

Einfluss von unterschiedlichen Zement- hauptbestandteilen sowie PCE-Fließmitteln auf die Fließfähigkeit von Leim und Beton

Jens Herrmann, Jörg Rickert

Kolloquium „Rheologie mineralischer Baustoffe“
Regensburg, 1. März 2011

Untersuchungsprogramm

Laborzemente mit gleicher Portlandzementklinker- und Sulfatträger-Komponente

Hüttensand (S1, S2)



CEM I

CEM II/B-S; CEM III/A; CEM III/B

Kalkstein (LL1, LL2)



CEM II/A-LL; CEM II/B-LL

variabel: Art, Anteil und Granulometrie

Handelsübliche Fließmittel auf der Basis von PCE

PCE1; PCE2; PCE3

- gleicher Molekültyp (z.B. PMMA/PEO)
- verschiedene Ladungsdichten, Hauptketten- und Seitenkettenlängen

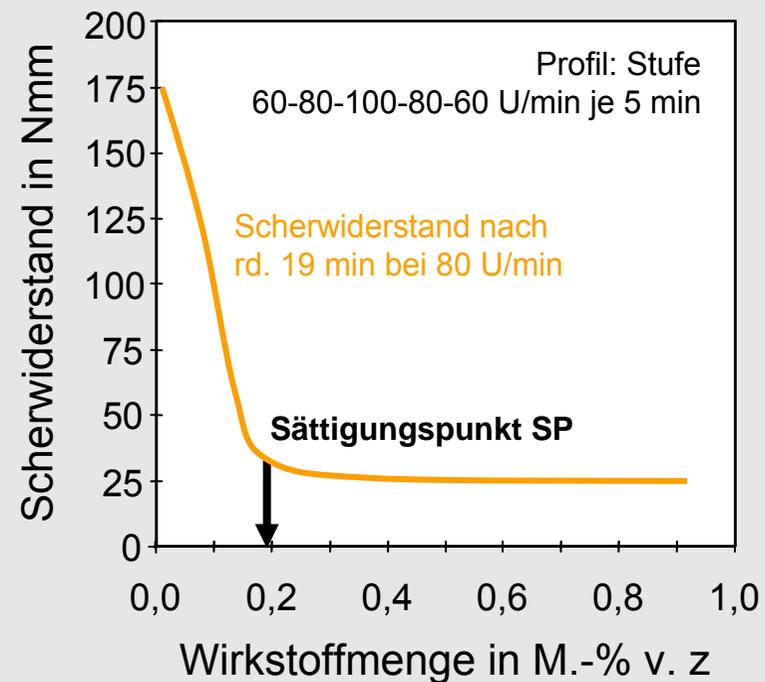
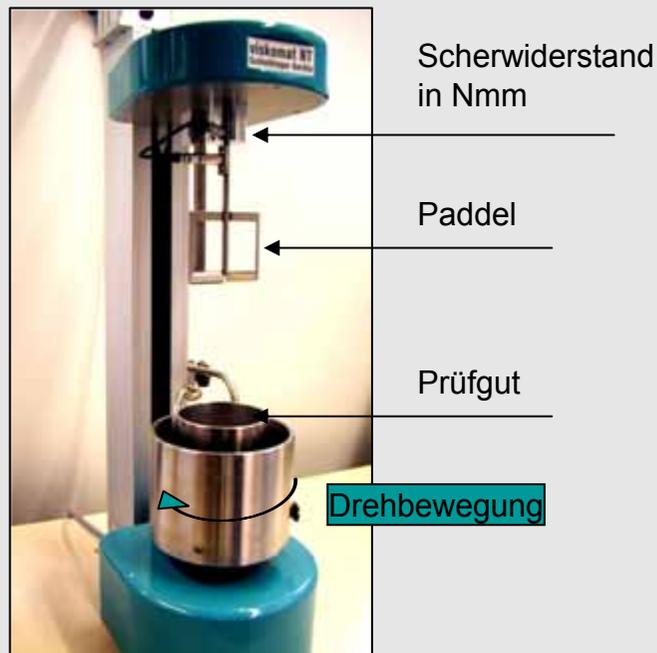
Ausgangsstoffe

- ✳ Referenzzement (CEM I)
 - Blaine-Wert: 3650 cm²/g; BET-Oberfläche: 10.557 cm²/g
 - RRSB-Parameter: $x' = 20,7 \mu\text{m}$; $n = 0,76$
- Kalkstein LL1:
 - CaCO₃: 97 M.-%; Methylenblau-Wert: 0,03 g/100g
 - Blaine-Wert: 3980 cm²/g; BET-Oberfläche: 9.662 cm²/g
 - RRSB-Parameter: $x' = 18,8 \mu\text{m}$; $n = 0,80$
- ▲ Kalkstein LL2:
 - CaCO₃: 85 M.-%; Methylenblau-Wert : 0,53 g/100g
 - Blaine-Wert: 4100 cm²/g; BET-Oberfläche: 68.100 cm²/g
 - RRSB-Parameter: $x' = 17,3 \mu\text{m}$; $n = 0,87$
- Hüttensand S1:
 - Ca/Si/Al/Mg = 41/35/12/7 [M.-%]
 - Blaine-Wert: 3565 cm²/g; BET-Oberfläche: 12.030 cm²/g
 - RRSB-Parameter: $x' = 24,0 \mu\text{m}$; $n = 0,90$
- ◆ Hüttensand S2:
 - Ca/Si/Al/Mg = 42/36/11/8 [M.-%]
 - Blaine-Wert: 3570 cm²/g; BET-Oberfläche: 7.150 cm²/g
 - RRSB-Parameter: $x' = 19,3 \mu\text{m}$; $n = 0,78$

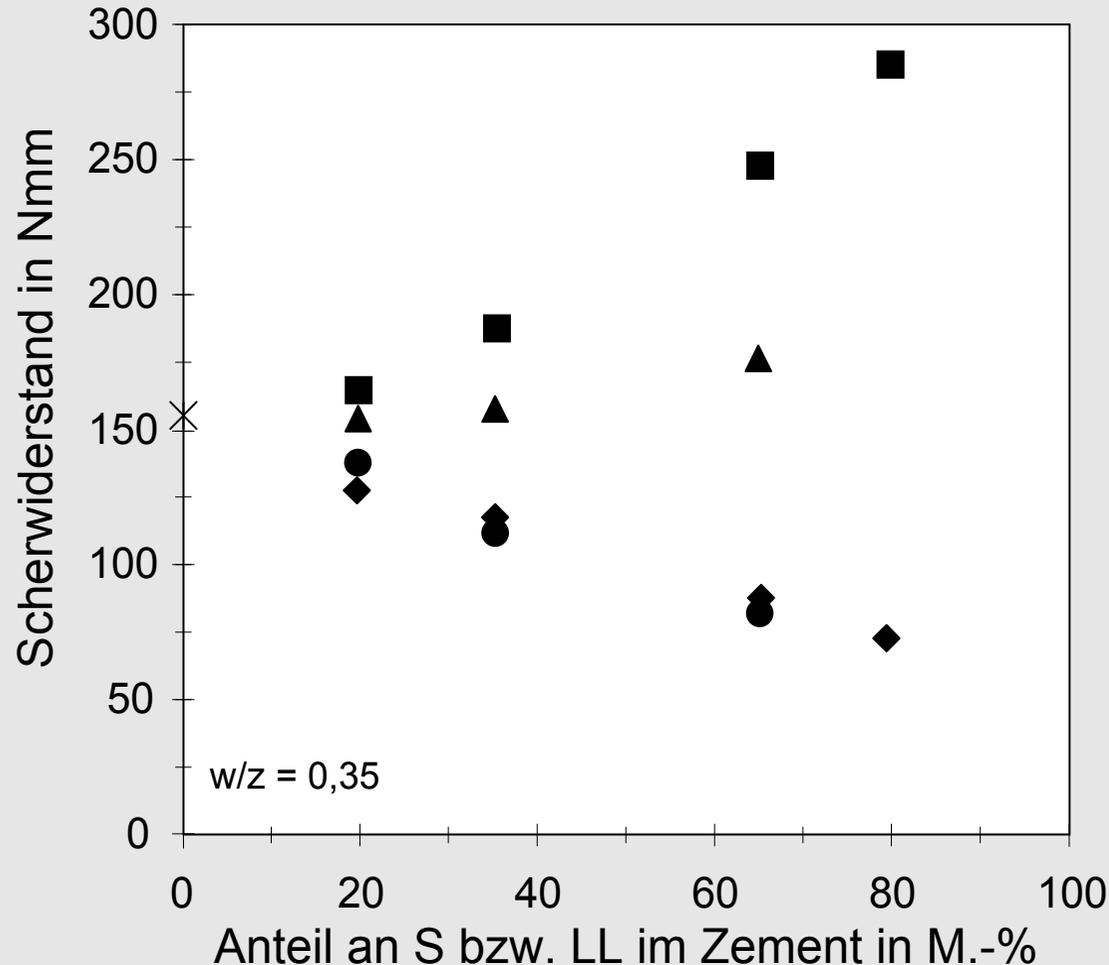
Leimversuche

■ Viskosimeter

- Einfluss von S bzw. LL im Zement auf die Fließfähigkeit des Leims
- Bestimmung des Sättigungspunkts → Wirkstoff-Menge am SP → Adsorption



Fließfähigkeit von Leim: Einfluss weiterer Hauptbestandteile



✱ Referenz (CEM I)
 $x' = 20,7 \mu\text{m}$; $n = 0,76$

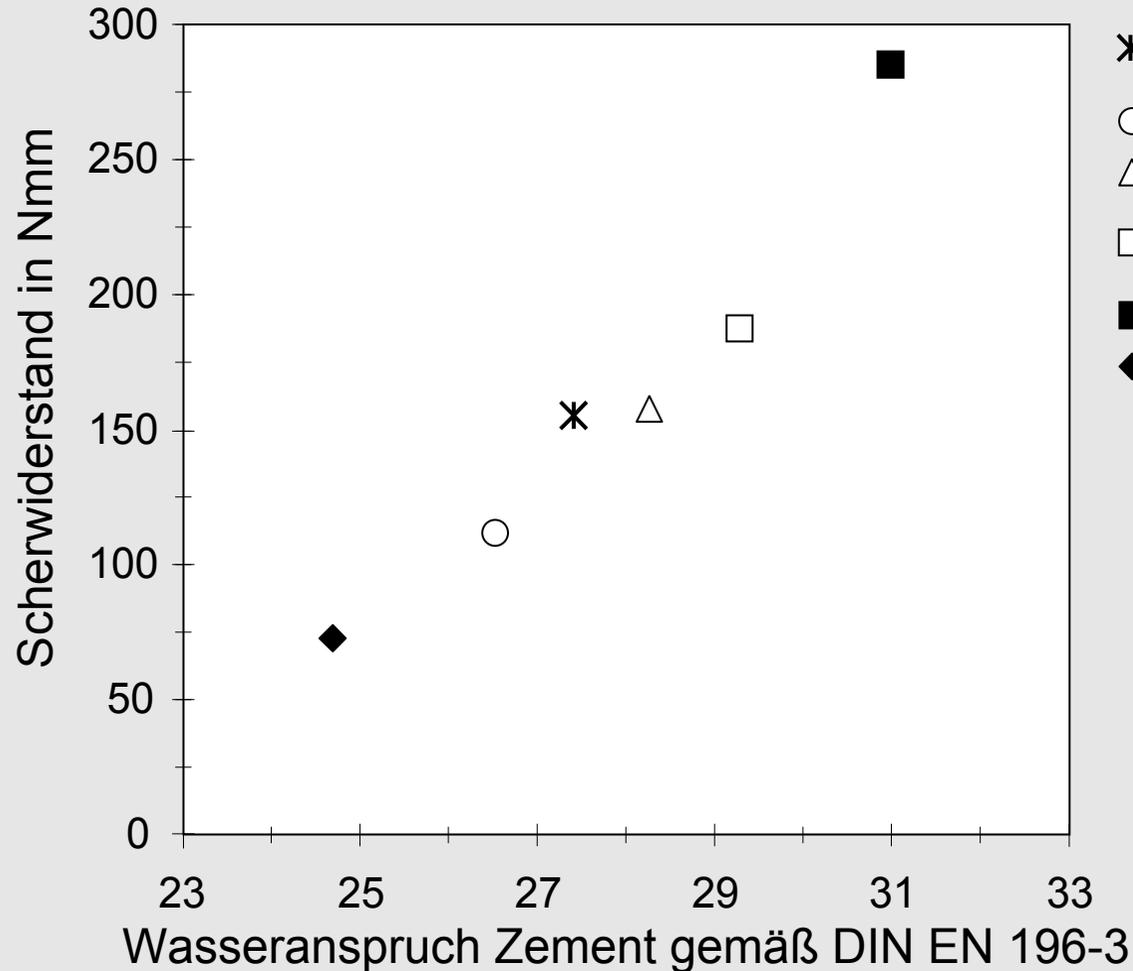
● LL1: CaCO_3 : 97M%; MBW: 0,03g/100g
 $x' = 18,8 \mu\text{m}$; $n = 0,80$

▲ LL2: CaCO_3 : 85M%; MBW: 0,53 g/100g
 $x' = 17,3 \mu\text{m}$; $n = 0,87$

■ S1: $x' = 24,0 \mu\text{m}$; $n = 0,90$

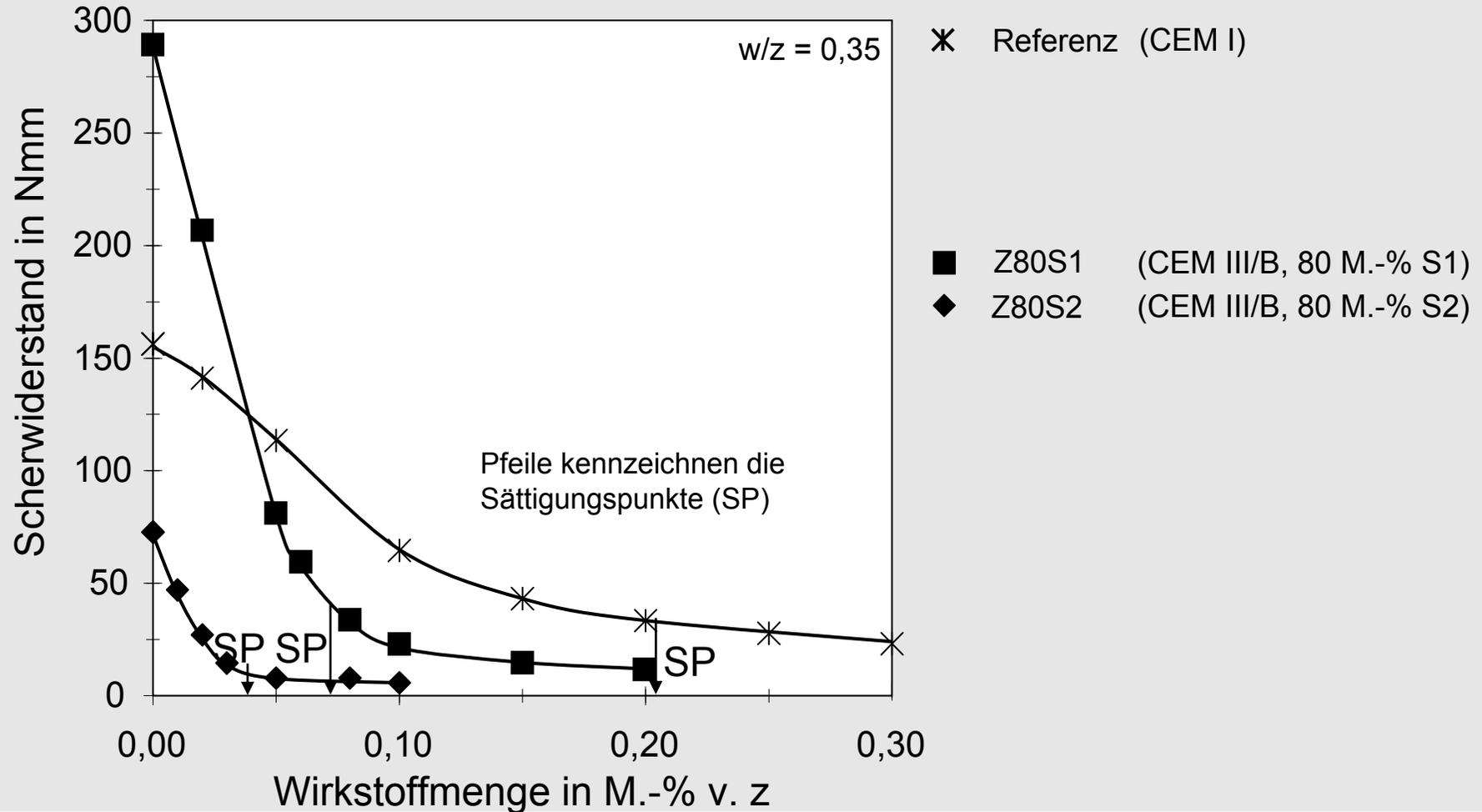
◆ S2: $x' = 19,3 \mu\text{m}$; $n = 0,78$

Fließfähigkeit von Leim: Einfluss der Korngrößenverteilung des Zements

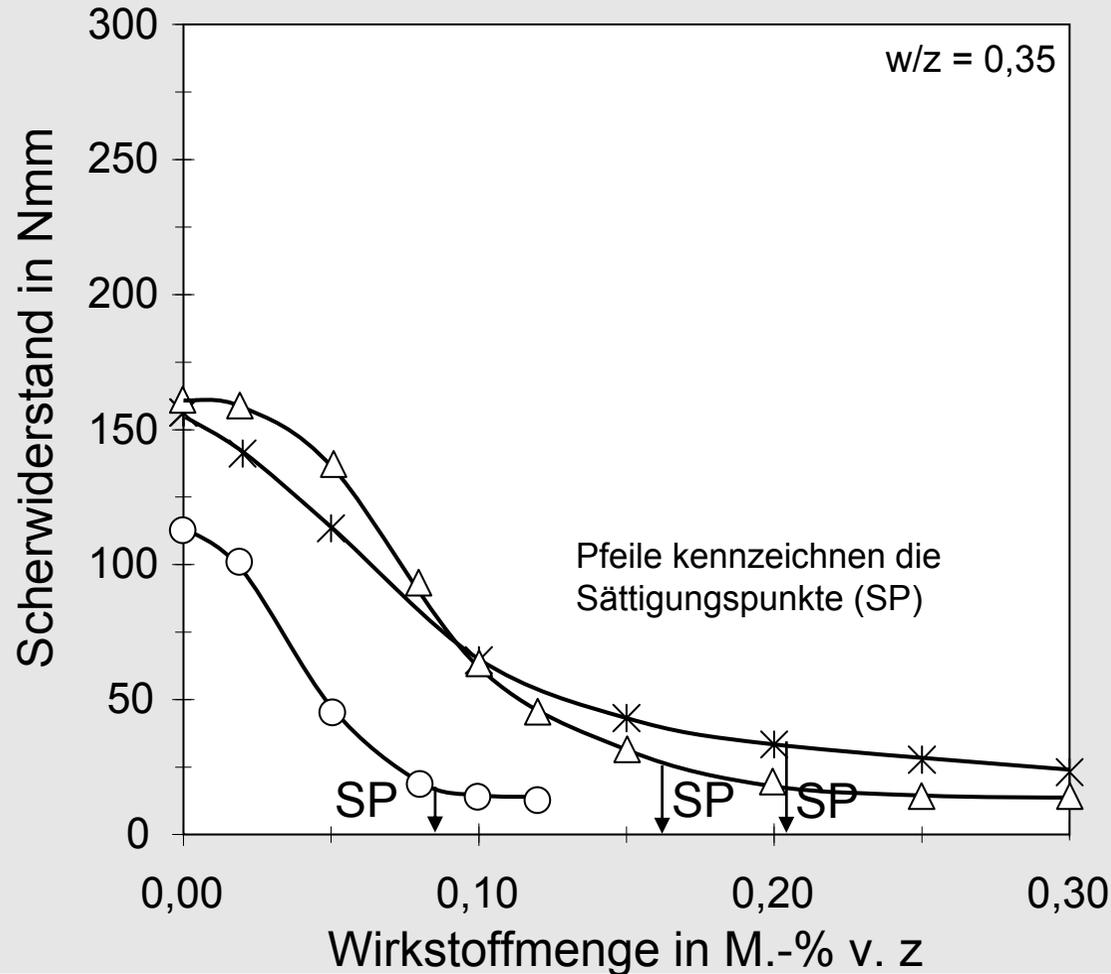


- ✱ Referenz (CEM I)
- Z35LL1 (CEM II/B-LL, 35 M.-% LL1)
- △ Z35LL2 (CEM II/B-LL, 35 M.-% LL2)
- Z35S1 (CEM II/B-S, 35 M.-% S1)
- Z80S1 (CEM III/B, 80 M.-% S1)
- ◆ Z80S2 (CEM III/B, 80 M.-% S2)

Fließfähigkeit und Sättigungspunkt von Leim: Einfluss von Hüttensand



Fließfähigkeit und Sättigungspunkt: Einfluss von Kalkstein



✱ Referenz (CEM I)

○ Z35LL1 (CEM II/B-LL, 35 M.-% LL1)

△ Z35LL2 (CEM II/B-LL, 35 M.-% LL2)

Betonversuche

- Ausbreitversuch gemäß DIN EN 12350-5
- Frischbetonrheometer

Zusammensetzung je m³ Frischbeton:

- 360 kg Zement
- w/z = 0,53
- 1763 kg Rheinkiessand A/B 8

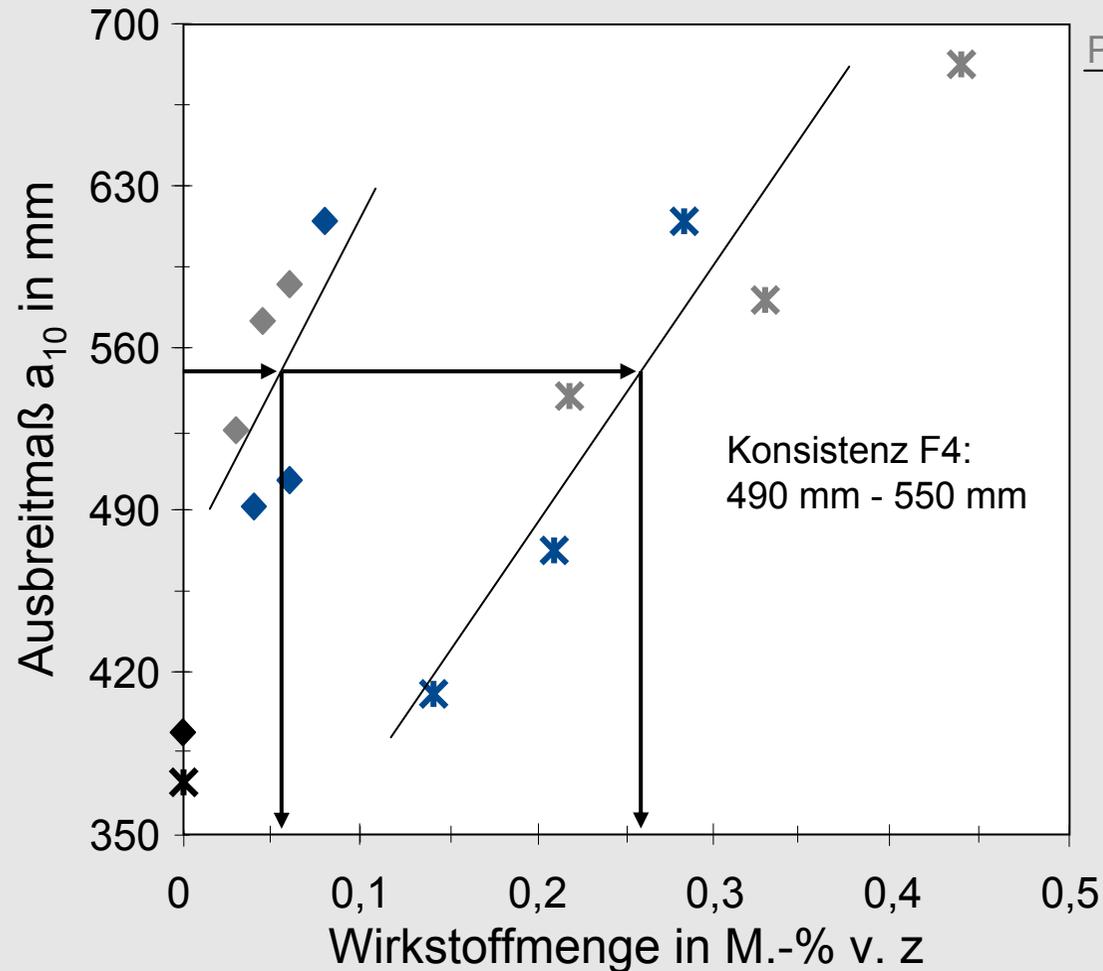
Profil:

Rampe/Stufe

0-30 U/min in 3 min/30-20-10 U/min je 5 min
Schwerwiderstand bei 20 U/min nach rd. 5 min

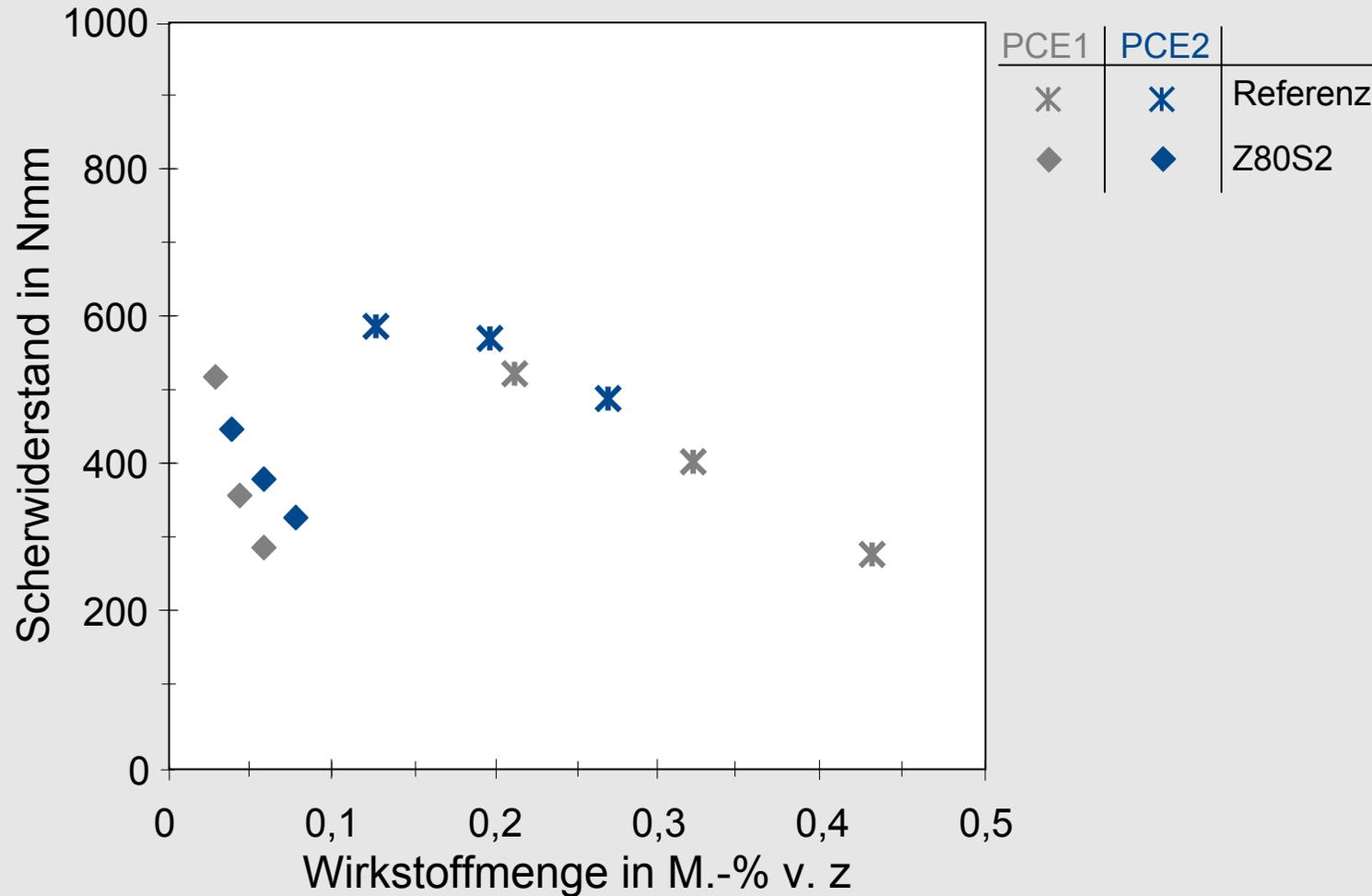


Anfangsverflüssigung: Einfluss von Hüttensand und PCE



PCE1	PCE2	
x	x	Referenz
◆	◆	Z80S2

Untersuchungen mit dem Frischbetonrheometer



Zusammenfassung

Untersuchungen an Leimen/Betonen mit Laborzementen mit gleicher Klinker- und Sulfatträgerkomponente ergaben:

- Die Fließfähigkeit wurde mit steigender Klinkersubstitution von der Granulometrie des weiteren Hauptbestandteils bestimmt.
- Mit steigendem Anteil an S/LL im Zement war i. d. R. weniger PCE zur Verflüssigung notwendig.
- PCE-Moleküle adsorbierten vorrangig an der Klinkerkomponente/an ersten Hydratationsprodukten.
- Mit steigendem Anteil an S/LL im Zement wurde die Zusammensetzung der Porenlösung verändert → Einfluss auf die Adsorption der PCE je nach Molekülaufbau.
- Je nach den Zementhauptbestandteilen und dem Molekülaufbau wurde die Wirkung der PCE unterschiedlich beeinflusst.

Schlussfolgerungen

- Betone, hergestellt mit CEM II- oder CEM III-Zementen weisen i. d. R. im Vergleich zu CEM I-Betonen eine bessere Verarbeitbarkeit auf.
- Zur Verflüssigung von CEM II-/CEM III-Betonen ist i. A. eine geringere PCE-Menge notwendig.
- Kenntnis des Sättigungspunkts ist mit steigender Klinkersubstitution von entscheidender Bedeutung.
- Art und Menge des FM sind je nach Anwendungsfall auf den Zement und weitere betontechnologische Parameter abzustimmen.

Förderhinweis

Teile der Erkenntnisse beruhen auf Ergebnissen des IGF-Vorhabens 15876 N der Forschungsvereinigung Verein Deutscher Zementwerke e.V., das über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert wird.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages