

## Das Fließverhalten von Mörteln unter Verwendung der Korbzelle

Thomas Sowoidnich



**Bauhaus-Universität Weimar**  
F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde

### Inhalt

- Einleitung
- Vergleich herkömmliches Zementleimpaddel mit Korbzelle
- Anwendung der Korbzelle für praxisnahe Problemstellungen
- Zusammenfassung



# Einleitung

Untersuchungsziel:

Charakterisierung der Wechselwirkungen von PCE-Fließmitteln mit Zement (DFG-Projekt)

Teilprojekt:

Dokumentation der Festigkeitsentwicklung von fließmittelmodifizierten Zementmörteln

Weg: Projektierung eines selbstverdichtenden Mörtels nach dem Stabilitätskriterium nach R. Vogel (ZKG 71 (2005), Nr.12)

Voraussetzung:

Ermittlung der stoffspezifischen Größen (Fließgrenze, Viskosität)



3

F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, Th. Sowoidnich

## Vergleich Zementleimpaddel - Korbzelle

	Zementleimpaddel	Korbzelle
Versuchsaufwand	rel. gering	rel. hoch
Empfindlichkeit	hoch	sehr hoch
Resultate	vergleichend	absolut
Alternative	Konsistenzmaße	?

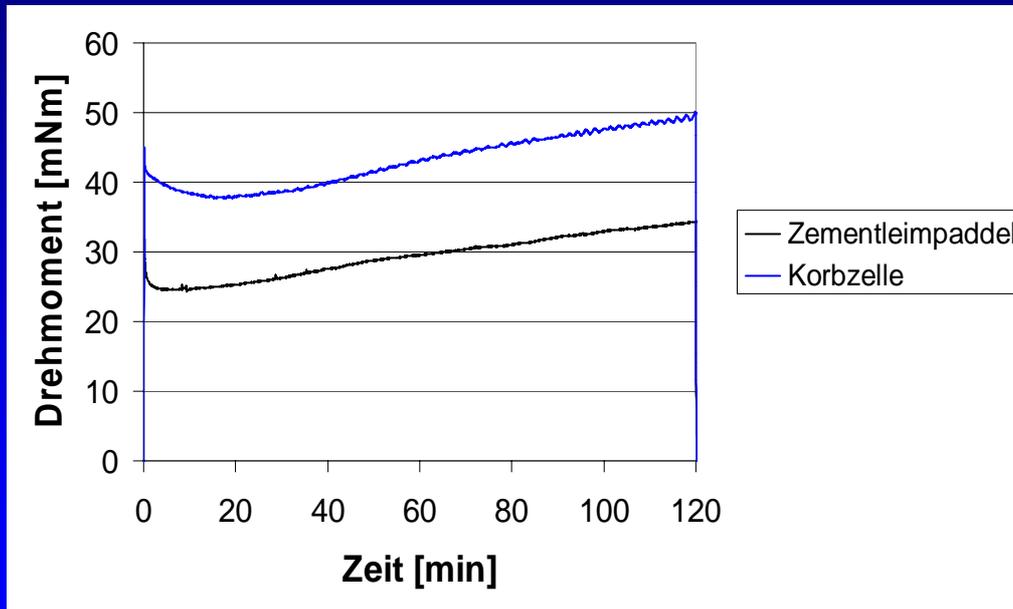


4

F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, Th. Sowoidnich

## Vergleich Zementleimpaddel - Korbzelle

Zementleim (0,16% SP4)



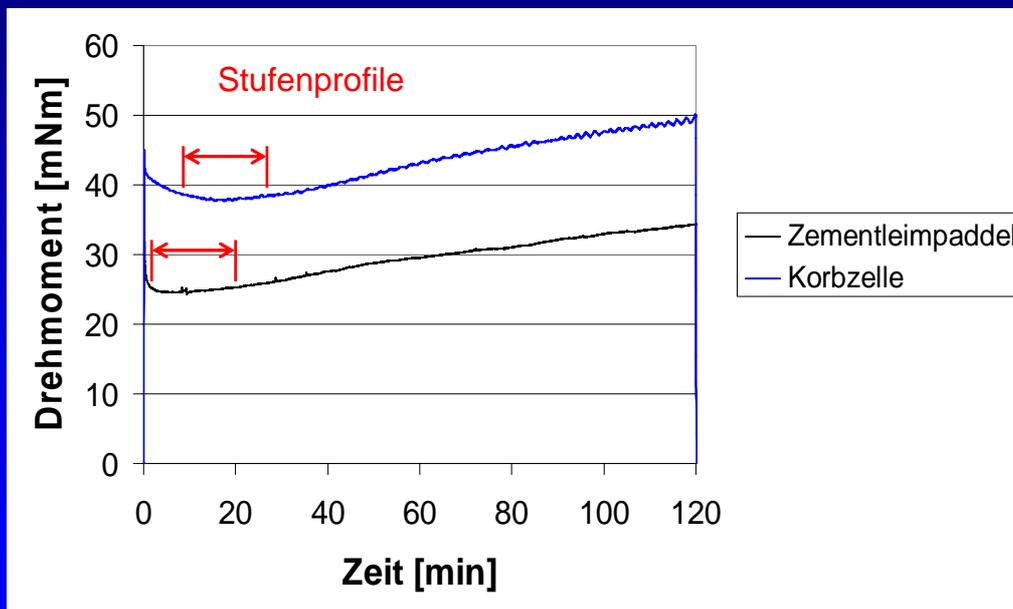
5



F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, Th. Sowoidnich

## Vergleich Zementleimpaddel - Korbzelle

Zementleim (0,16% SP4)



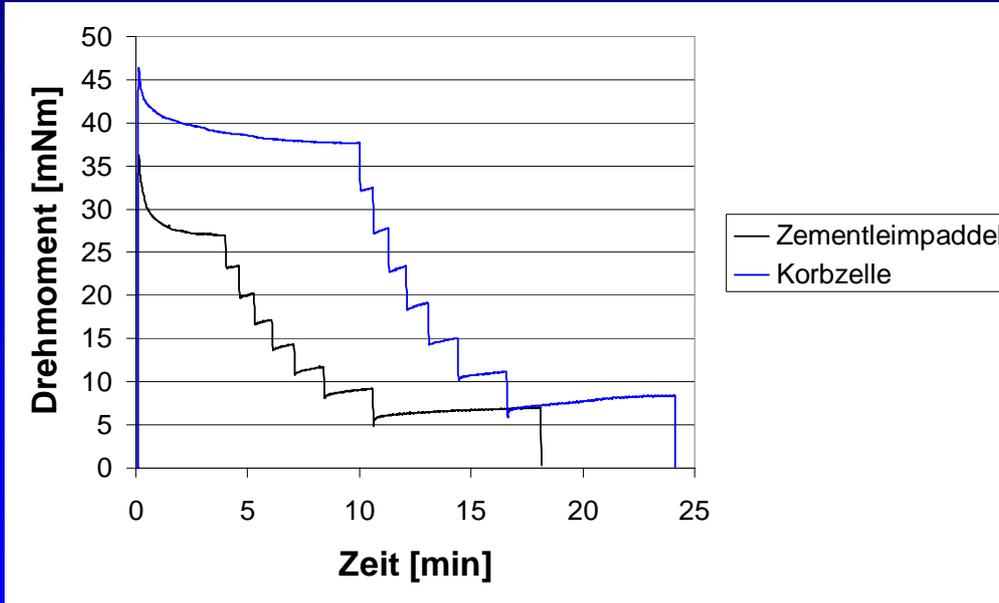
6



F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, Th. Sowoidnich

# Vergleich Zementleimpaddel - Korbzelle

Zementleim (0,16% SP4)



# Vergleich Zementleimpaddel - Korbzelle

Berechnung der Scherparameter aus einer Kalibrierung

R. VOGEL - FORSCHUNG

- 1 Ringspalt-Gefäß
- 2 Überlaufasse
- 3 Korbsensor
- 4 Nivellier-Öffnung des Sensors
- 5 Adapter

Ringspalt - Korb - Messzelle  
Ausführliche Informationen unter [www.vogel-labor.de](http://www.vogel-labor.de)

*Prüfbescheinigung / Test certificate*

Produkt : Ringspalt - Korb - Messzelle KZ 6.7  
für VISKOMAT NT # Gerät 2006140

Hauptabmessungen :  $D_3 = 71,0 \text{ mm}$  ;  $H = 64,5 \text{ mm}$   
Einstellgröße :  $\Delta h = 21,0 \text{ mm}$

Prüfstelle : R. VOGEL-FORSCHUNG  
Malerstieg 6 ; 99 425 WEIMAR  
e-mail : [r.vogel@vogel-labor.de](mailto:r.vogel@vogel-labor.de)

Auswertung der Messergebnisse :  
Bezugsgleichungen

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} = \frac{T}{D_3^3 \pi \cdot H} \cdot \frac{1}{c_k} ; \quad \dot{\gamma} \square \omega$$

KALIBRIERERGEBNIS \*) :  $c_k = 1,028$

$$\tau = 0,9523 \cdot T \frac{[Pa]}{[mNm]} ; \quad \dot{\gamma} = 0,592 \cdot N \frac{[min]}{[s]}$$

Geprüft und protokolliert : R. VOGEL FORSCHUNG  
15.03.2007#KZ 6.7#07.00  
Prof.Dr.-Ing.habil R. Vogel

\*) Versäumen Sie nicht, auch Ihr Viskosimeter in regelmäßigen Abständen kalibrieren zu lassen.



# Vergleich Zementleimpaddel - Korbzelle

## Berechnung der Scherparameter aus einer Kalibrierung

R. VOGEL - FORSCHUNG

Ringspalt - Korb - Messzelle  
Ausführliche Informationen unter [www.vogel-labor.de](http://www.vogel-labor.de)

*Prüfbescheinigung / Test certificate*

Produkt : Ringspalt - Korb - Messzelle KZ 6.7  
für VISKOMAT NT # Gerät 2006140

Hauptabmessungen :  $D_3 = 71,0 \text{ mm}$  ;  $H = 64,5 \text{ mm}$   
Einstellgröße :  $\Delta h = 21,0 \text{ mm}$

Prüfstelle : R. VOGEL-FORSCHUNG  
Malerstieg 6 ; 99 425 WEIMAR  
e-mail : [r.vogel@vogel-labor.de](mailto:r.vogel@vogel-labor.de)

Auswertung der Messergebnisse :  
Bezugsgleichungen

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} = \frac{T}{D_3^2 \pi \cdot H} \cdot \frac{1}{c_K} ; \quad \dot{\gamma} = \omega$$

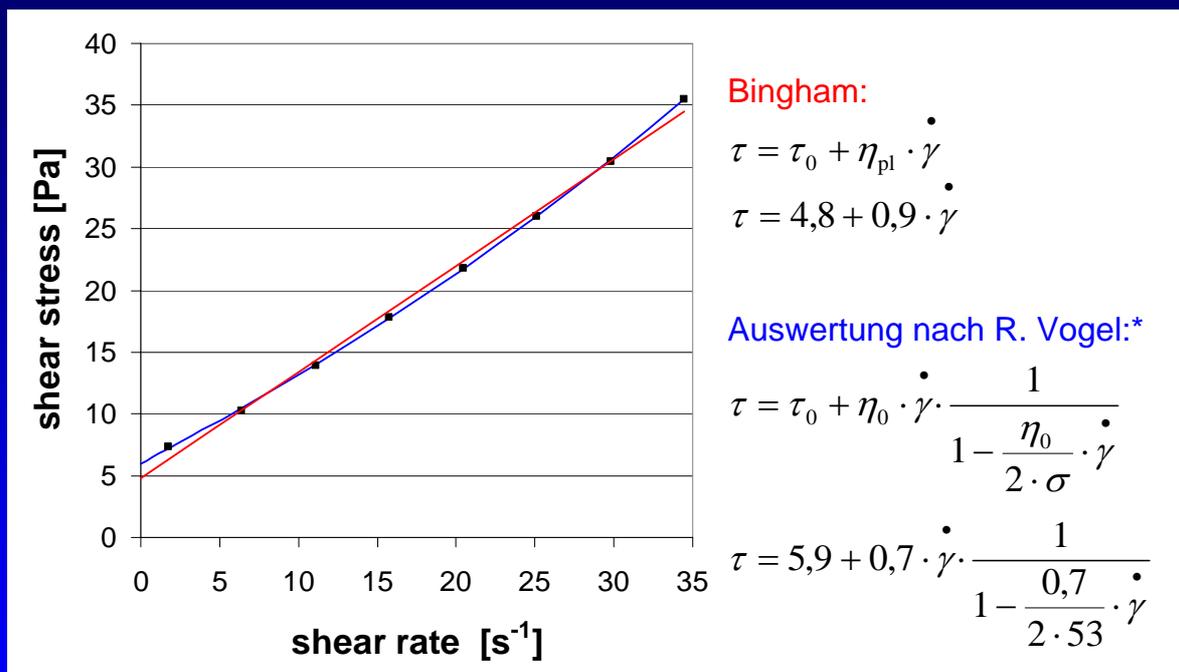
KALIBRIERERGEBNIS \*) :  $c_K = 1,028$

$$\tau = 0,9523 \cdot T \frac{[\text{Pa}]}{[\text{mNm}]} ; \quad \dot{\gamma} = 0,592 \cdot N \frac{[\text{min}]}{[\text{s}]}$$

Geprüft und protokolliert : 15.03.2007# KZ 6.7# 07.00  
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Vogel

\*) Versäumen Sie nicht, auch Ihr Viskosimeter in regelmäßigen Abständen zu kalibrieren zu lassen.

## Fließkurvenauswertung



\*Vogel, R.: Fließen von Selbstverdichtendem Beton -Das Fließgesetz-; R. Vogel-Forschung; Mitteilung 04/7; [www.vogel-labor.de](http://www.vogel-labor.de)

## Das Stabilitätskriterium nach R. Vogel\*

$$\tau_0 = \Lambda \cdot d \cdot g \cdot |\Delta\rho_{g-M}|$$

Voraussetzung:

- Gilt für ein einzelnes Gesteinskorn
- Trägerfluid ist ein Kontinuum
- Keine äußere Krafteinwirkung
- Trägerfluid ist sedimentationsstabil

Festlegungen für das untersuchte Trägerfluid:

- Nur Zementleim mit Fließmittel

\*Vogel, R.: Ein Stabilitätskriterium für Selbstverdichtenden Beton, BFT Betonwerk + Fertigteil Technik, Jg.: 71, Nr.12, 2005



## Das Stabilitätskriterium nach R. Vogel\*

$$\tau_0 = \Lambda \cdot d \cdot g \cdot |\Delta\rho_{g-M}|$$

mit:

$\Lambda$  Stabilitätskennzahl (hier : 0,3) [-]

$d_g$  Korndurchmesser Größtkorn [m]

$g$  Erdbeschleunigung  $\left[ \frac{m}{s^2} \right]$

$|\Delta\rho_{g-M}|$  Dichtedifferenz Größtkorn – Trägerfluid  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

\*Vogel, R.: Ein Stabilitätskriterium für Selbstverdichtenden Beton, BFT Betonwerk + Fertigteil Technik, Jg.: 71, Nr.12, 2005



## Das Stabilitätskriterium

Rechnerische Mindestfließgrenze für einen stabilen Mörtel

Vorgaben: Größtkorn 2 mm (Quarz)

Trägerfluid: Zementleim

$$\rho_{ZL} = 1980 \frac{kg}{m^3} \quad ; \quad \rho_g = 2600 \frac{kg}{m^3}$$

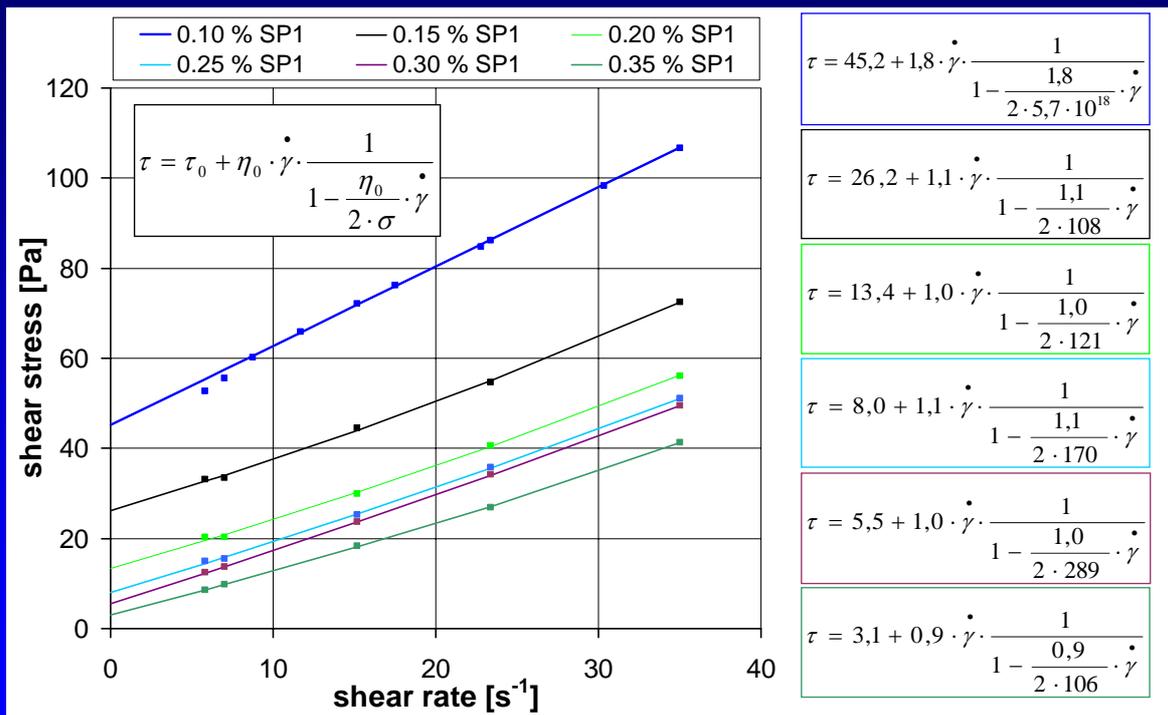
$$\tau_0 = 0,3 \cdot d_g \cdot g \cdot \Delta\rho$$

$$\tau_0 = 0,3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} m \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot |1980 - 2600| \frac{kg}{m^3}$$

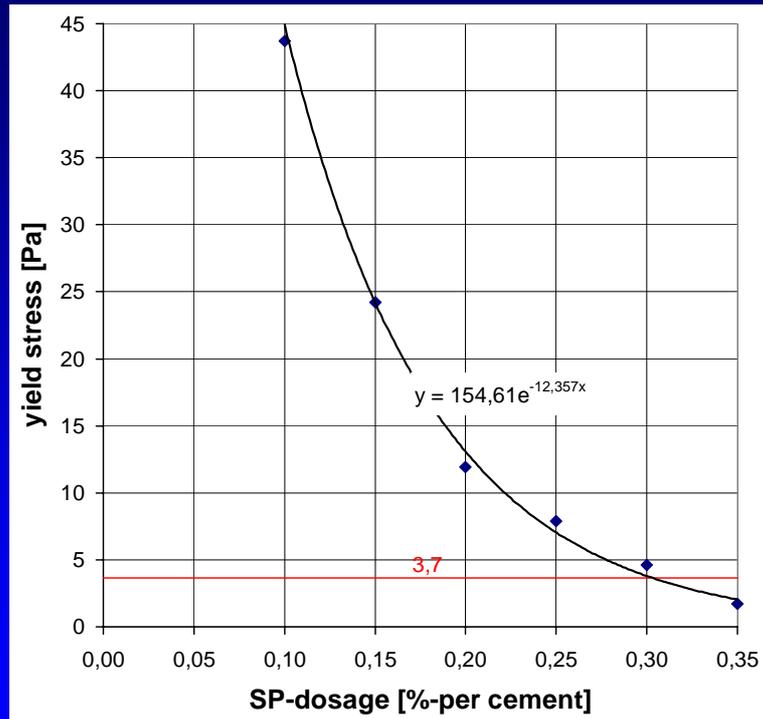
$$\tau_0 = 3,65 Pa$$



## Fließkurven – Vogel-Approximation



## Kritische Fließmittelkonzentration

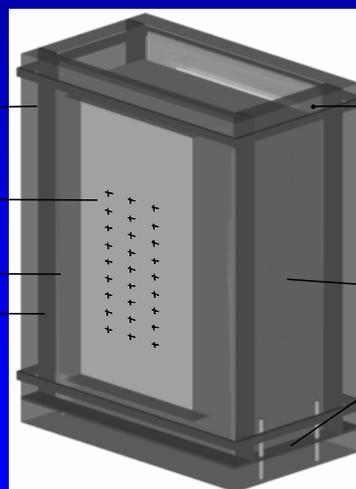


## Sedimentationstests

### Laser-Ultraschall-Verfahren

- Berührungslose Anregung durch LASER und simultane Erfassung der Ultraschallparameter (Schallgeschwindigkeit, Amplitude)
- Erfassung der Änderung der Ultraschallparameter über die Probenhöhe ( $h \times b \times t = 11 \times 8,5 \times 4 \text{ cm}$ )

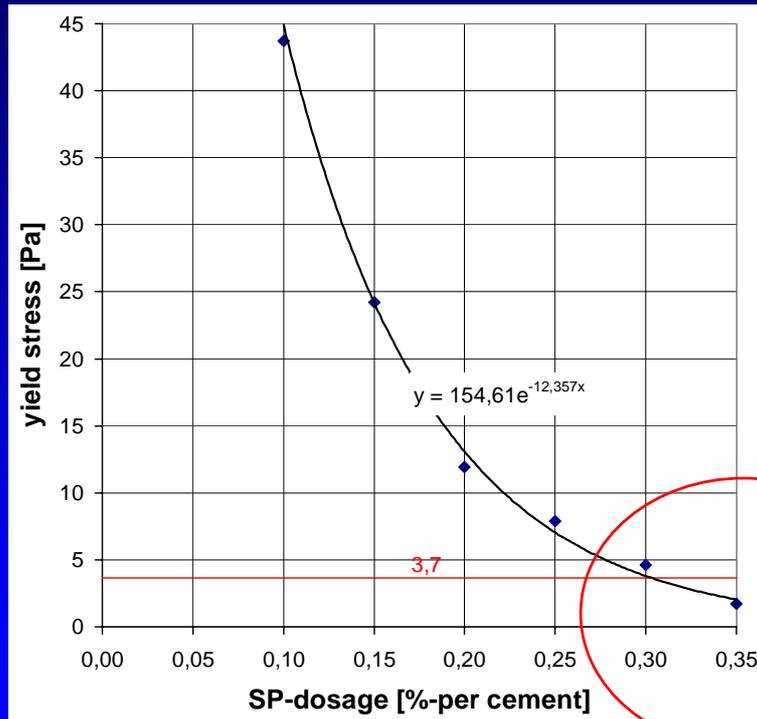
Fixierung  
Edelstahlblech  
(Anregung)  
Frontelement  
(PMMA)  
EVASchaum



Glasscheibe mit  
Retroreflexionsfolie  
(Detektion)

Seitenelement  
(PMMA)  
Bodenplatte  
(PMMA)

## Kritische Fließmittelkonzentration

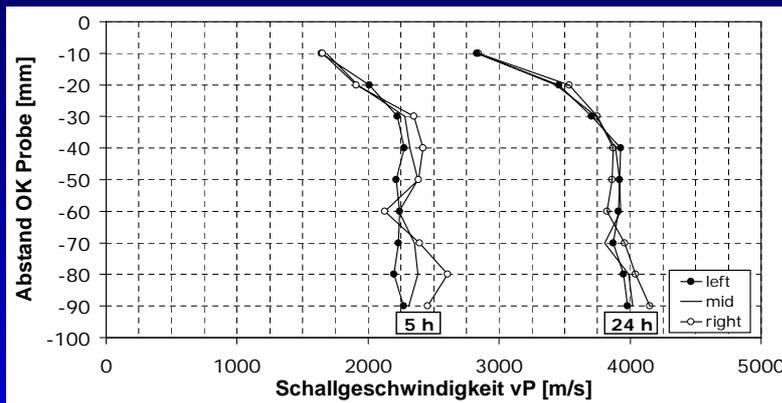


17



F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, Th. Sowoidnich

## Sedimentationstests

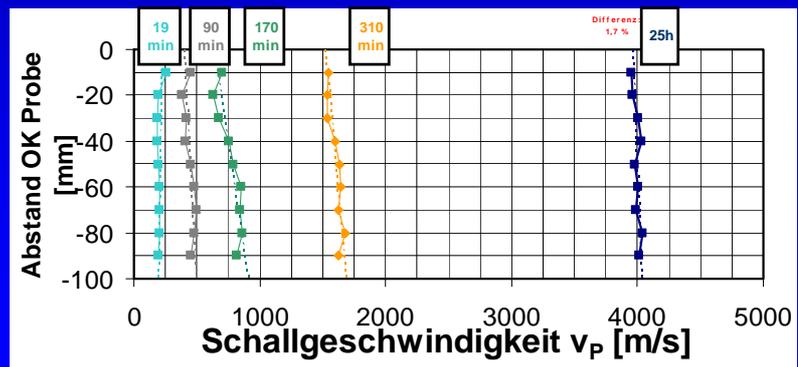


← sedimentierter Mörtel:

aus:

Tatarin, R.; Erfurt, W.;  
Stark, J.: Tagungsband 16.  
IBAUSIL, Weimar, 2006

stabiler Mörtel (0,30% SP1)



18



F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, Th. Sowoidnich

## Zusammenfassung

- Projektierung eines selbstverdichtenden, sedimentationsstabilen Mörtels (Stabilitätskriterium nach R. Vogel)
- Bestimmung von Stoffparametern mit Hilfe der Korbzelle (Kalibrierung)
- für vergleichende Untersuchungen ist das Zementleimpaddel geeignet
- untersuchte Mörtel / Zementleime wiesen innerhalb der betrachteten Scherbanspruchung eine Fließgrenze auf (Bingham-Körper)
- Ansatz für die Auswertung der Fließkurven nach Bingham oder nach R. Vogel möglich

