

# Die Bestimmung der rheologischen Eigenschaften Selbstverdichtender Betone mit dem Kugel-Messsystem

## Selbstverdichtender Beton (SVB)

- Definition
- Vorteile
- Nachteile



## Frischbetonprüfungen Selbstverdichtender Betone

- Ein-Punkt-Verfahren
  - Setzfließmaß
  - Trichterauslaufzeit
  - u.v.m



➤ kein Aussagen über die rheologischen Eigenschaften

## Frischbetonprüfungen Selbstverdichtender Betone

- Rheometer (Zwei-Punkt-Verfahren)
  - Beschreiben die rheologischen Eigenschaften
  - Detailliertere Aussagen als mit Ein-Punkt-Verfahren



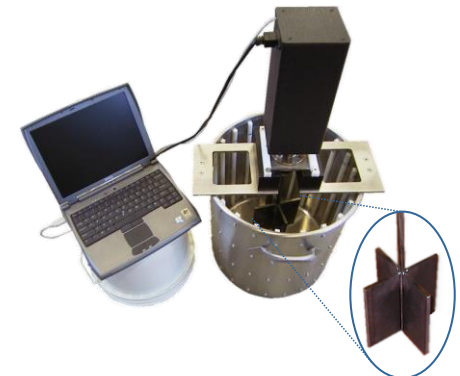
Tattersall Two-Point\*



BTRHEOM  
\*



BML  
Viscometer\*



ICAR Rheometer\*

\* Eric P. Koehler, W.R. Grace & Co.: Test Methods for Workability and Rheology of Fresh Concrete, ACI Fall Convention November 2009.

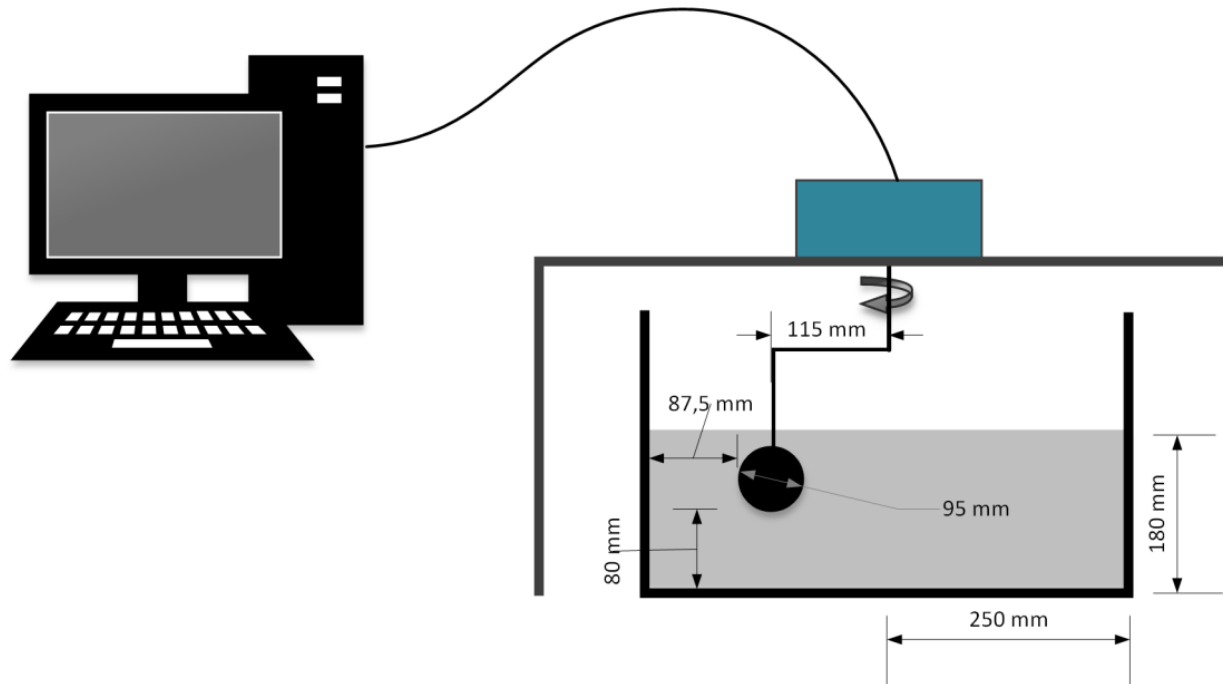
## Grenzen bei der Bestimmung der rheologischen Eigenschaften Selbstverdichtender Betone

- Hydratation und interpartikuläre Wechselwirkungskräfte
  - laufende Veränderung der Probe
- SVB ist eine grobdisperse Suspension
  - je größer die Partikel umso schwieriger die Bestimmung der rheologischen Eigenschaften
  - komplexes Fließverhalten – keine laminare Schichtenströmung
  - die Modelle der klassischen Rheologie gelten nur beschränkt

## Grenzen bei der Bestimmung der rheologischen Eigenschaften Selbstverdichtender Betone

- Hohe Messgeschwindigkeit existierender Betonrheometer
  - Abrieb erster Hydratationsprodukte
  - spiegeln nicht das tatsächliche Fließverhalten Selbstverdichtender Betone wieder

# Das Kugel-Messsystem



## Vorteile gegenüber anderen Messsystemen

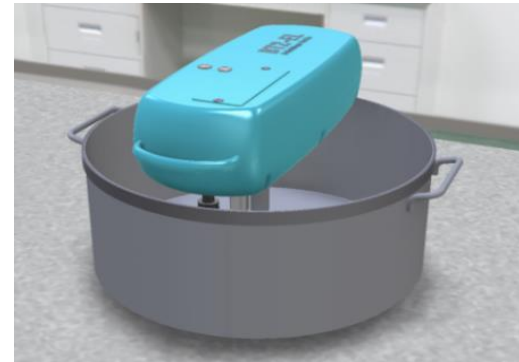
- Messung in frischem, ungescherten Material
- niedrige Messgeschwindigkeit
- kurze Messdauer
- Verdrängungsströmung



# Adaption des KMS für SVB

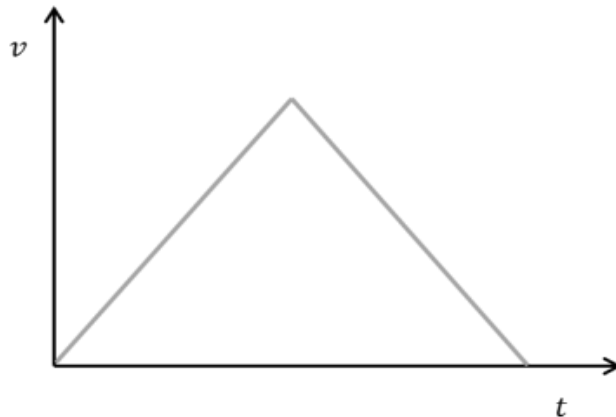


RheoCT

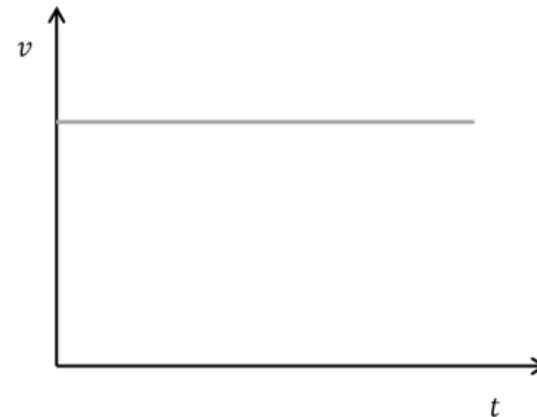


eBT2

## Messprinzip

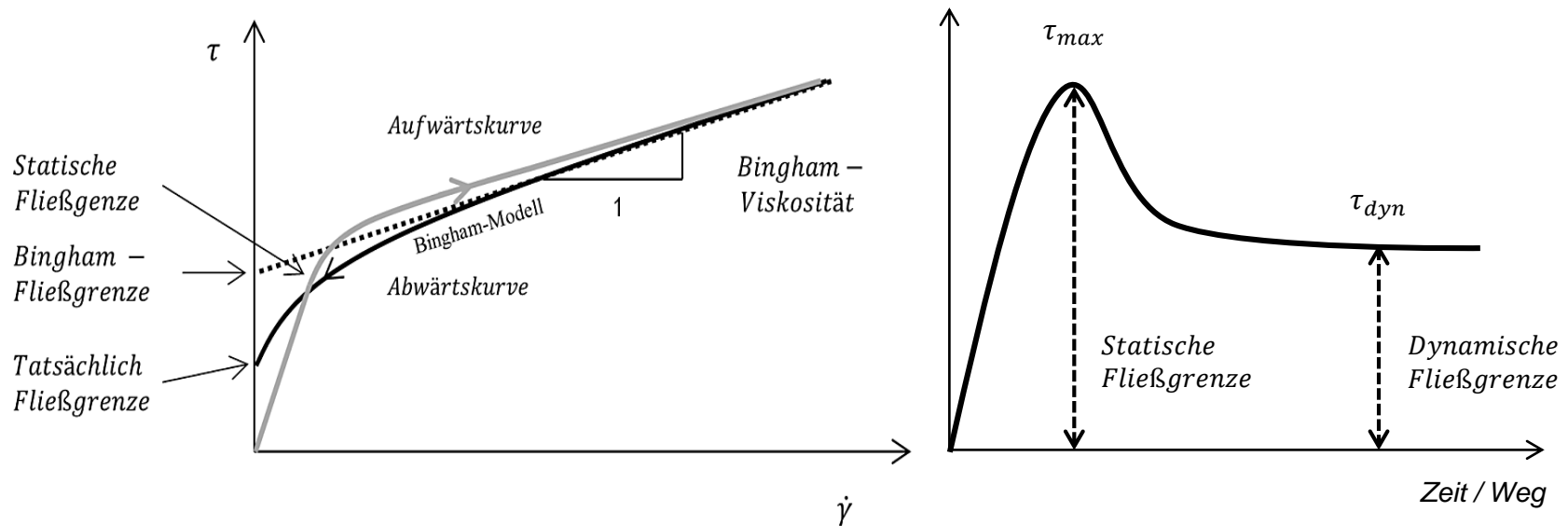


Vorgabe einer steigenden und fallenden Geschwindigkeit



Vorgabe einer konstanten, niedrigen Geschwindigkeit

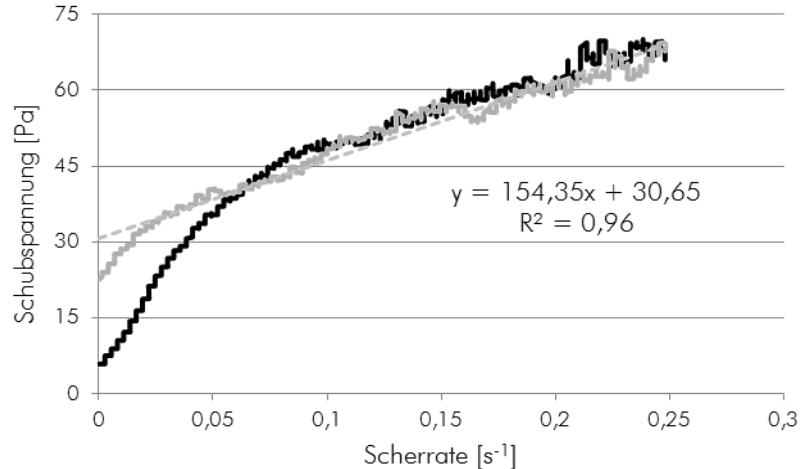
## Auswertung



Fließkurve - Vorgabe einer steigenden und fallenden Geschwindigkeit

Schubspannung bei einer konstanten, niedrigen Geschwindigkeit

## Bewertung der Messkurven

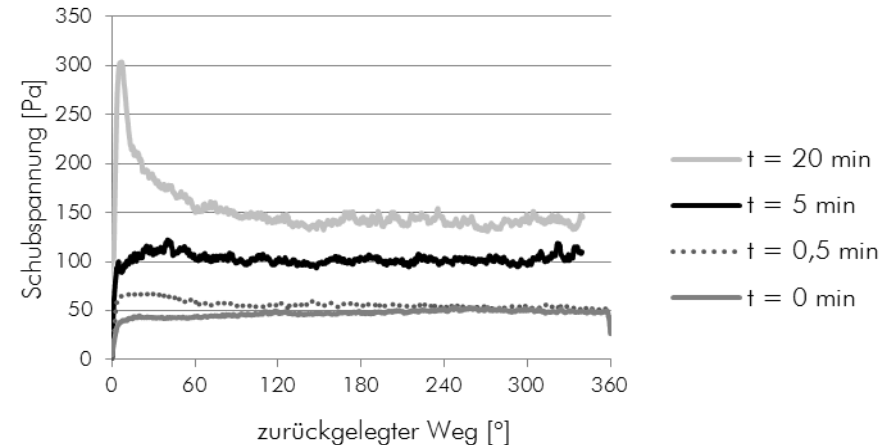
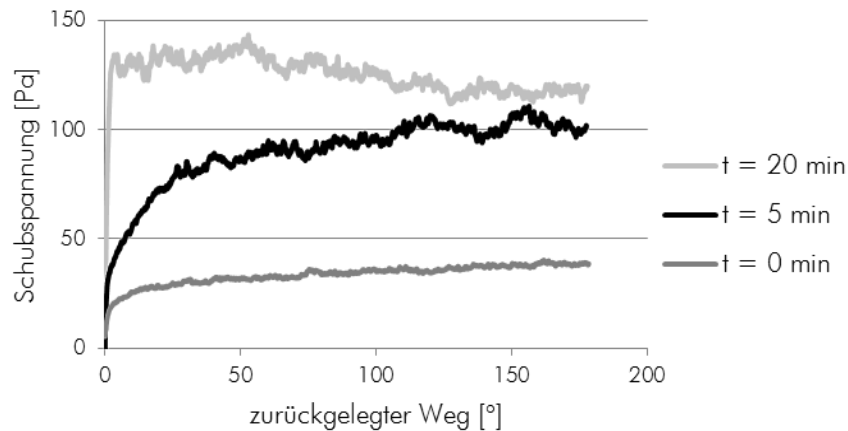


Fließkurve - Vorgabe einer steigenden und fallenden Geschwindigkeit



Schubspannung bei einer konstanten, niedrigen Geschwindigkeit

## Einfluss der Messgeschwindigkeit und der Ruhezeit



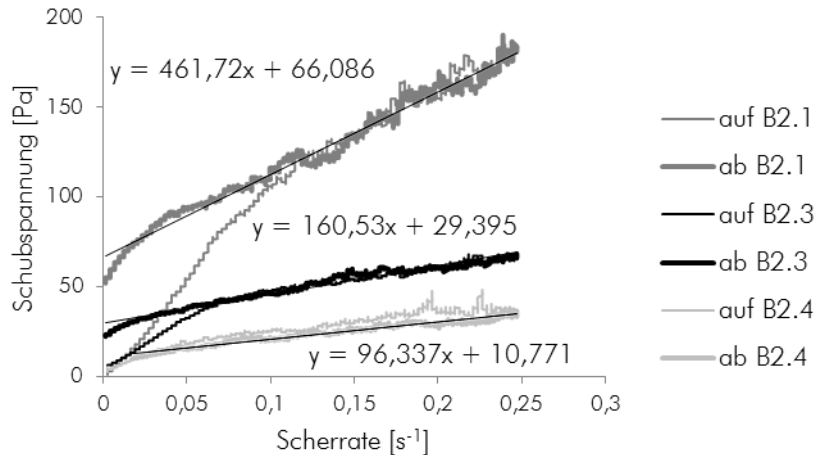
### Schubspannung bei konstanter Geschwindigkeit

links:  $v = 0,0028$  m/s bzw.  $\dot{\gamma} = 0,031$  s<sup>-1</sup>

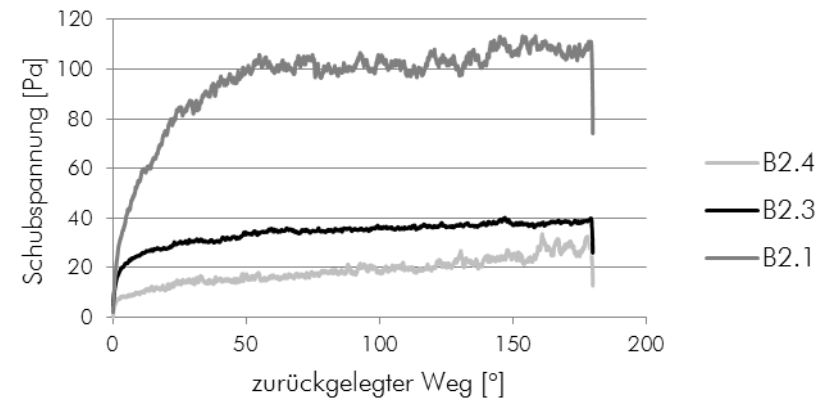
rechts:  $v = 0,01176$  m/s bzw.  $\dot{\gamma} = 0,123$  s<sup>-1</sup>

## Variation Wassergehalt

Beton-Nr.		B2.1	B2.3	B2.4
Setzfließmaß	mm	630	790	830
Trichterauslaufzeit	sec	11,1	6,3	4,8
Qualität		Steif	OK	Sedi.

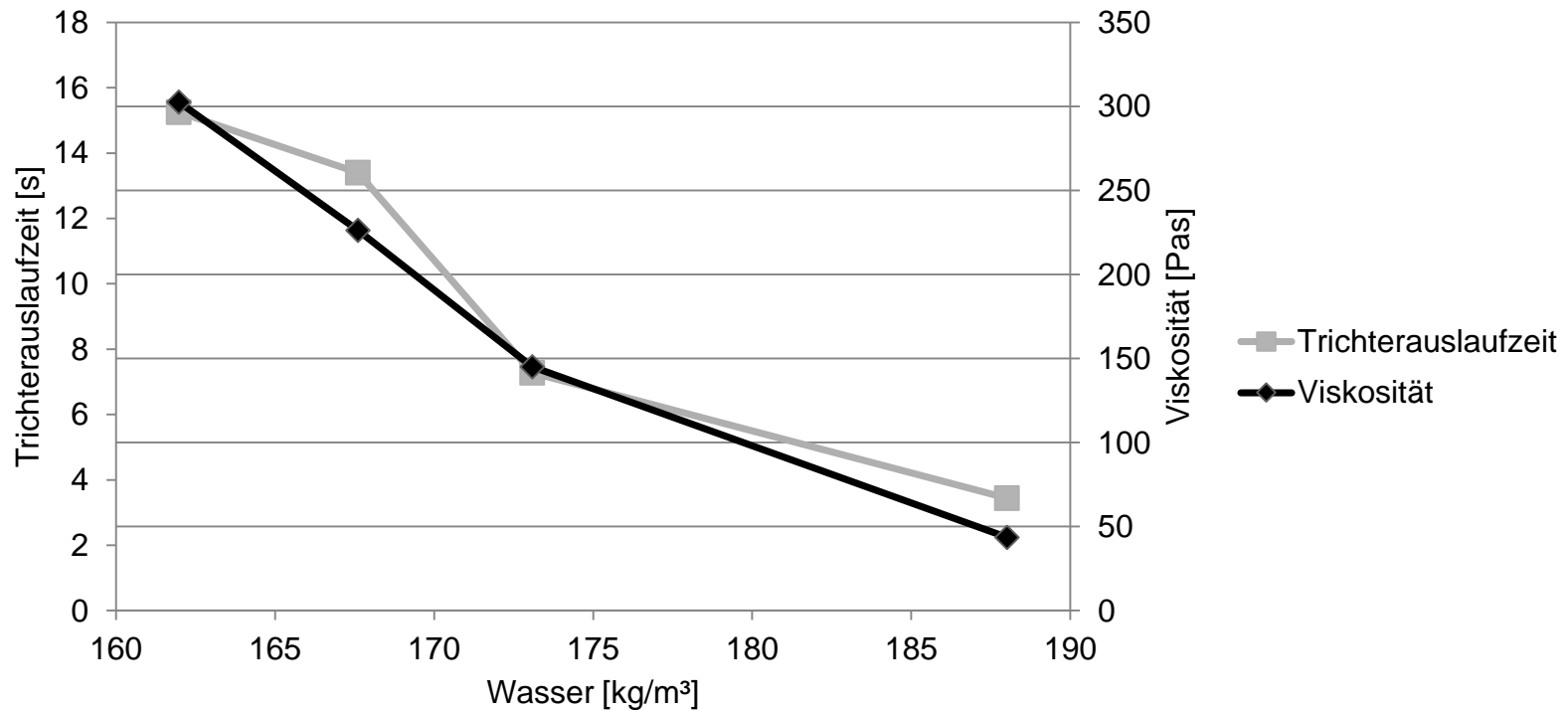


Fließkurve - Vorgabe einer steigenden und fallenden Geschwindigkeit

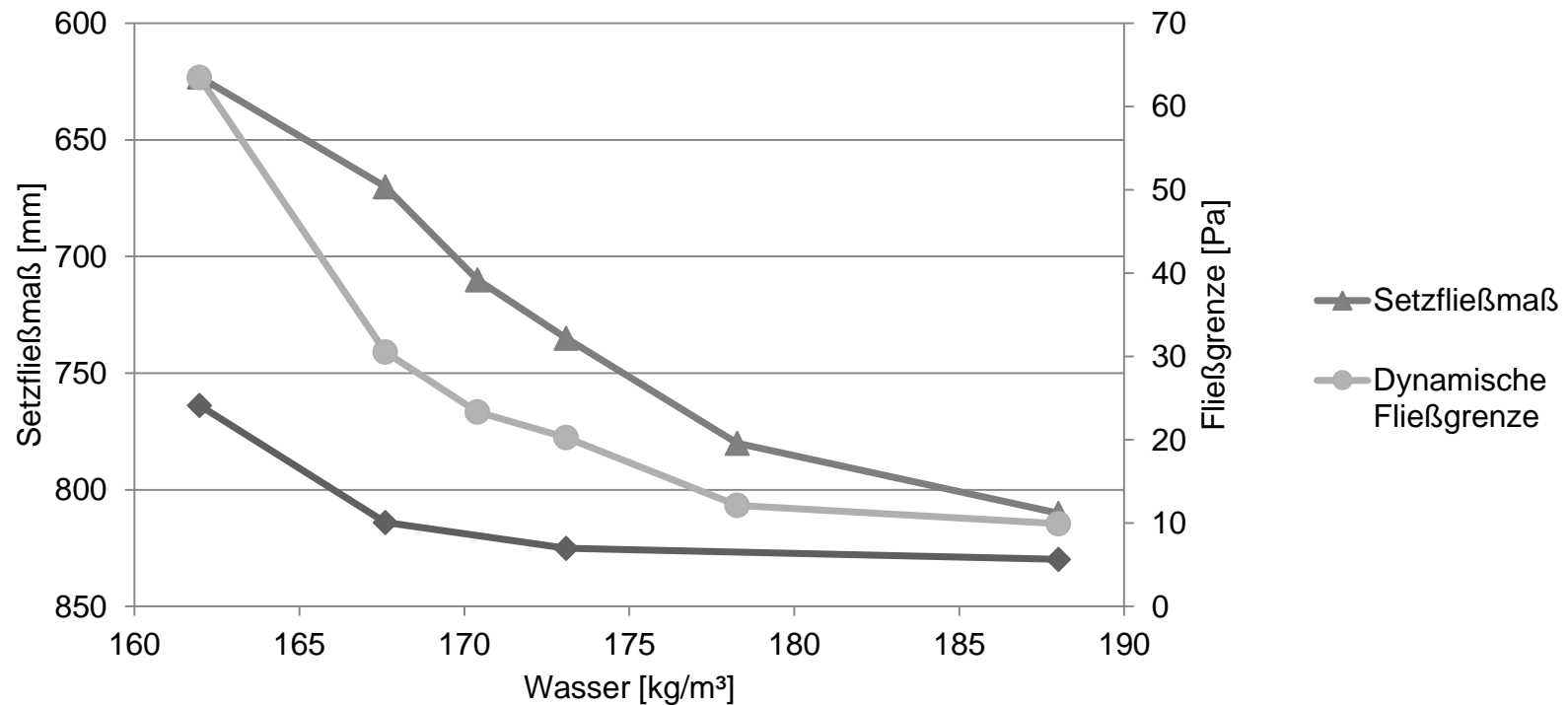


Schubspannung bei einer konstanten, niedrigen Geschwindigkeit ( $\dot{\gamma}=0,031 \text{ s}^{-1}$ )<sup>1)</sup>

## Variation Wassergehalt



## Variation Wassergehalt





## Möglichkeiten des KMS:

- Fließkurve innerhalb einer Umdrehung
  - Aufsteigenden Ast der Fließkurve: Statische Fließgrenze beim Übergang vom linear-elastischen Bereich in den plastischen Bereich
  - Auswertung des absteigenden Astes der Fließkurve:
    - Auswertung mit dem Bingham-Modell
    - Bestimmung der Tatsächlichen Fließgrenze
- Verlauf der Schubspannung bei konstanter Scherbelastung
  - Statische Fließgrenze zu Beginn der Kurve
  - Dynamische Fließgrenze nach kurzer Einregelzeit

## Bewertung des KMS:

- Messprofile
- Bestimmung der rheologischen Parameter
- Einfluss der Geschwindigkeit
- Vergleich unterschiedlicher Fließgrenzen
- Strömungsmechanische Betrachtung
- Umwandlung der Messwerte in rheologische Kenngrößen
- Reproduzierbarkeit

## Bewertung des KMS:

- Vergleich mit SFM und TA
- Vergleich mit anderen Messsystemen
- Charakterisierung unterschiedlicher Betonrezepturen

## Bewertung des KMS:

- Eine durchgehende Scherung ist nicht möglich
- Die maximale Schergeschwindigkeit ist stark eingeschränkt
- Einzelne Ausschläge in Folge von Partikelkollisionen können die Messergebnisse stark beeinflussen

---

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit