

Schaumkonditionierung bei EPB-Schilden

Mario Galli

Workshop Tunnelbauforschung
30.9.2013, Ruhr-Universität Bochum

Sonderforschungsbereich 837

Teilprojekt A4

„Untersuchungen zur Ortsbruststabilität beim Vortrieb mit Erddruckschilden“

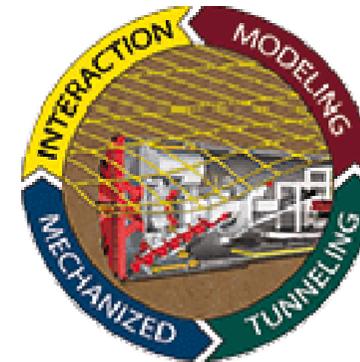
Kooperationsprojekt

Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik

Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb, Aycan Özarmut M.Sc.

Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb

Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes, Dipl.-Ing. Mario Galli

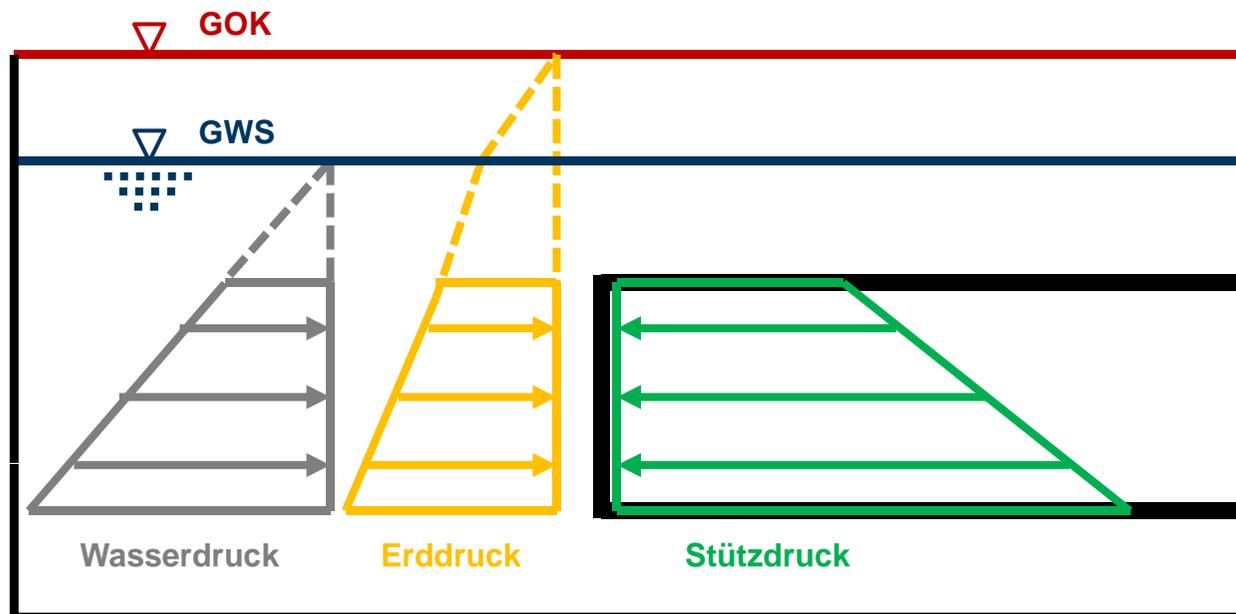


gefördert von:

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

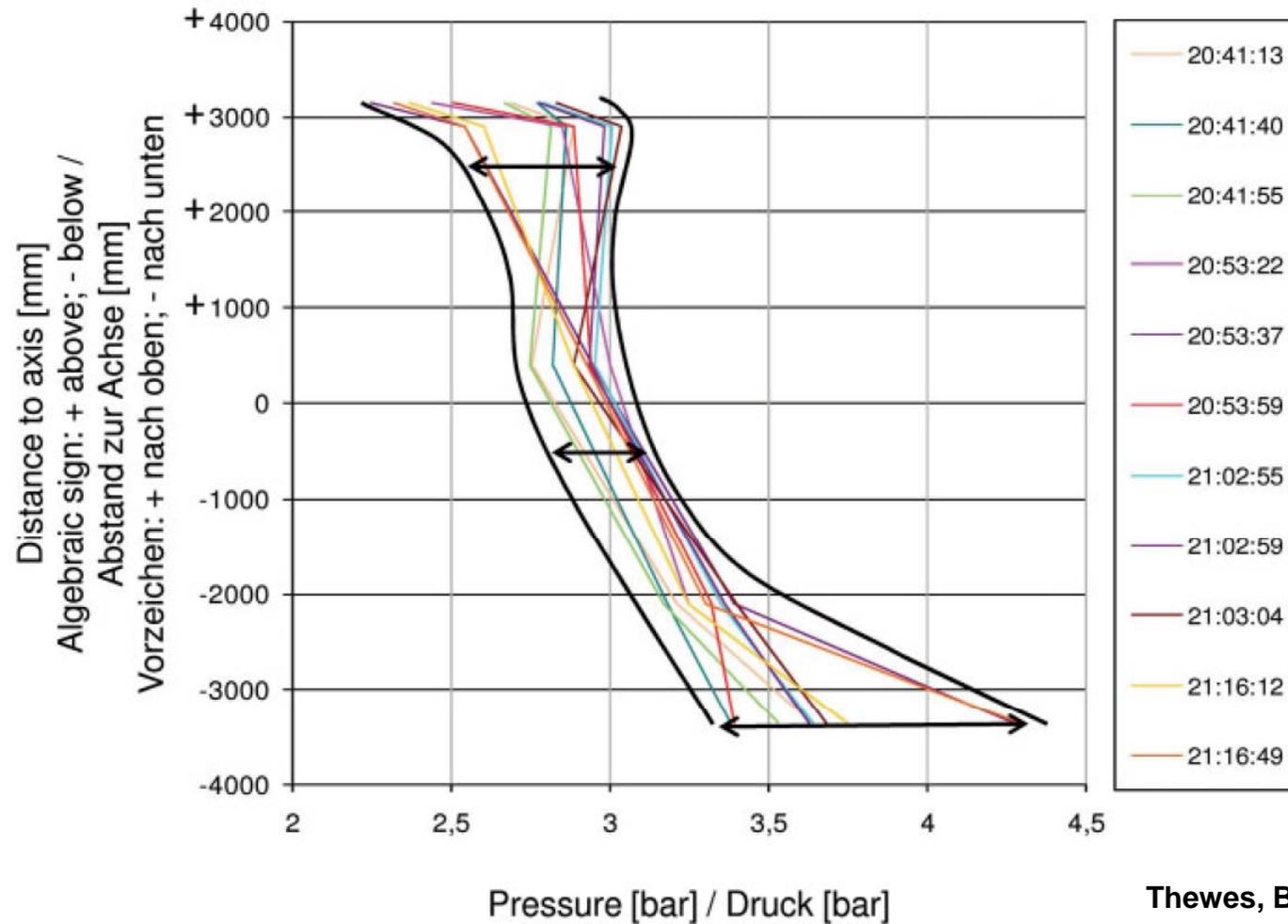
Ortsbruststützung

Prinzip „EPB“ - Theorie



Ortsbruststützung

Stützdruckverteilung in der Praxis

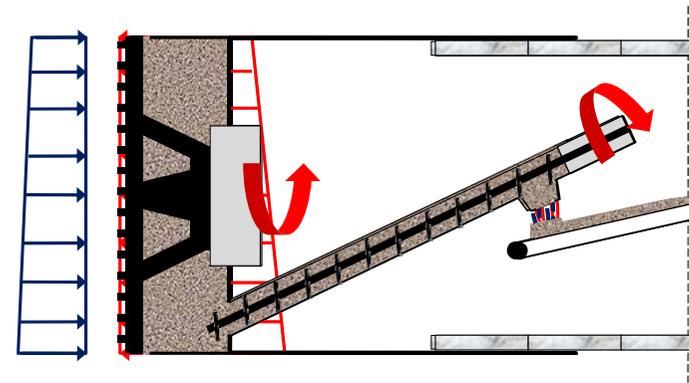


Thewes, Budach 2010

Ortsbruststützung

Anforderungen an das Stützmedium

- Geeignete Fließfähigkeit
- Gleichmäßige Stützdruckübertragung durch homogene Plastifizierung des Stützmediums
- Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit
- Erhöhung der Kompressibilität zur Reduzierung von Stützdruckschwankungen
- Verringerung der inneren Reibung

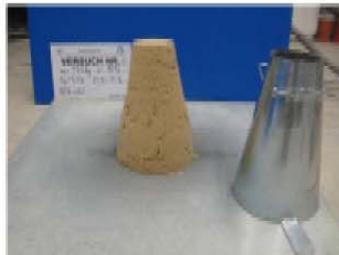


Bei nicht-bindigem Boden werden diese Anforderungen (temporär) durch Schaumkonditionierung erfüllt.

Bewertung des Fließverhaltens bislang

Versuch zur Bestimmung des Setzmaßes nach DIN EN 12350-2 (Slump Test)

- Literatur: geeignete Verarbeitbarkeit (Konsistenz / Fließverhalten) bei Setzmaß zwischen 10 und 20 cm
- Vorteil: baustellentauglich, einfach und schnell
- Nachteil: Indikatorversuch, große Streuungen (+/- 3 cm)



FIR = 13 %



FIR = 18%



FIR = 44%



FIR = 53%

Budach 2012

Frage: Physikalisch exaktere Bestimmung der Fließfähigkeit möglich?

Rheologie

Unterscheidung von Fluiden

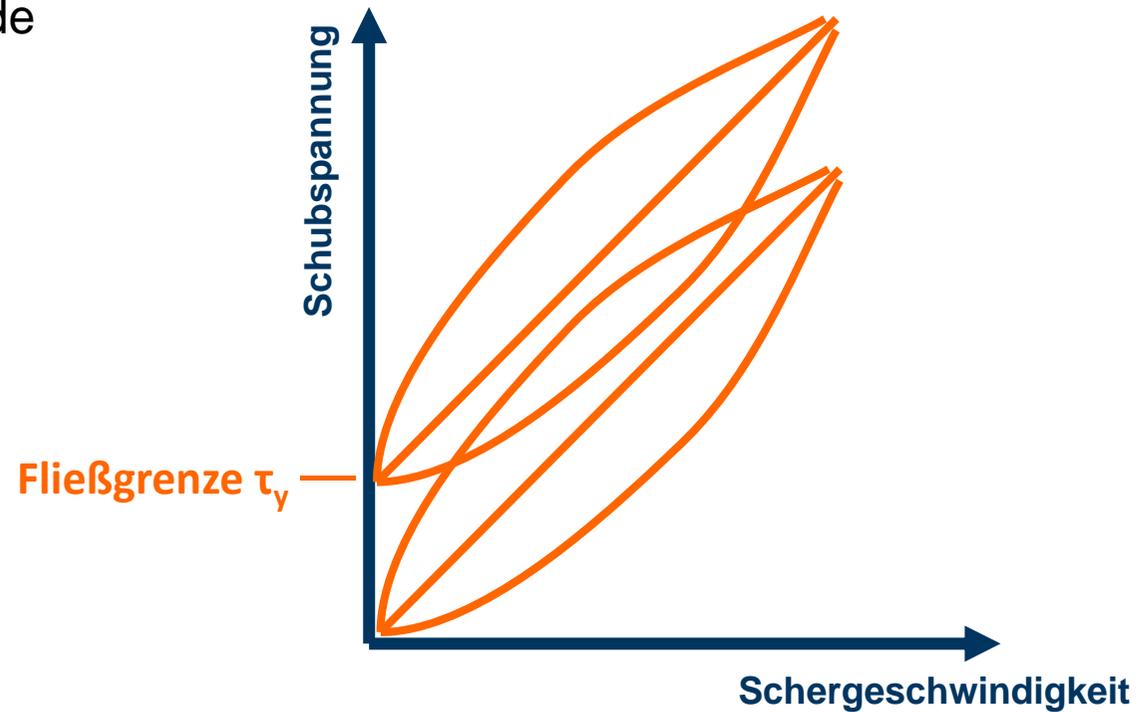
- Newton'sche Fluide

- Nicht-Newton'sche Fluide
 - ohne Fließgrenze

 - mit Fließgrenze

Fließverhaltensweisen

- Idealviskoses Fließverhalten
- Scherverdünnendes Fließverhalten
- Scherverdickendes Fließverhalten



Rheologie

Beispiele für Fließkurvenfunktionen zur Beschreibung des Fließverhaltens

➤ Newton'sche Fluide

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

➤ Nicht-Newton'sche Fluide

- ohne Fließgrenze
z.B. Ostwald-de Waele

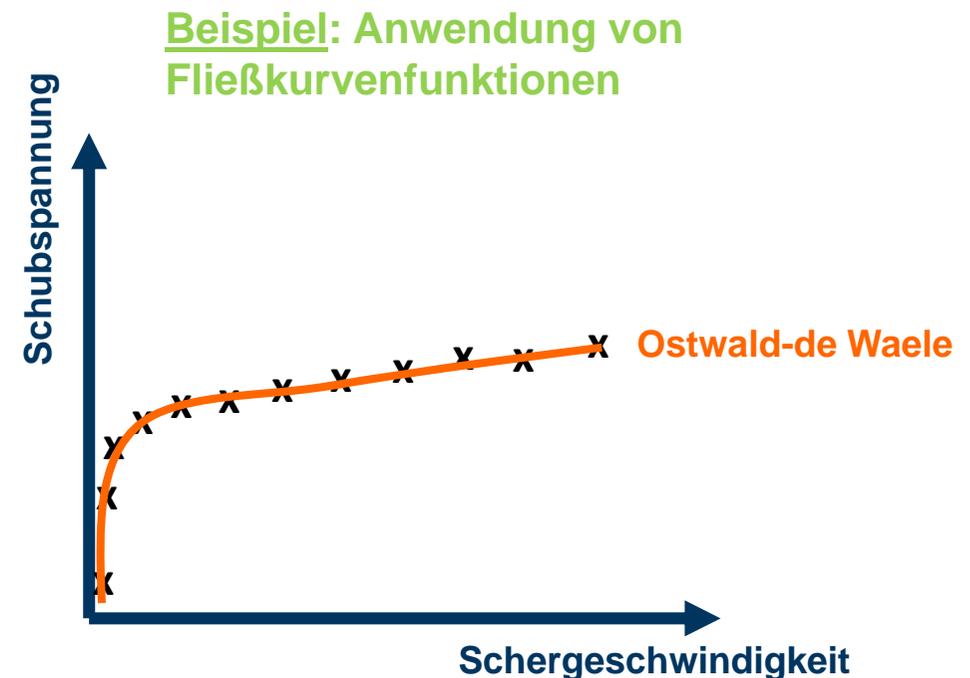
$$\tau = c \cdot \dot{\gamma}^p$$

- mit Fließgrenze
z.B. Bingham

$$\tau = \tau_B + \eta_B \cdot \dot{\gamma}$$

z.B. Herschel-Bulkley

$$\tau = \tau_{HB} + c \cdot \dot{\gamma}^p$$



Rheologie

Beispiele für Fließkurvenfunktionen zur Beschreibung des Fließverhaltens

- Newton'sche Fluide

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

- Nicht-Newton'sche Fluide

- ohne Fließgrenze
- z.B. Ostwald-de Waele

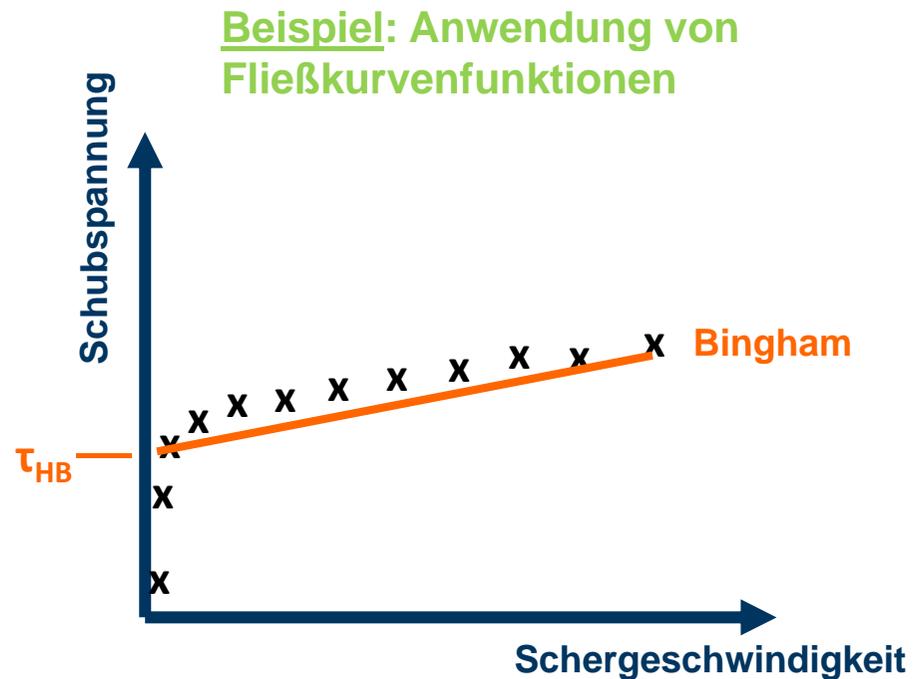
$$\tau = c \cdot \dot{\gamma}^p$$

- mit Fließgrenze
- z.B. Bingham

$$\tau = \tau_B + \eta_B \cdot \dot{\gamma}$$

- z.B. Herschel-Bulkley

$$\tau = \tau_{HB} + c \cdot \dot{\gamma}^p$$



Rheologie

Beispiele für Fließkurvenfunktionen zur Beschreibung des Fließverhaltens

- Newton'sche Fluide

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

- Nicht-Newton'sche Fluide

- ohne Fließgrenze
- z.B. Ostwald-de Waele

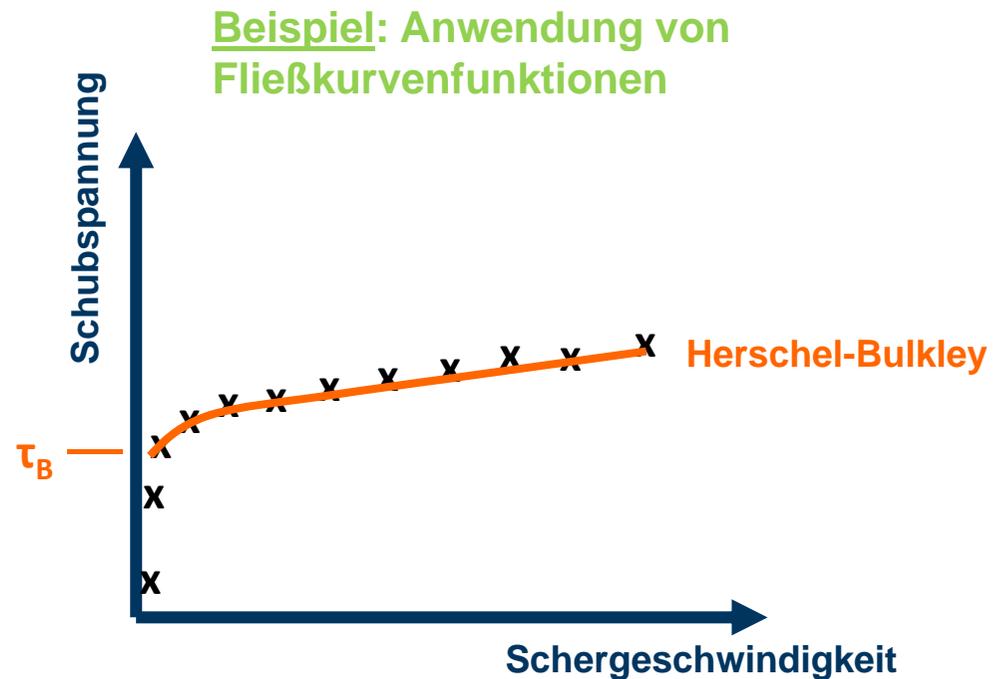
$$\tau = c \cdot \dot{\gamma}^p$$

- mit Fließgrenze
- z.B. Bingham

$$\tau = \tau_B + \eta_B \cdot \dot{\gamma}$$

- z.B. Herschel-Bulkley

$$\tau = \tau_{HB} + c \cdot \dot{\gamma}^p$$



Rheologische Experimente auf verschiedenen Skalen

Mikroskala (LS Kontinuumsmechanik)

Makroskala



1 ml

Probenvolumen

> 500 l

Homogenes Experiment

Genauigkeit / Aussagekraft

Indirekte Bewertung

Zielsetzung

- Skalenübertrag der hydromechanischen Materialbeschreibung möglich? (qualitativ/quantitativ)
- Implementierung der Materialbeschreibung in numerische Stützdruckberechnung

Versuchsprogramm zur Fließfähigkeit



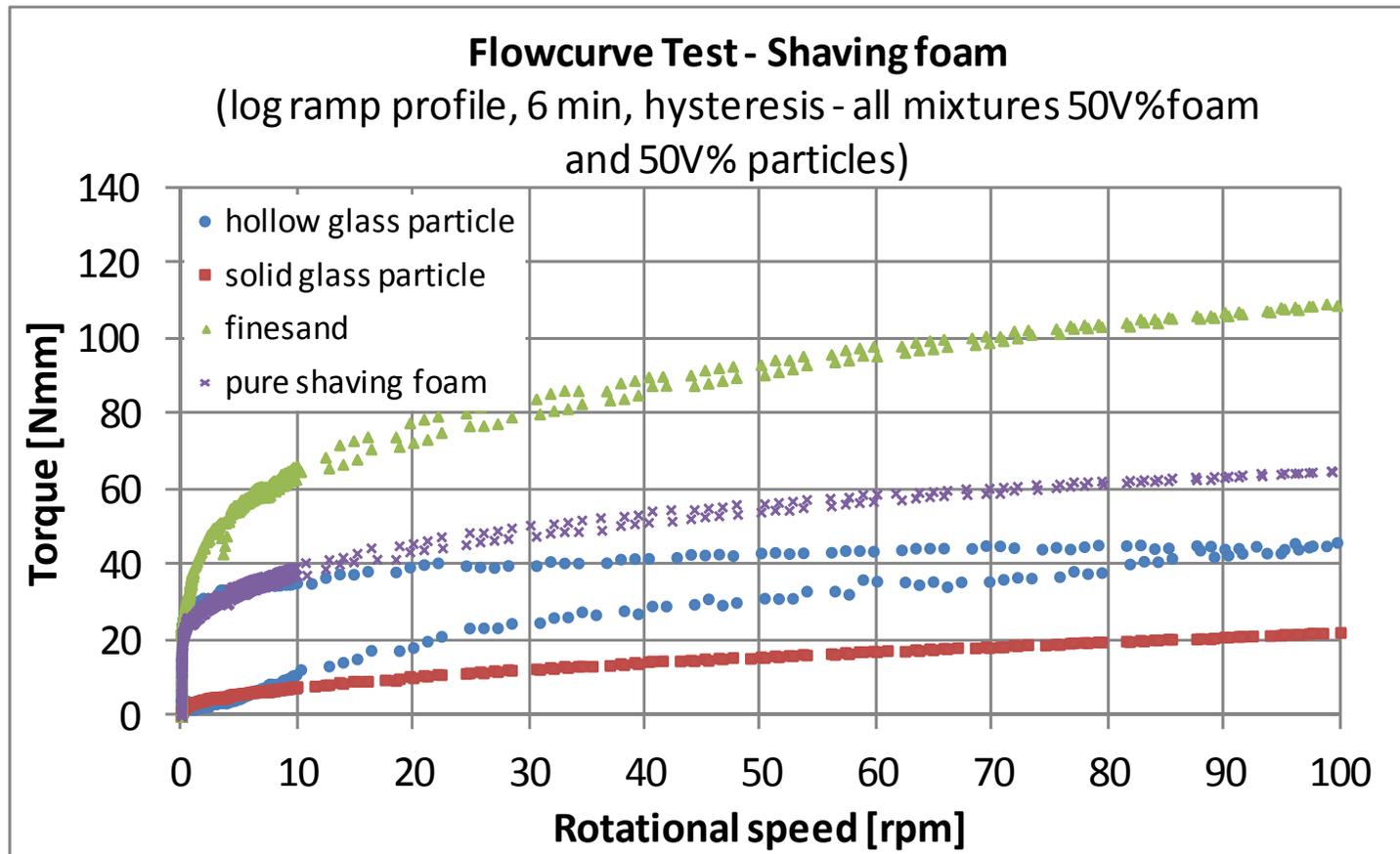
	CM			TLB		
	Rheometer (plate - plate)	Rheometer (Couette cell)	Rheometer (construction cell)	Slurry viscosimeter	Concrete viscometer	Concrete rheometer
foam	o	o	x	o	o	o
hollow glass beads	o	x	x	o	x	
solit glass beads	o	x	x	x	x	
silt	x	x	x	x	x	x
fine sand		x	x	o	o	o
model sand			x	x	x	x
sand			x	o	x	o



shaving foam
 shaving and tunnelling foam
 tunnelling foam
 x: to do o: finished / in progress

Versuchsergebnisse zur Fließfähigkeit:

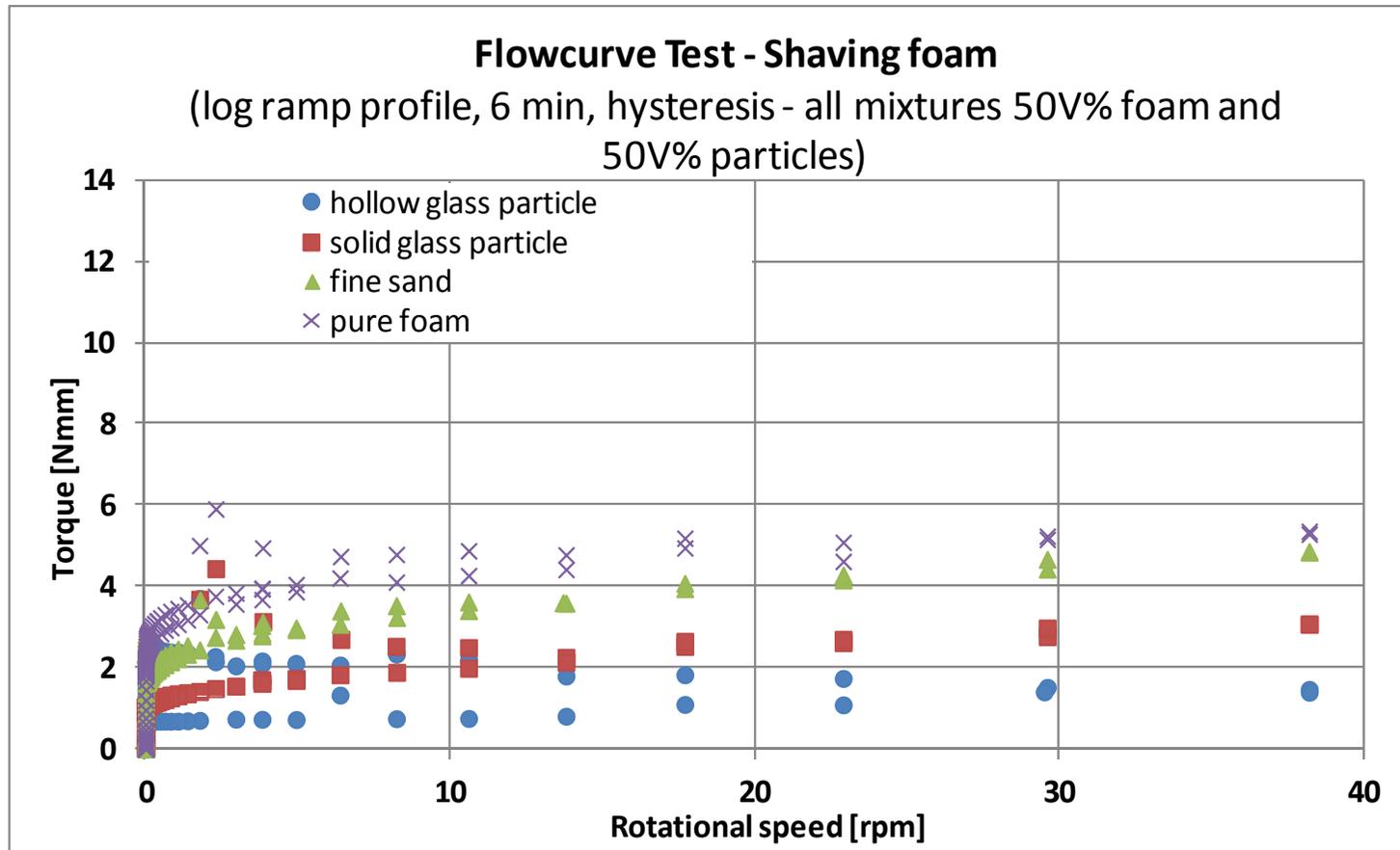
Drehmoment-Drehgeschwindigkeits-Diagramm von Partikel-Rasierschaum-Gemischen (FIR=100%) ermittelt mit dem Schleibinger Viskomat NT



→ Abgleich mit rheologischen Modellfunktionen erforderlich

Versuchsergebnisse zur Fließfähigkeit (Mikroskala):

Drehmoment-Drehgeschwindigkeits-Diagramm von Partikel-Rasierschaum-Gemischen (FIR=100%) ermittelt mit dem Anton Paar MCR301



Nächste Schritte

1. Modellabgleich zwischen Mikroskala und Makroskala für die gezeigten Versuche
2. Parameterstudie zur Bestimmung verschiedener Einflussfaktoren (Wassergehalt w , Schaumgehalt FIR, Kornverteilung)
3. Korrelationsuntersuchungen mit Setzmaßversuch (Slump Test)
4. Ausgewählte Großversuche mit COSMA: Drehmomentaufnahme bei definierten Mischprofilen für verschiedene Boden-Schaum-Gemische
5. Ggf. Auswertung von Vortriebsdaten



**Herzlichen Dank für die
Aufmerksamkeit**

