

### Problem / Frage

Wie lässt sich Durchmischung in Gärbehältern optimal untersuchen?

- Neben Technik ist Substratrheologie zentraler Aspekt
- Strömungen in Biogassubstrat aufgrund Intransparenz, Geruch, Laborverfügbarkeit, etc. schwer zu untersuchen
- Laboruntersuchungen erfordern Erstellung eines **transparenten**, variabel gestaltbares Modells substrat → möglichst ähnliche Eigenschaften

### Hypothese

- Strömungsausbildung in Modells substrat ähnlich wie in realem Gärsubstrat

### Arbeitspaket Modells substrat

- Erstellung Modells substrat im Rahmen des Projekt BIOOPTMIX
- Transparenz
- Beschreibung Substrate auf Basis bekannter Fluidmodelle → Vergleichbarkeit zu Original
- Ostwald de Waele Potenzgesetz
- andere Modelle (Herschel-Bulkley, Carreau) sind ebenfalls Vereinfachungen
- Substratverlauf nicht-Newton'sch Strukturviskos → je höher Scherung desto niedriger Viskosität

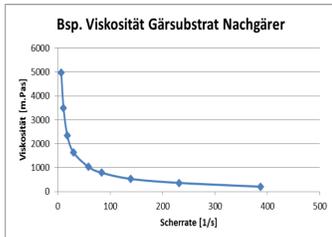
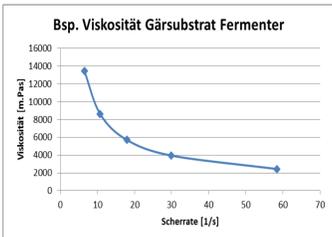
Potenzgesetz Ostwald und de Waele

$$\tau = k \times \dot{\gamma}^n$$

Viskositätsfunktion

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

$$\eta = k \times \dot{\gamma}^{n-1}$$



- Methodik zur Viskositätsbestimmung bedeutender Einfluss

### Variablen / Recherche

#### Vorgaben

- Masse Fluid (500 g)
- Stoffsubstanzen
- Raumtemperatur ~20°C

#### Veränderung

- Erhöhung Stoffmenge 0,5/1/1,5/2 Ma-% (nach Erfordernis)

#### Ergebnis

- Transparenz
- Zähigkeit
- Viskositätsverlauf
- Konsistenzfaktor
- Fließindex

### Verfahren

#### Schritt 1

- Flockungs- und Verdickungsmittel oder Gelbildner ergeben ähnliche nicht-Newton'sche Fluide
- Abwiegen Stoffsubstanz und Einmischen in Wasser bis vollständig gelöst

#### Schritt 2

- Sensorische Beurteilung Mischung
  - Transparenz
  - Konsistenz/Zähigkeit

#### Schritt 3

- Untersuchung mit eigenem Viskotester (indirekt)
- Viskositätsuntersuchung **absolut** für ausgewählte Mischungen

#### Schritt 4

- Rechnerische und graphische Auswertung Messergebnisse Eigenmessung und Labor extern

### Materialien / Daten

Materialien - Auszug / Menge / Viskositätsverlauf	Aussehen
PEG Polyethylenglycol 1%ig (Gelbildner) <ul style="list-style-type: none"> <li>Strukturviskosität</li> <li>Eintrübung ab 1%iger Mischung</li> <li>Bedingte Eignung als Modells substrat</li> </ul>	
Xanthan 1%ig (Verdickungsmittel) <ul style="list-style-type: none"> <li>Strukturviskosität</li> <li>Keine Transparenz</li> <li>Bedingte Eignung als Modells substrat</li> </ul>	
Polysinth 1%ig (Flockungsmittel) <ul style="list-style-type: none"> <li>Strukturviskosität</li> <li>Leichte Eintrübung</li> <li>Bedingte Eignung als Modells substrat</li> </ul>	
Polysinth 1%ig plus Glycerin/Wasser 50:50 <ul style="list-style-type: none"> <li>Strukturviskosität</li> <li>Gute Transparenz bei hoher Viskosität</li> <li>Eignung als Modells substrat</li> </ul>	
CMC Carboxymethylcellulose WALOCEL30000® 2%ig <ul style="list-style-type: none"> <li>Strukturviskosität</li> <li>Hohe Transparenz bei hoher Zähigkeit</li> <li>Sehr gute Eignung als Modells substrat</li> </ul>	

### Beobachtungen / Ergebnis

- Strukturviskosität bei allen getesteten gegeben
- Ab > 1 Ma-% Stoffzugabe nimmt Transparenz jedoch bei den meisten Substanzen stark ab
- Je höher Zähigkeit, desto niedriger Fließindex n (Analog TS-Gehalt reales Gärsubstrat) → Typischer Wertebereich n bei 0,1 bis 0,5
- Carboxymethylcellulose Walocel30000® sehr gut als Modells substrat geeignet
  - Hohe Transparenz auch bei hoher Zähigkeit
  - nicht-Newton'scher Verlauf
  - Werte Konsistenzfaktor und Fließverhalten im Rahmen realer Biogassubstrate
  - Lange Lösezeit

#### Kontakt:



Technische Hochschule Ingolstadt  
Institut für neue Energie-Systeme  
Esplanade 10, D-85049 Ingolstadt  
Phone: +49 (0) 841 / 9348-6720  
leonhard.wiedemann@thi.de  
www.thi.de/go/energie



UTS Products GmbH  
Grüntegernbach Hauptstr. 1  
D-84405 Dorfen  
Phone: +49 (0) 8082 / 94840-0  
a.czwaluk@uts-biogas.com  
www.uts-biogas.com

gefördert von:



Bundesministerium für Bildung und Forschung



FORSCHUNG AN FACH HOCHSCHULEN