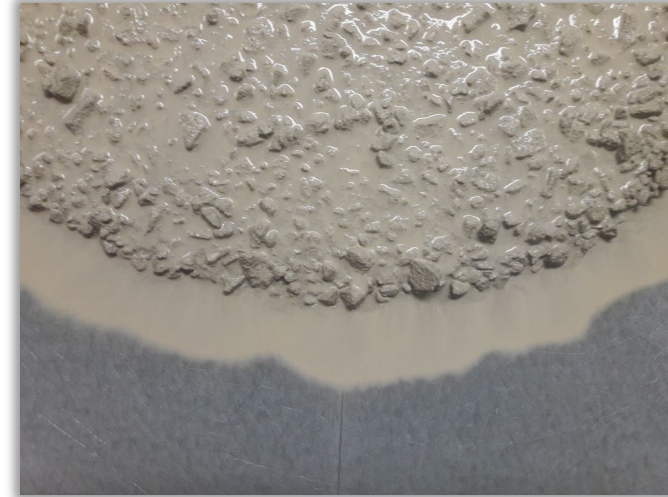
Eine neue Gruppe von Beschleunigern - **Master X-Seed**

**Schutz des Mixers** ohne Risiken für Anwender und Umwelt

# Der Effekt von Stabilisierern

Stabilisierung eines SVBs mit geringem Leimgehalt (Leimgehalt =  $318 \text{ l/m}^3$ )

**Ohne Stabilisierer  
VMA 1**

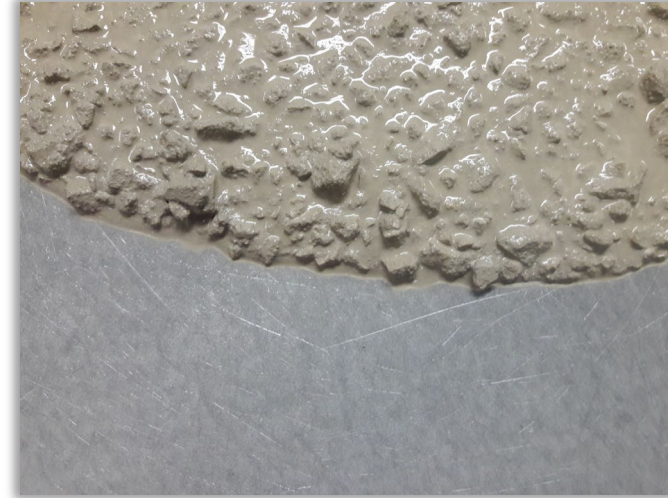


**Leimrand,  
starkes Bluten**

---

**Mit Stabilisierer  
VMA 1**

( $0,2 \text{ g/L Wasser} = 35 \text{ g/m}^3$ )



**kein Leimrand,  
hohe Stabilität**

# Rheologisches Profil von Stabilisierern (Sand in einer Porenlösung)



Stabilisierer VMA 1

Stabilisierer VMA 2

## VMA 1

**Hoher Scherverdünnungseffekt:**

**Vorteil:** leichtes Einmischen und exzellente Stabilität

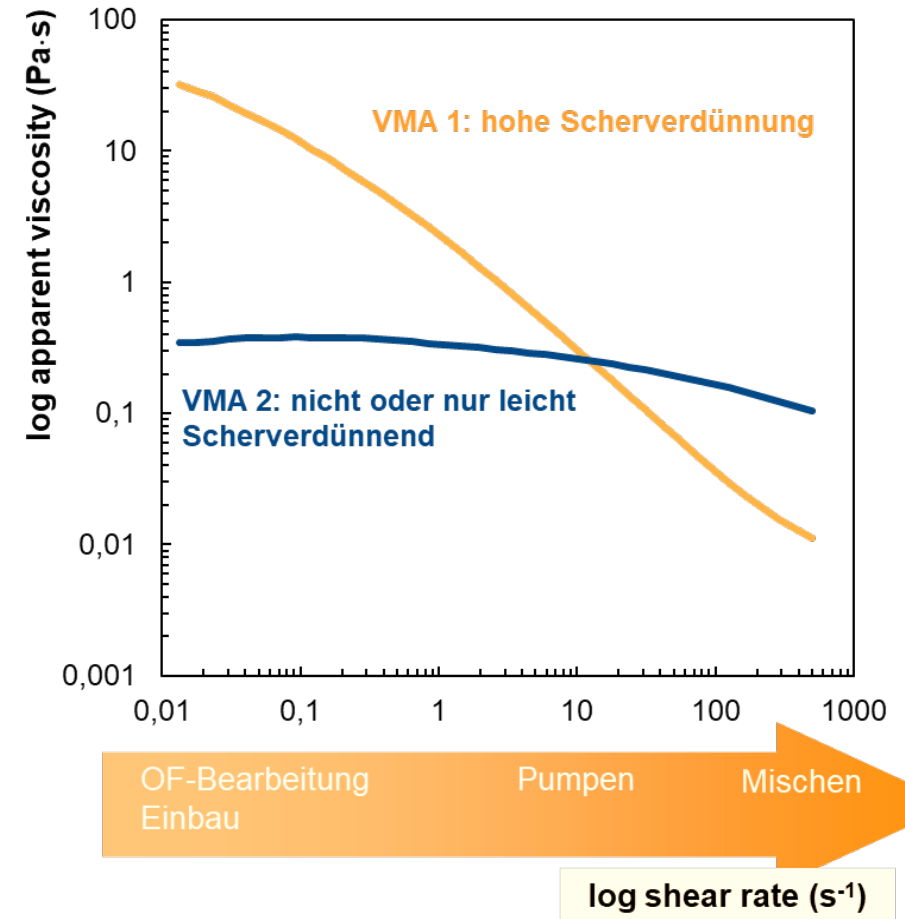
**Einsatzgebiet:** F6-Beton oder SVB

## VMA 2

**Geringer Scherverdünnungseffekt:**

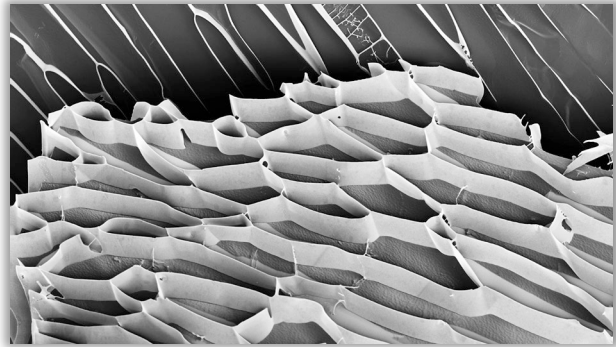
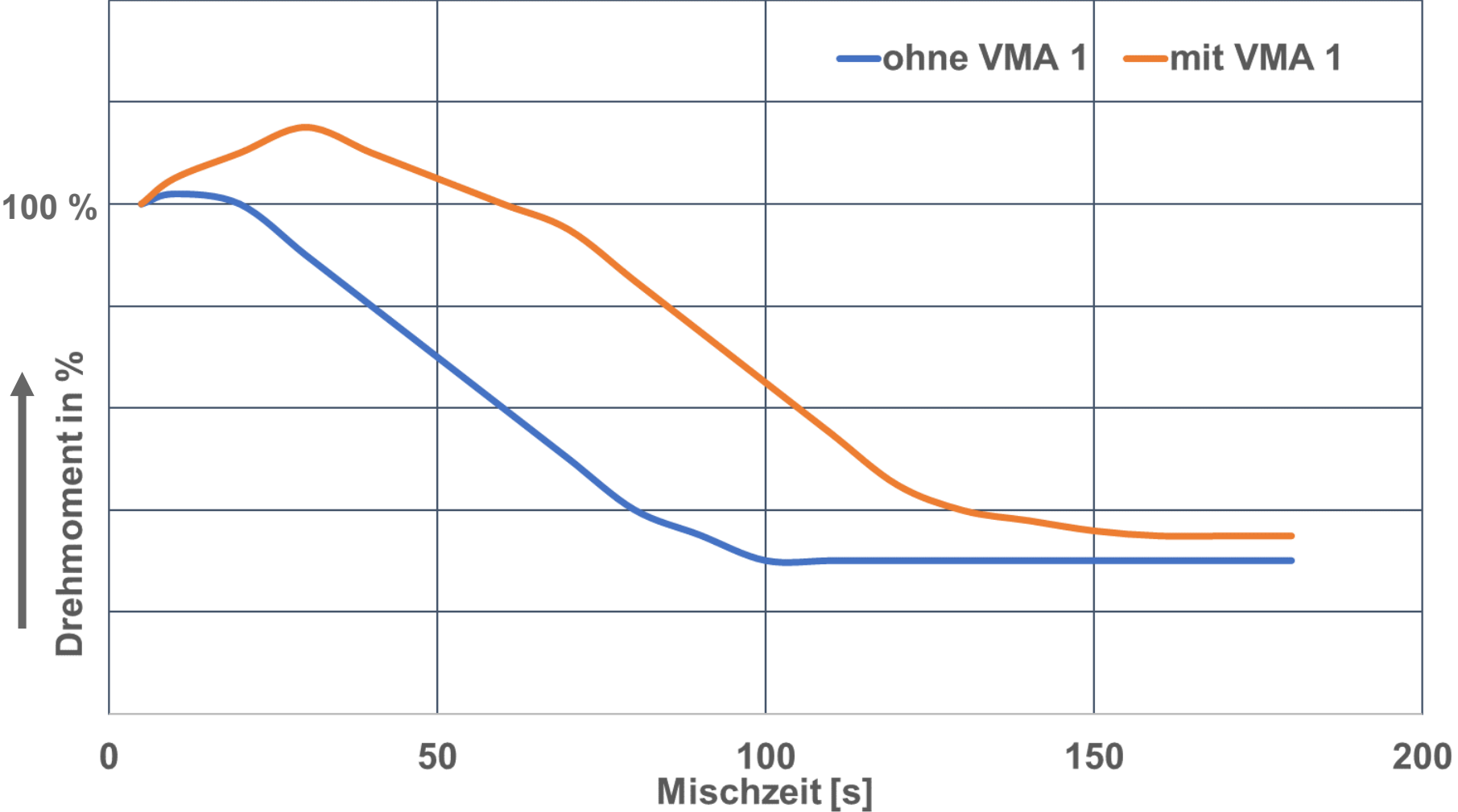
**Vorteil:** sehr gute Wasserrückhaltung unter hohem Druck

**Einsatzgebiet:** Bohrpfähle, Unterwasserbeton



# Einfluss von stabilisierenden Komponenten auf die Misch- bzw. Aufschlusszeit

Drehmoment im Mischer nach Zugabe aller Ausgangsstoffe



# Inhalt

## **Dispergierung durch Fließmittel**

Einfluss des Zugabezeitpunktes

Einflüsse auf die Mischzeit

Auswirkungen der Mischintensität bzw. Scherrate

Einfluss auf Mischerdrehmoment und Frischbetonviskosität

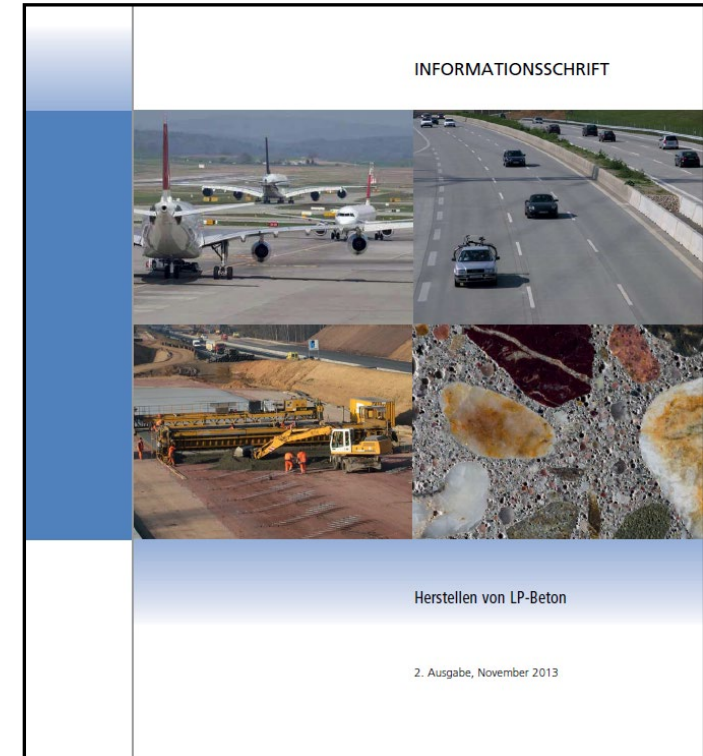
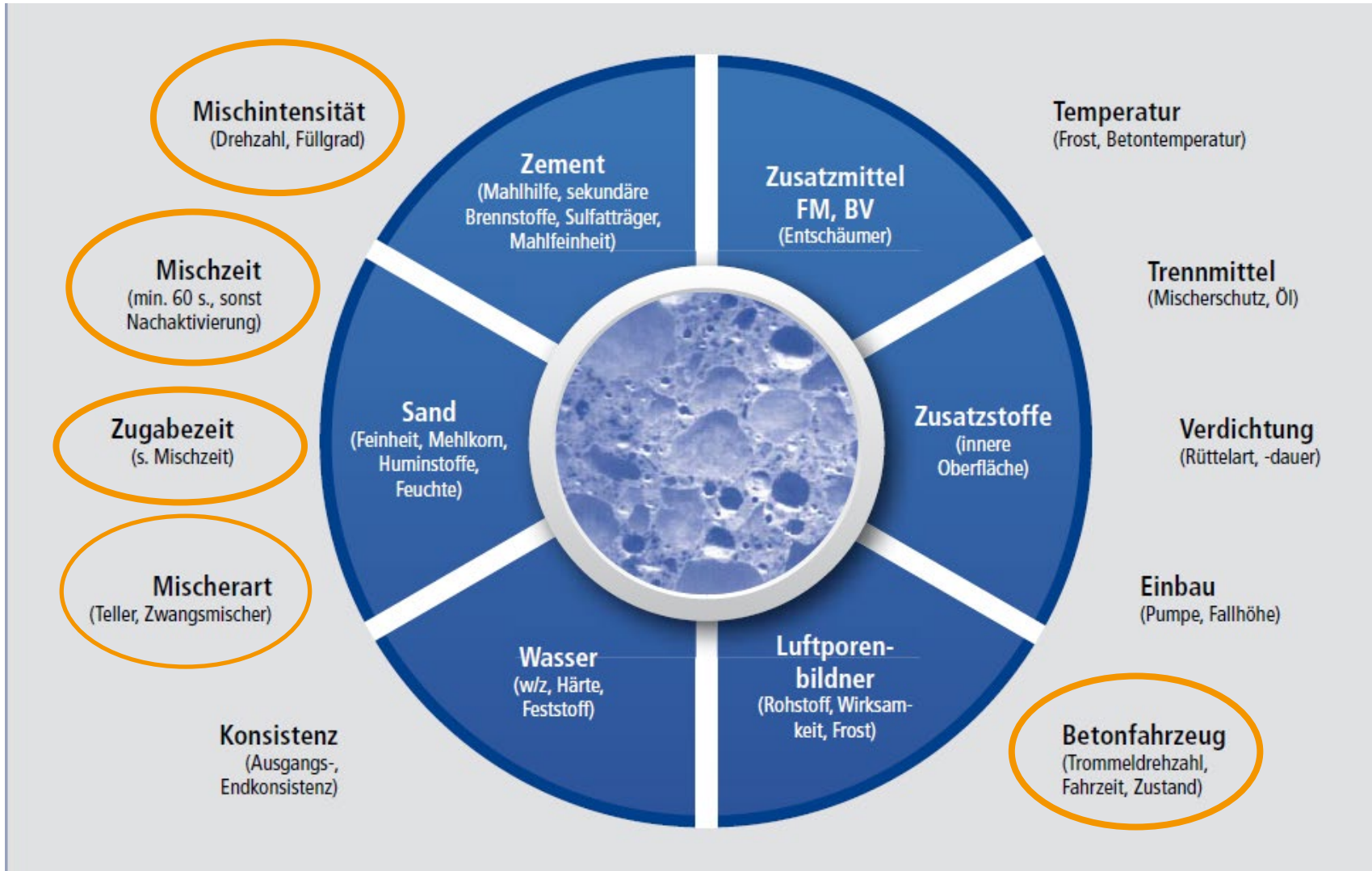
**Stabilisierer** und Ihr Einfluss auf den Mischvorgang und die Frischbetoncharakteristik

Besonderheiten beim Mischprozess von **LP-Beton**

Eine neue Gruppe von Beschleunigern - **Master X-Seed**

**Schutz des Mixers** ohne Risiken für Anwender und Umwelt

# Einflussfaktoren auf den Luftgehalt eines Luftporenbetons

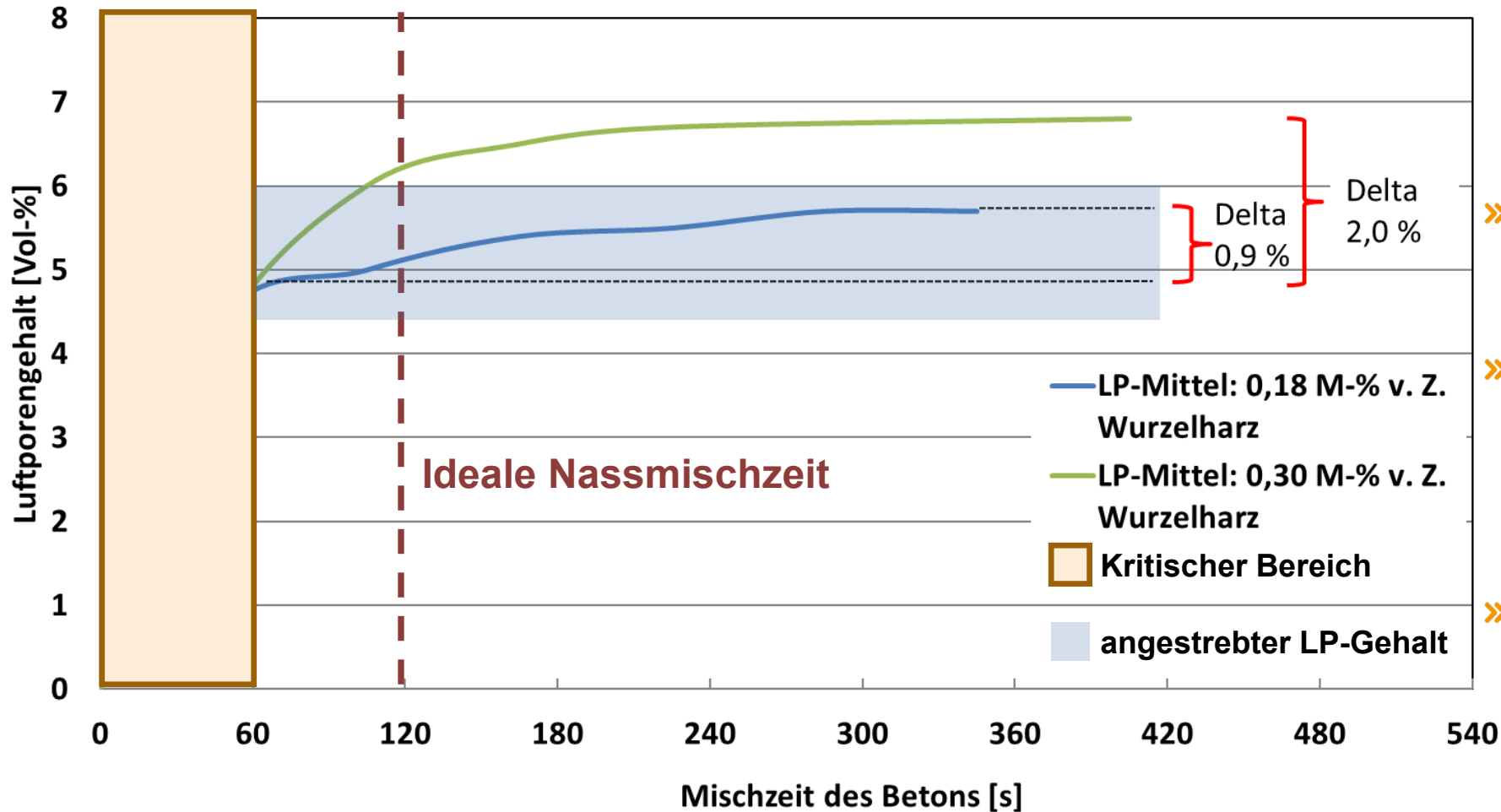


„Das Kompendium“

<http://www.deutschebauchemie.de/publikationen/deutsch/alle/>

# Einfluss der Mischzeit auf den Luftporengehalt von LP-Beton – Teil 1

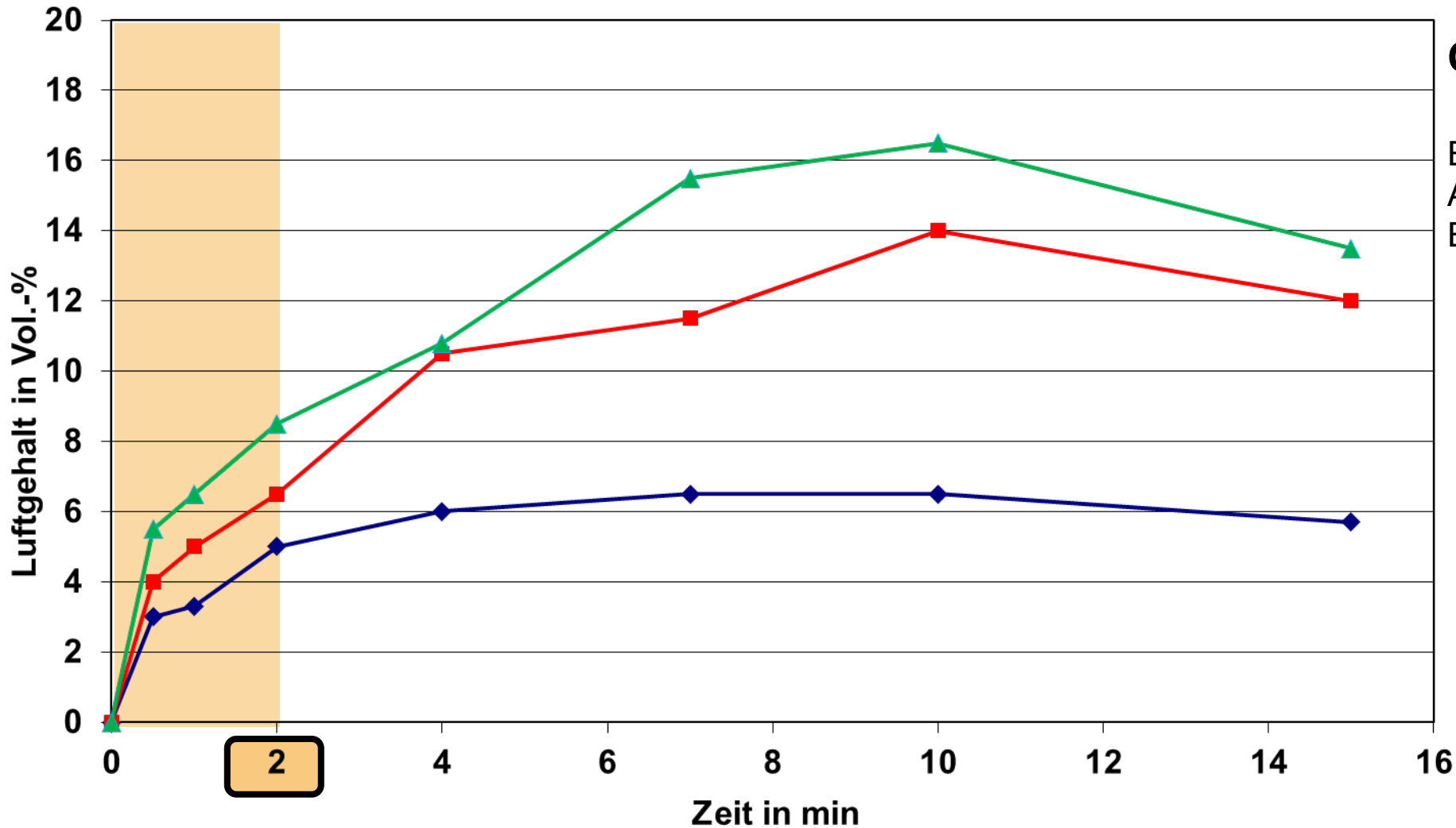
Luftporenentwicklung im Frischbeton in Abhängigkeit von der Mischzeit und der Dosierung des LP-Mittels (Labormischer-Zyklus)



- » Der Beton muss in wirksamen Mischern solange gemischt werden, bis der Luftporenbildner voll aktiviert ist.
- » Nassmischzeiten, das heißt die Mischzeit nach Zugabe aller Komponenten, unter 60 s sind grundsätzlich nicht zu empfehlen. Die Nassmischzeit sollte mind. 90 s, besser 120 s betragen.
- » Zu kurze Mischzeiten führen dazu, dass der LP-Bildner nicht vollständig aufgeschlossen wird.
- » Bei einem nachträglichen Energieeintrag, z.B. im Fahrmischer, kann sich der Luftporengehalt erhöhen (Nachaktivierung).
- » Weitere Einflüsse des LP-Bildner-Rohstoffes und des Fließmitteltyps sind zu beachten.

# Einfluss der Mischzeit auf den Luftporengehalt von LP-Beton – Teil 2

LP-Bildner = synthetisches Tensid



Quelle: Dr. Eickschen vdz.

Einfache Zugabemenge heißt:  
Ausreichend zum Bestehen der  
Erstprüfung

◆ einfache Zugabemenge ■ doppelte Zugabemenge ▲ dreifache Zugabemenge

# Dosierreihenfolge für LP-Betone

## Günstige Dosierreihenfolge:

- Zugabe des LP-Mittels in das Anmachwasser
- Dosierung vor Zugabe BV/FM bzw. aller weiteren Zusatzmittel

## Auswirkungen:

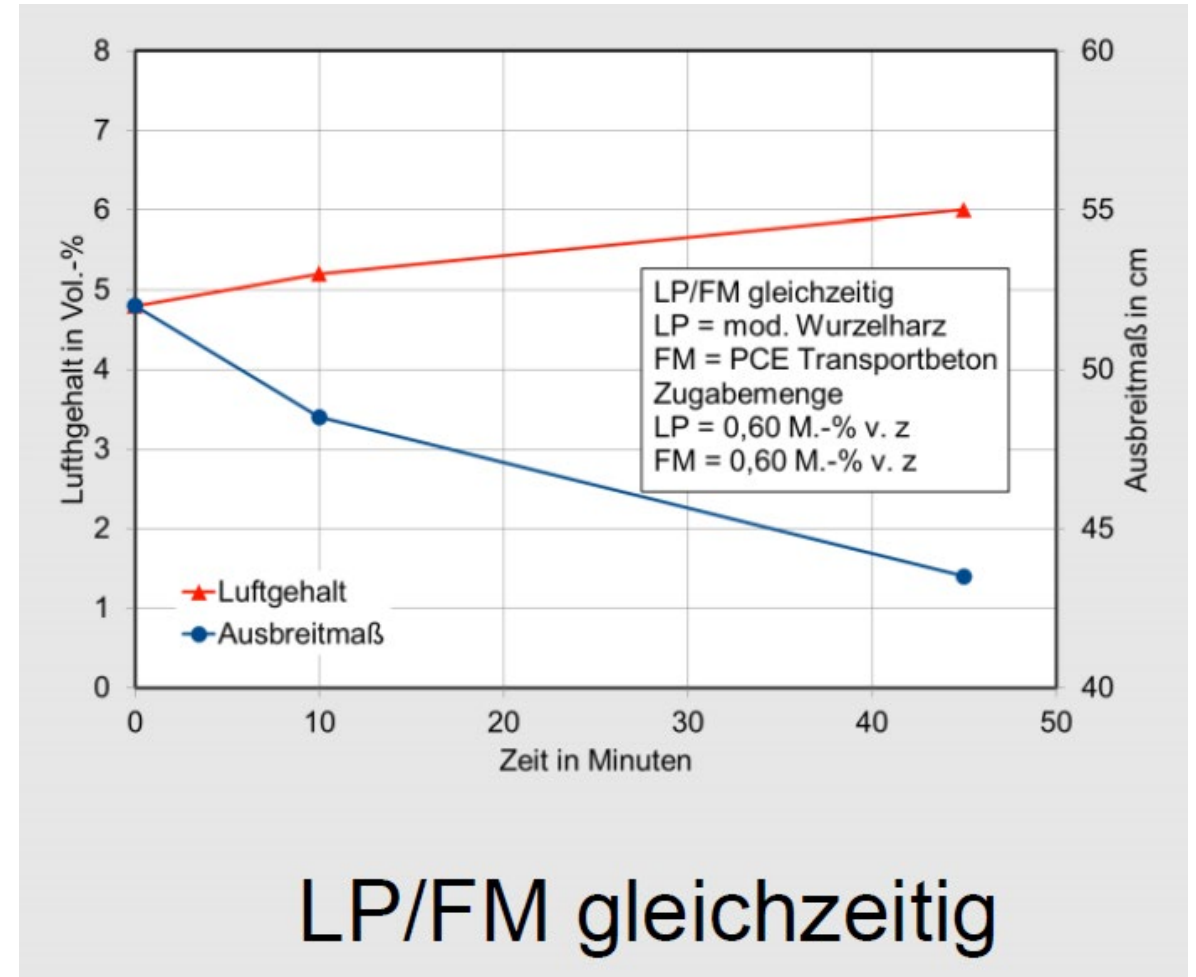
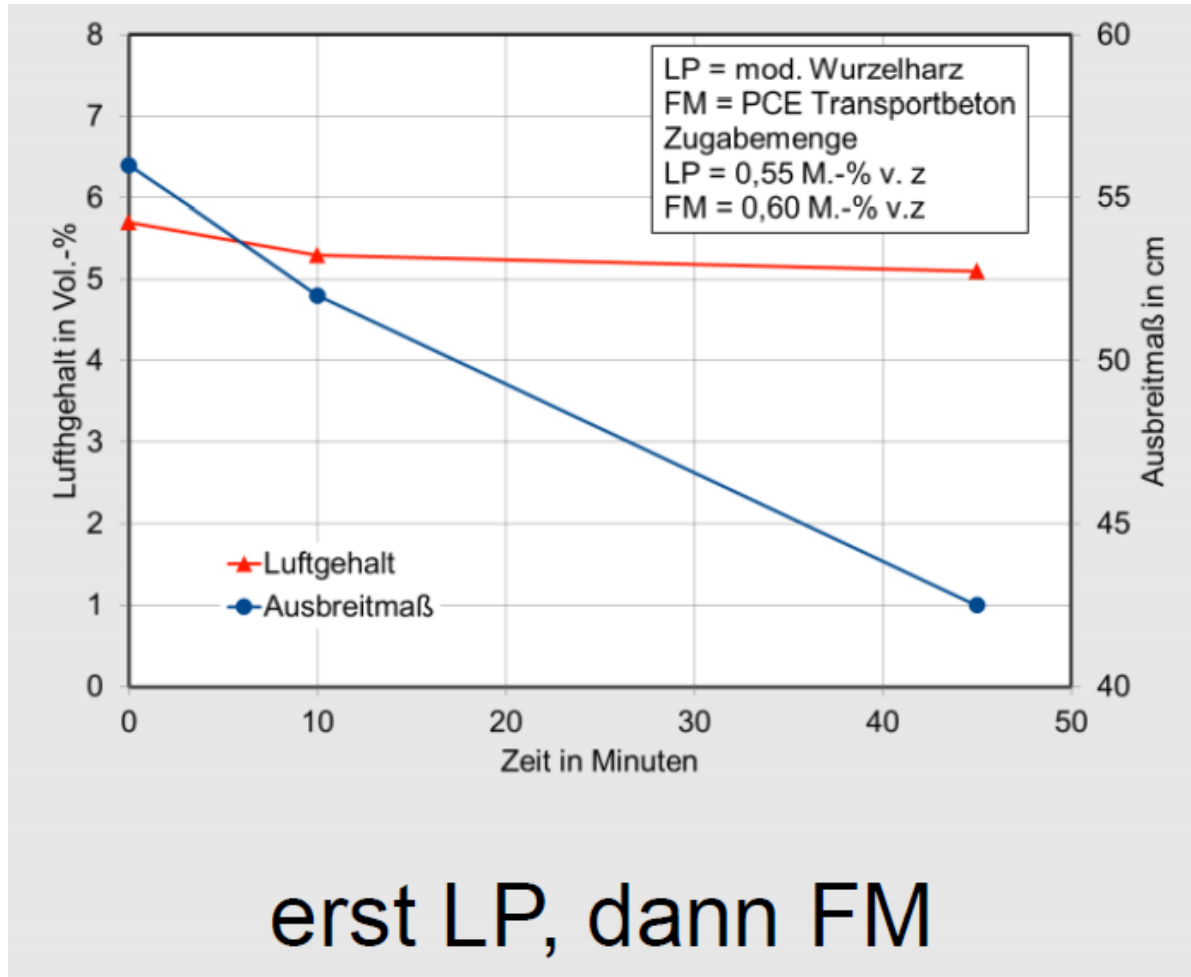
- Beste Wirksamkeit LP-Bildner
- Einstellung stabiler LP-Gehalte



<http://www.deutsche-bauchemie.de/publikationen/deutsch/alle/>

- » Die Dosierreihenfolge der Ausgangsstoffe bzw. der Dosierzeitpunkt des LP-Bildners hat entscheidenden Einfluss auf die Qualität und Stabilität der Luftporen.
- » Empfohlen wird: **LP-Bildner gemeinsam mit dem Anmachwasser zu dosieren und alle weitere Betonzusatzmittel erst im Anschluss.** Im besten Fall sollte zwischen Zugabe des LP-Bildners und der Zugabe der weiteren Betonzusatzmittel eine Mischzeit von 15 s bis 30 s gewählt werden.

# Der Einfluss der Dosierreihenfolge auf die LP-Bildung



Quelle: Dr. Eberhard Eickschen, vdz  
2. Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses, Düsseldorf, 10. November 2017

# Inhalt

## **Dispergierung durch Fließmittel**

Einfluss des Zugabezeitpunktes

Einflüsse auf die Mischzeit

Auswirkungen der Mischintensität bzw. Scherrate

Einfluss auf Mischerdrehmoment und Frischbetonviskosität

**Stabilisierer** und Ihr Einfluss auf den Mischvorgang und die Frischbetoncharakteristik

Besonderheiten beim Mischprozess von **LP-Beton**

Eine neue Gruppe von Beschleunigern - **Master X-Seed**

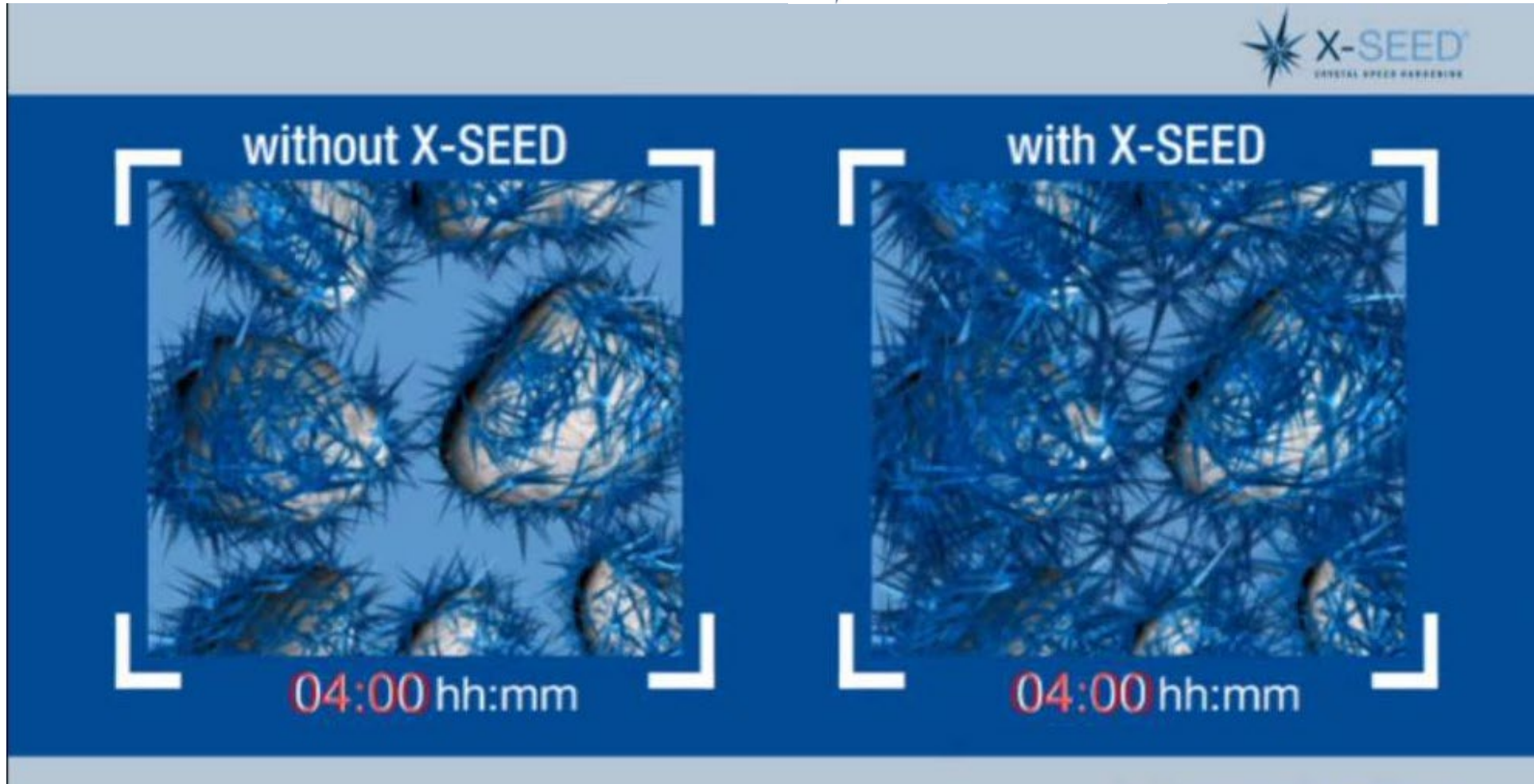
**Schutz des Mixers** ohne Risiken für Anwender und Umwelt

# Eine neue Wirkstoffgruppe für Erhärtungsbeschleuniger



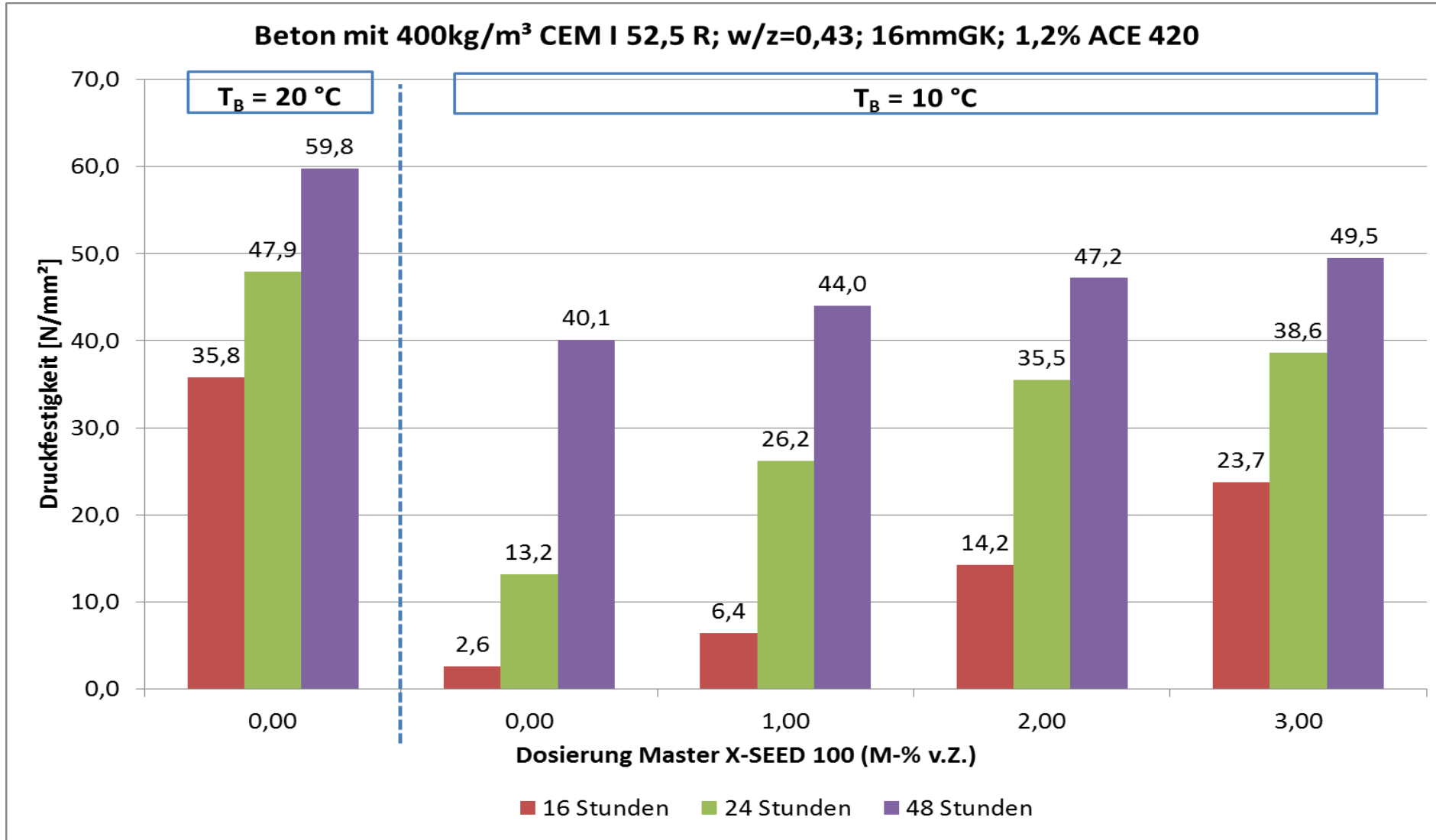
...auf Basis nanoskaliger,  
synthetischer Calcium-  
Silikat-Hydrate (CSH)

# Die Zementhydratation mit



**Das Ergebnis ist ein wesentlich höherer Hydratationsgrad ohne Veränderung der Mikrostruktur des Zementsteins.**

# Festigkeitsentwicklung mit Master X-Seed bei tiefen Betontemperaturen: Fertigteilbeton

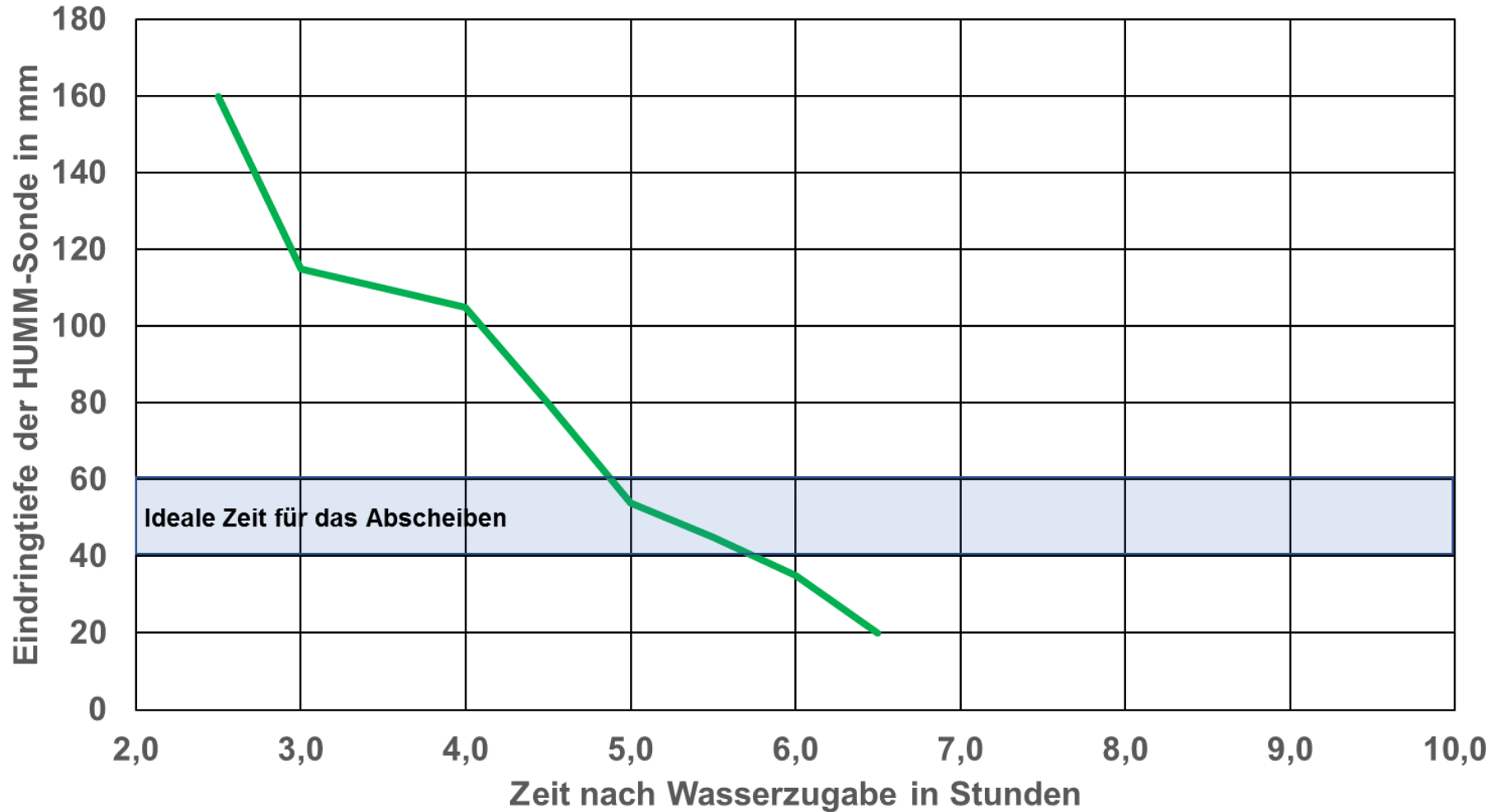


## Zugabezeitpunkt

### MasterX-Seed

- » Ein früher Zugabezeitpunkt im Mischprozess, das heißt ca. 30...60s vor dem Fließmittel, kann zur weiteren Steigerung der Frühfestigkeit beitragen.

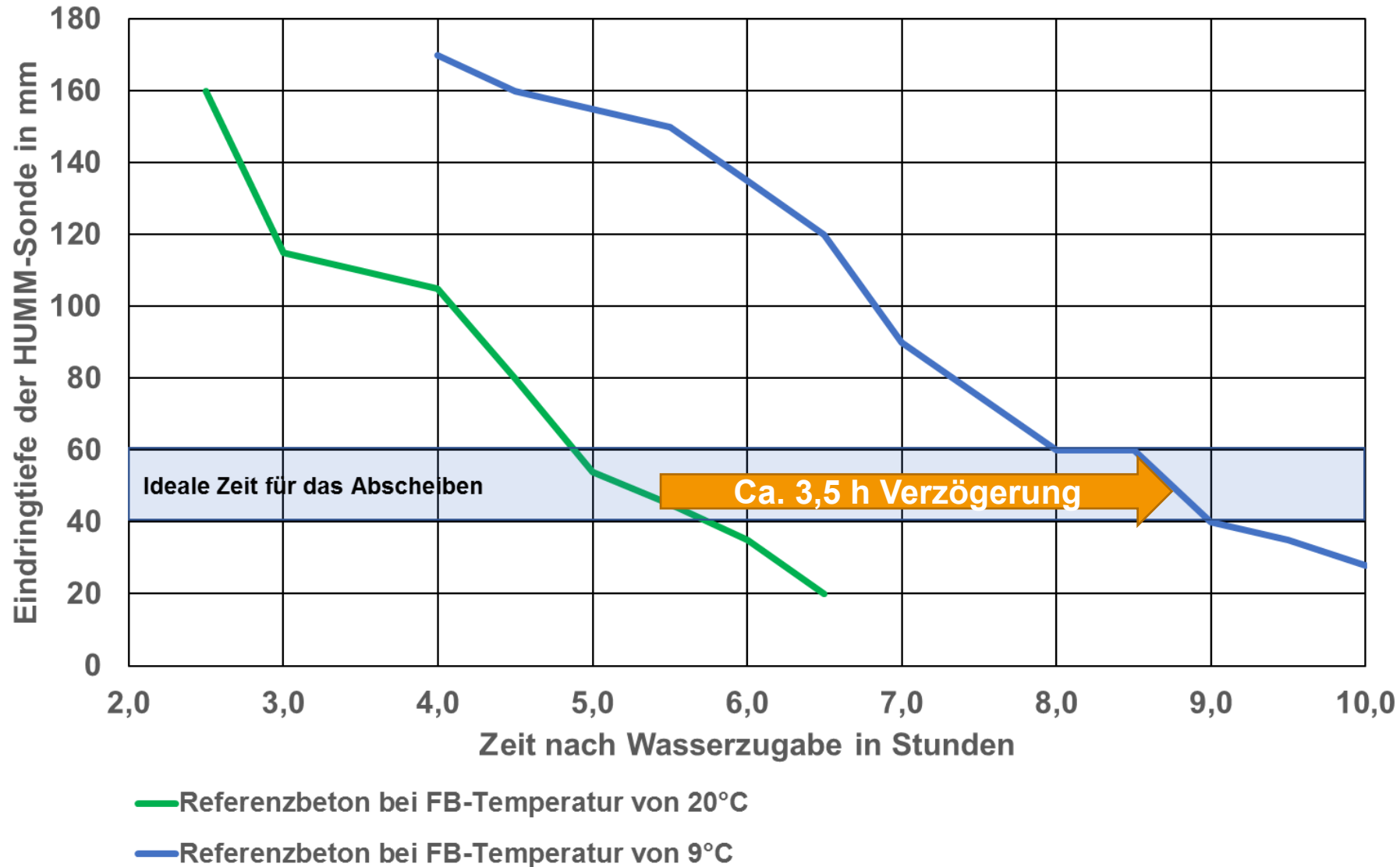
# Beschleunigung des Baufortschritts bei geschleibten Betonflächen



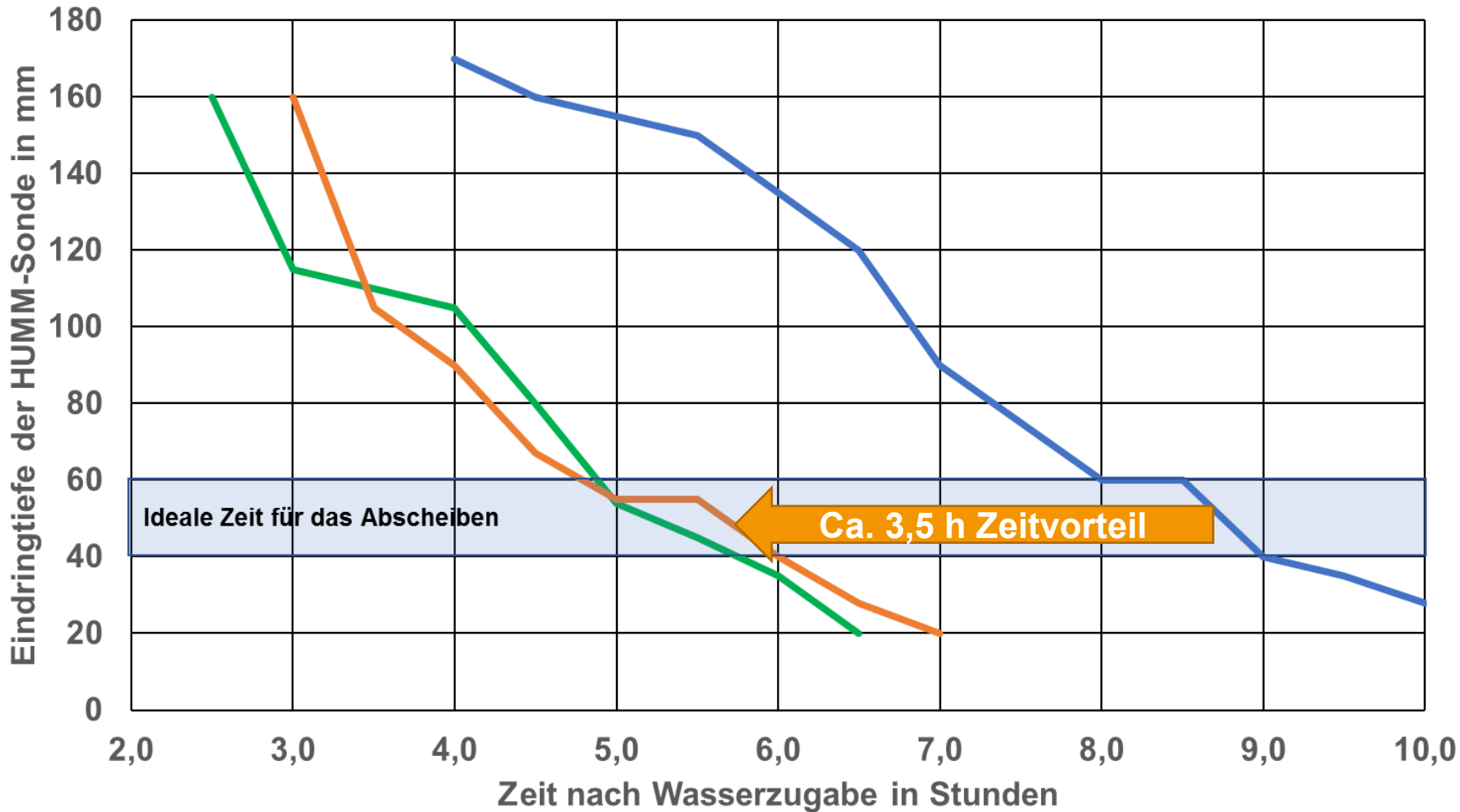
— Referenzbeton bei FB-Temperatur von 20°C



# Beschleunigung des Baufortschritts bei geschleibten Betonflächen



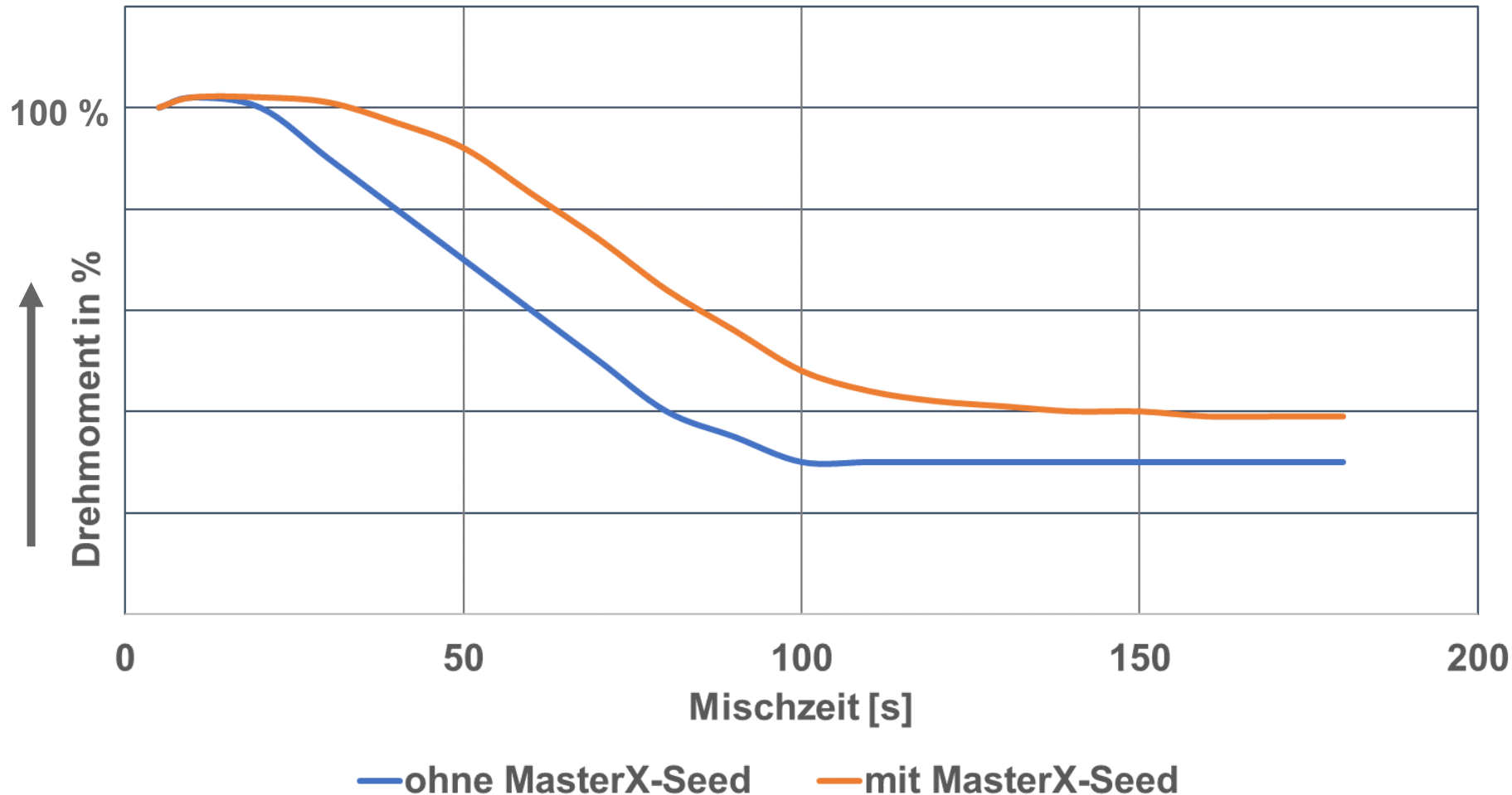
# Beschleunigung des Baufortschritts bei geschleibten Betonflächen



- Referenzbeton bei FB-Temperatur von 20°C
- Referenzbeton bei FB-Temperatur von 9°C
- Beton mit 2,5 % v.Z. MX-Seed 100 bei FB-Temperatur von 7°C

# Einfluss von MasterX-Seed auf die Misch- bzw. Aufschlusszeit

Schema des Einflusses von MasterX-Seed auf die Aufschlusszeit und das Drehmoment im Mischer, nach Zugabe aller Ausgangsstoffkomponenten



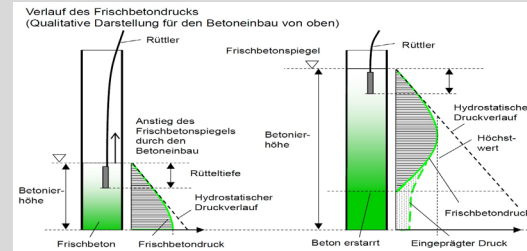
- » tendenziell langsamerer Aufschluss
- » Leichte Erhöhung der Viskosität bei gleichem Ausbreitmaß

# Master X-Seed - Weitere positive Einflüsse auf die Betonqualität

## Einfluss auf...

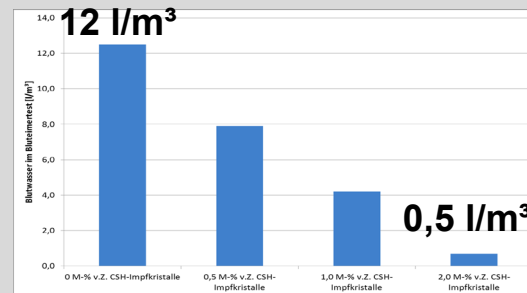
## Vorteile

### Schalungsdruck



- Der früherer Erstarrungsbeginn verringert den Schalungsdruck der unteren Schüttilagen.
- Starke Verminderung von Wasserläufern!

### Blutverhalten



- Reduktion von Wasserporen.
- Reduktion von Wasserläufer.
- Reduktion von punktuellm Bluten.

### Oberflächenqualität von Sichtbeton



- Grundsätzlich homogenere, hellere Betonoberflächen.
- Im Winter wesentlich geringere Dunkelverfärbungen.

# Inhalt

## **Dispergierung durch Fließmittel**

Einfluss des Zugabezeitpunktes

Einflüsse auf die Mischzeit

Auswirkungen der Mischintensität bzw. Scherrate

Einfluss auf Mischerdrehmoment und Frischbetonviskosität

**Stabilisierer** und Ihr Einfluss auf den Mischvorgang und die Frischbetoncharakteristik

Besonderheiten beim Mischprozess von **LP-Beton**

Eine neue Gruppe von Beschleunigern - **Master X-Seed**

**Schutz des Mixers** ohne Risiken für Anwender und Umwelt

# Denken Sie an Ihren Mischer

## Moderner Mischerschutz: Mehr Effizienz ohne gesundheitliche Risiken für den Anlagenführer

- » Beste Feuchtehaftung.
- » Oxidationsstabilisiert und Viskositätsoptimiert.
- » Geprüft nach OECD 301 B – leicht biologisch abbaubar.
- » Kein Lufteintrag in den Frischbeton!
- » Keine Quellung von Dichtungsgummis!
- » Kennzeichnungsfreiheit für bestmöglichem Umwelt- und Gesundheitsschutz.



Produktart	Zusammensetzung	Gefahrenkennzeichnung
<b>Herkömmlicher Mischerschutz</b>	 <p>&lt; 5% Additive &gt; 90% Mineralöl</p>	
<b>Moderner Mischerschutz</b>	 <p>&lt; 5% Additive &gt; 90% Pflanzenöl</p>	Kennzeichnungsfrei





We create chemistry