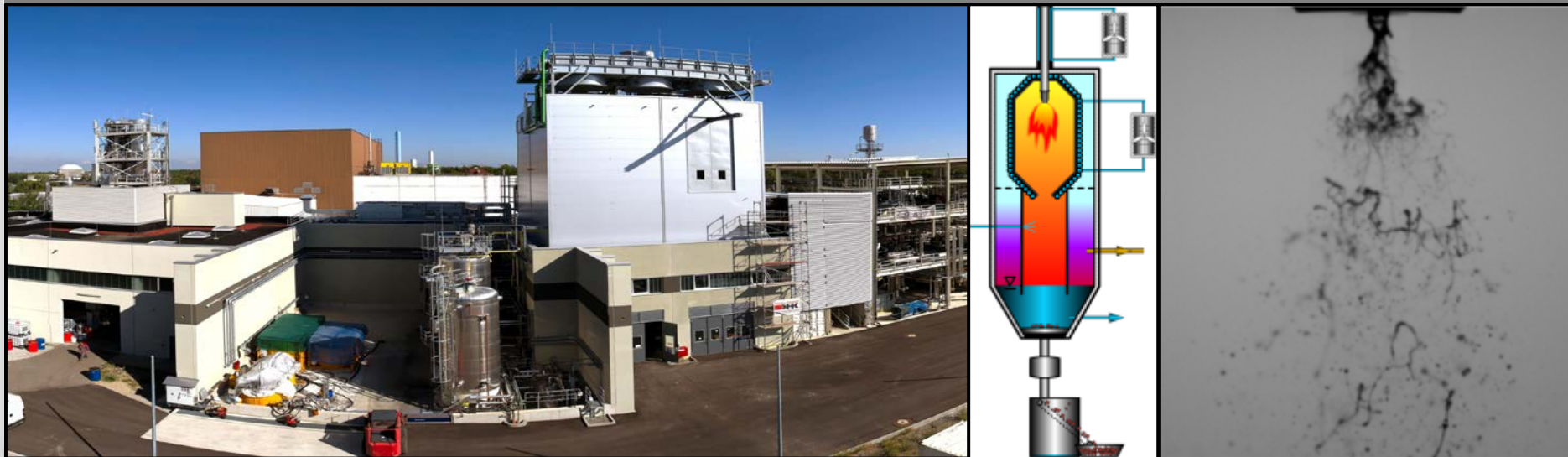


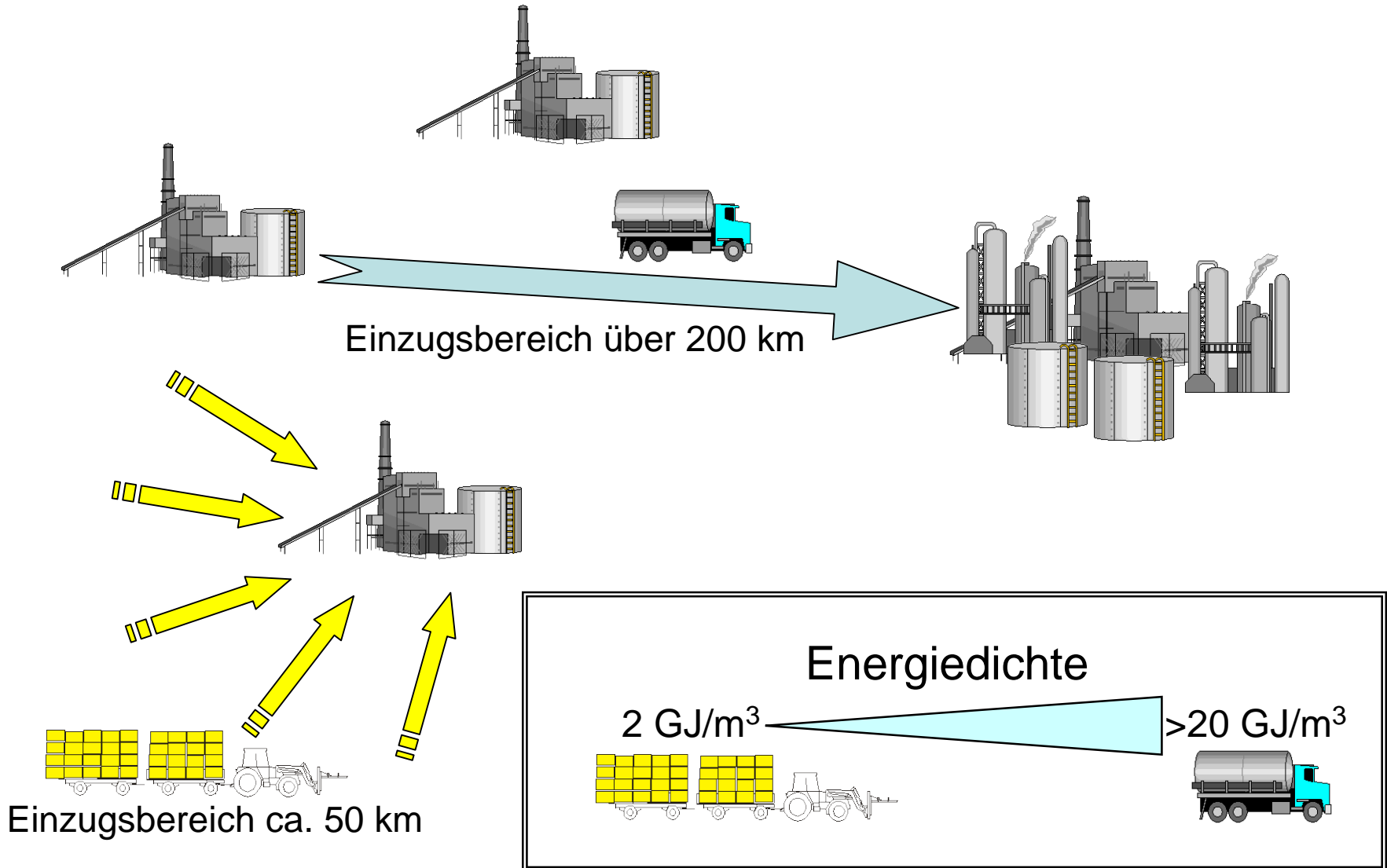
Zerstäubung hochviskoser Brennstoffe aus Restbiomasse für die Hochdruck-Flugstromvergasung

Tobias Jakobs, Alexander Sanger, Thomas Kolb
Karlsruher Institut für Technologie – KIT
Institut für Technische Chemie – ITC

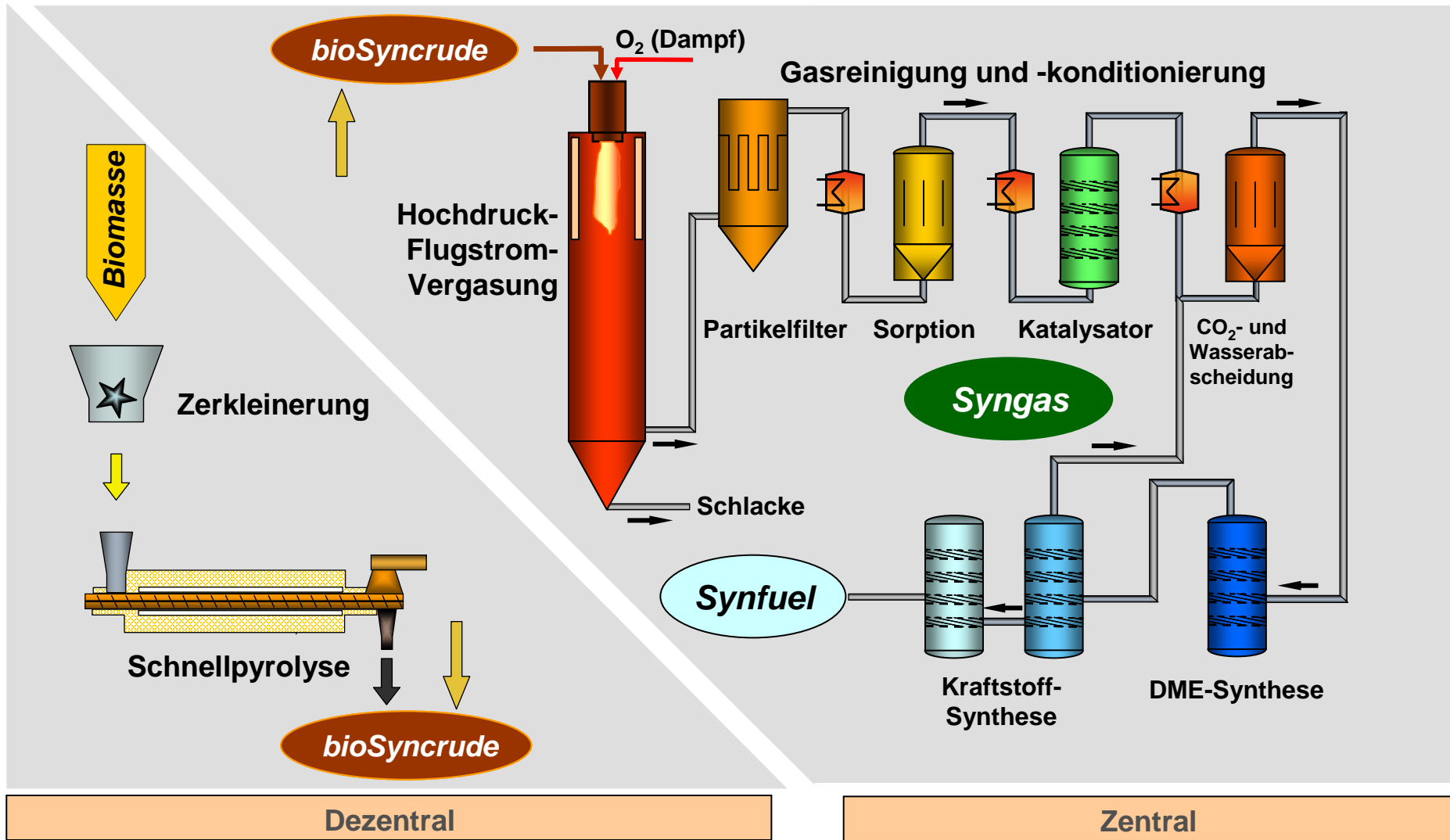
Tobias Jakobs



Das bioliq[®] Konzept



Der bioliq® Prozess



bioliq® Pilotanlage

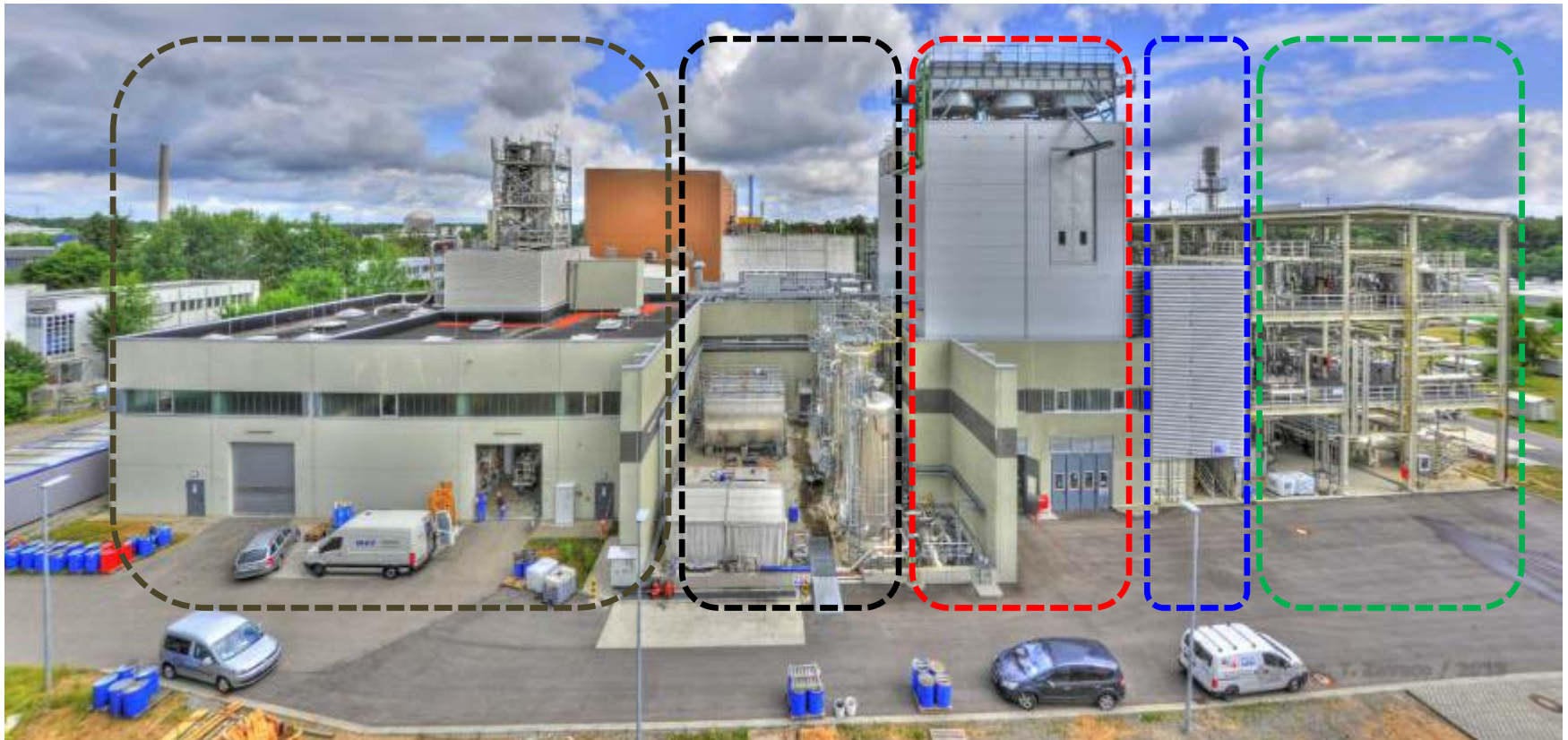
Schnellpyrolyse
Strohhäcksler
Slurryanmischung

Tank-
Lager

HP-
EFG

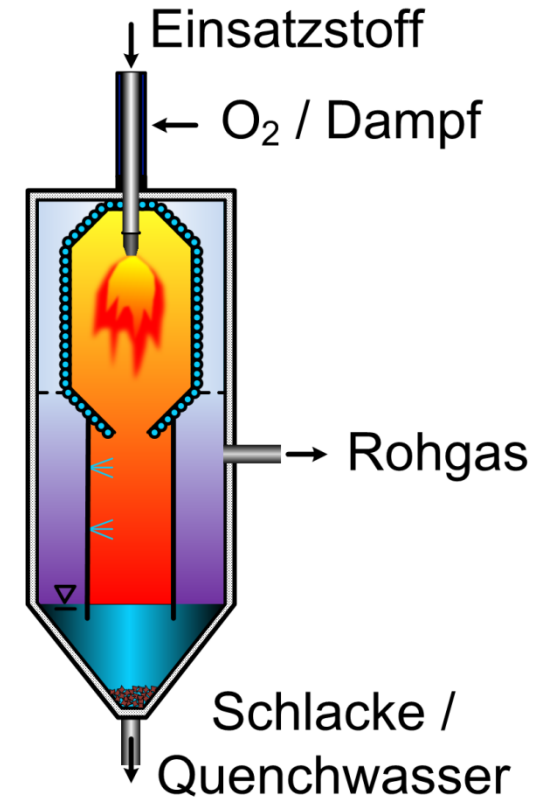
HP/HT-
Gasrein.

Synthese



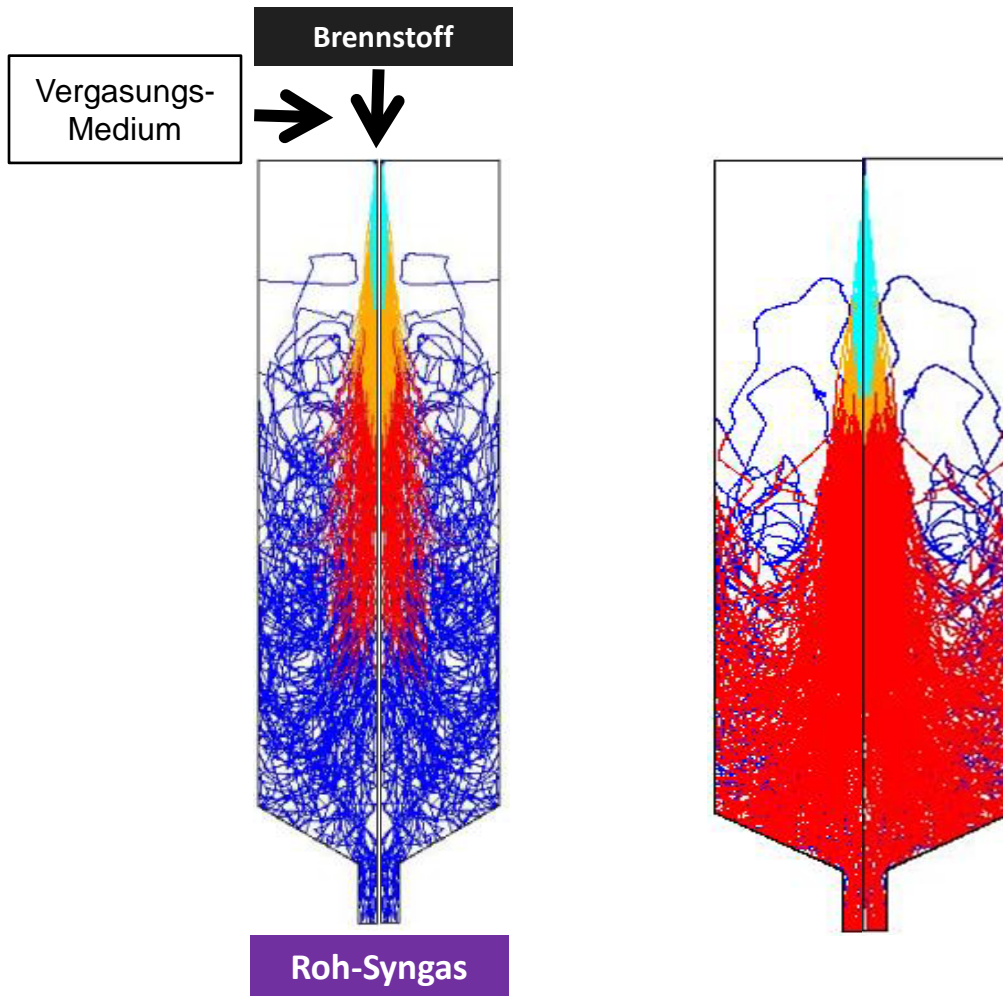
Technische Daten:

- 5 MW thermische BS-Kapazität ($\dot{m}_{\text{fuel}} \approx 1 \text{ t/h}$)
- Betriebsdruck bis 80 bar
- Temperatur > 1200 °C
- Vergasungsmedium: O₂
- Max. Feed-Viskosität = 1000 mPa·s



- **Brennstoffflexibilität**
→ (Rest-)Biomasse, Fossile Brennstoffe
- **Flexibilität bzgl. Integration in nachfolgende Prozessstufen**
→ Chemikalien, Strom & Wärme

Prozessschritte der Flugstromvergasung



Prozessschritte:

Zerstäubung

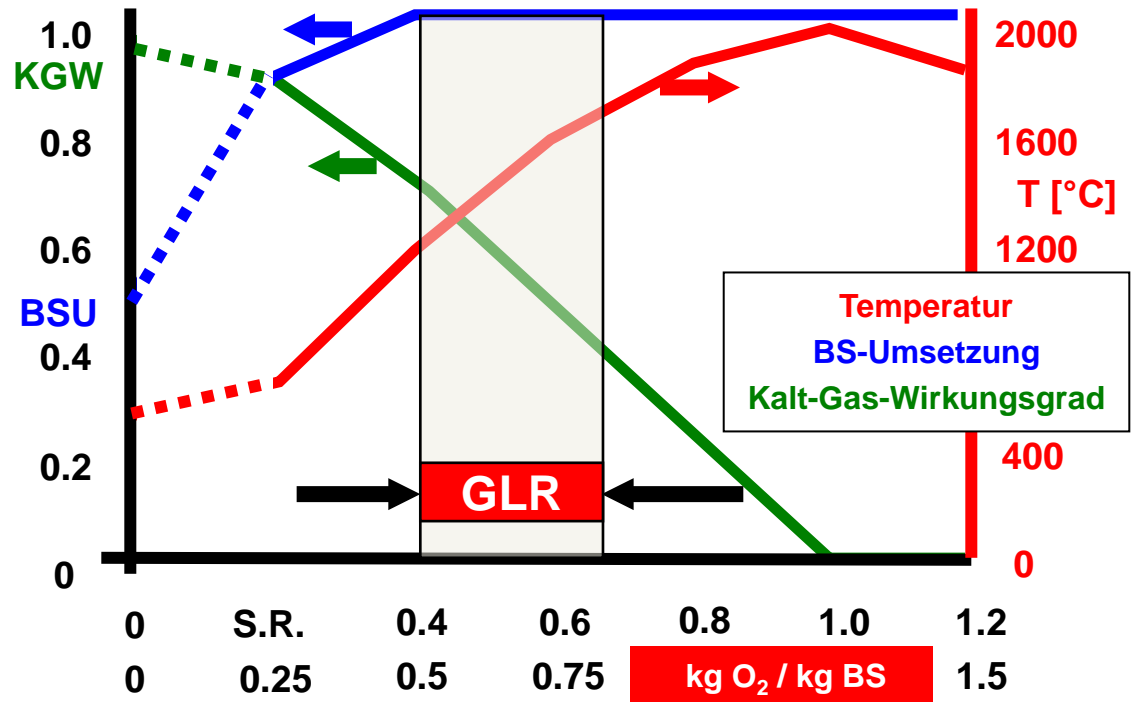
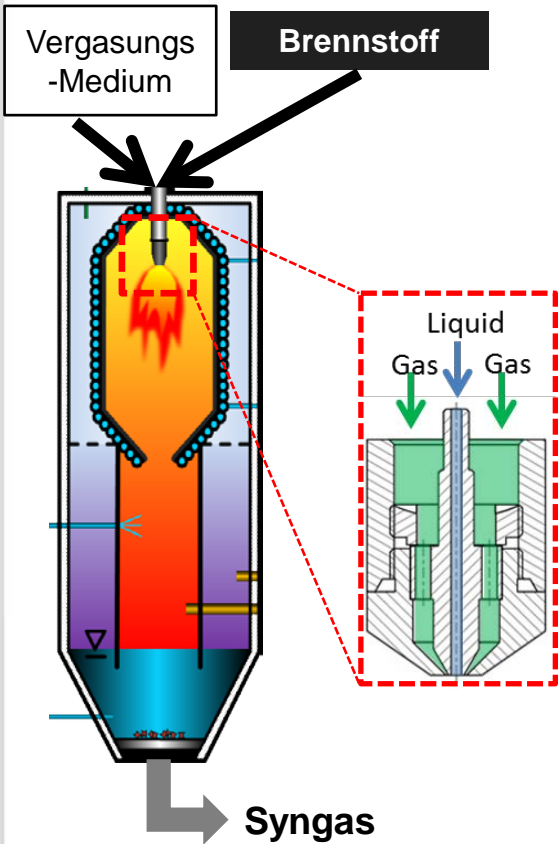
Verdampfung

Partikelheizung

Vergasungsreaktionen

Inertmaterial (Asche, Schlacke)

Zerstäubung ↔ Vergasung



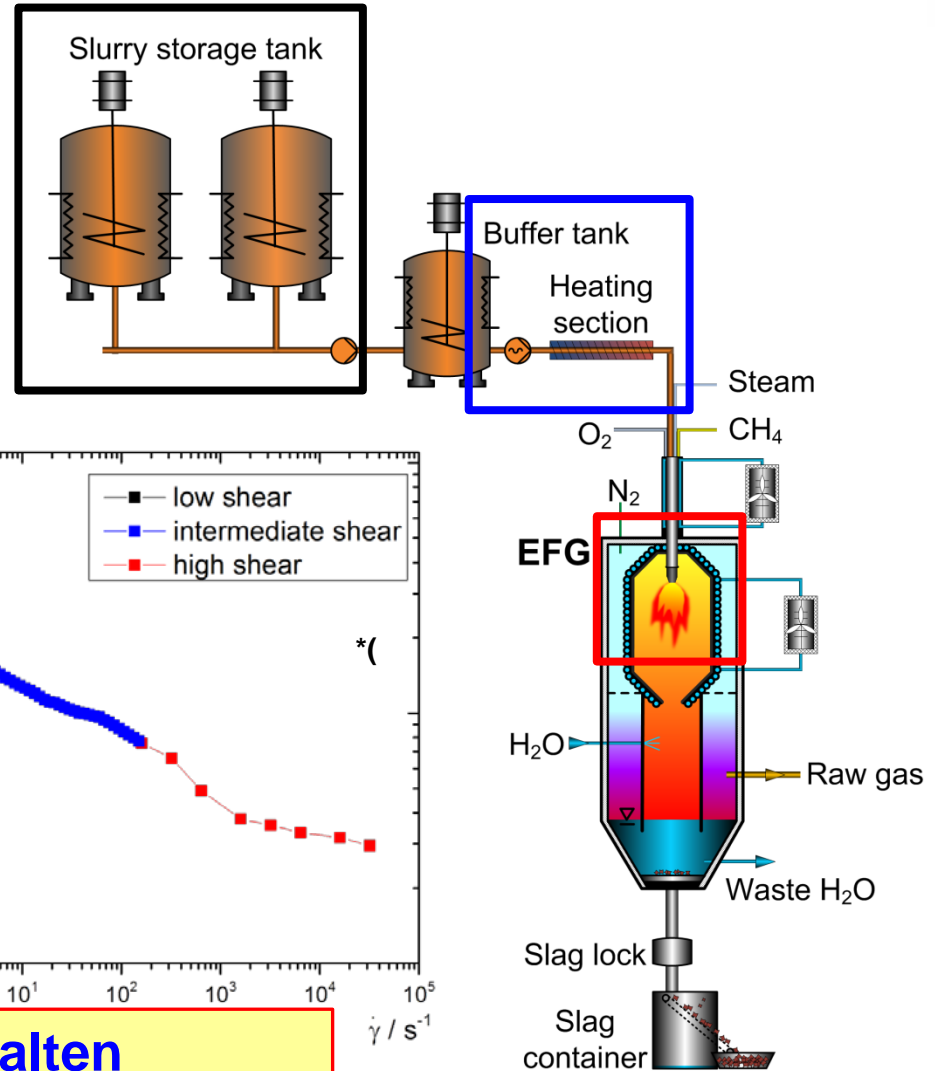
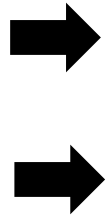
$$GLR = \frac{\dot{M}_{Gas}}{\dot{M}_{Liq}} = \frac{\dot{M}_{Oxidizer}}{\dot{M}_{Fuel}} \propto S.R.$$

Rheologische Untersuchung biosyncrude

biosyncrude:

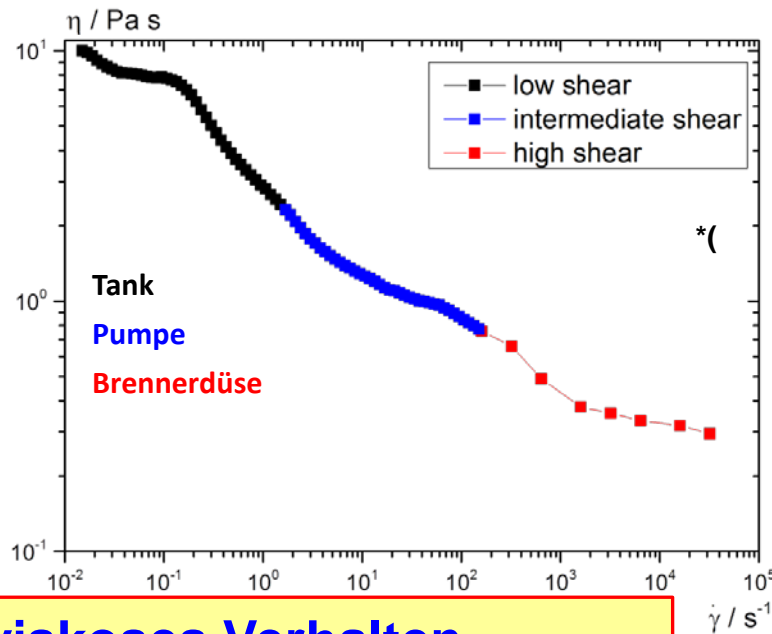


Brennstoff



Rheologische Eigenschaften:

- Fließverhalten
- Viskosität (bis zu 10 Pa·s)



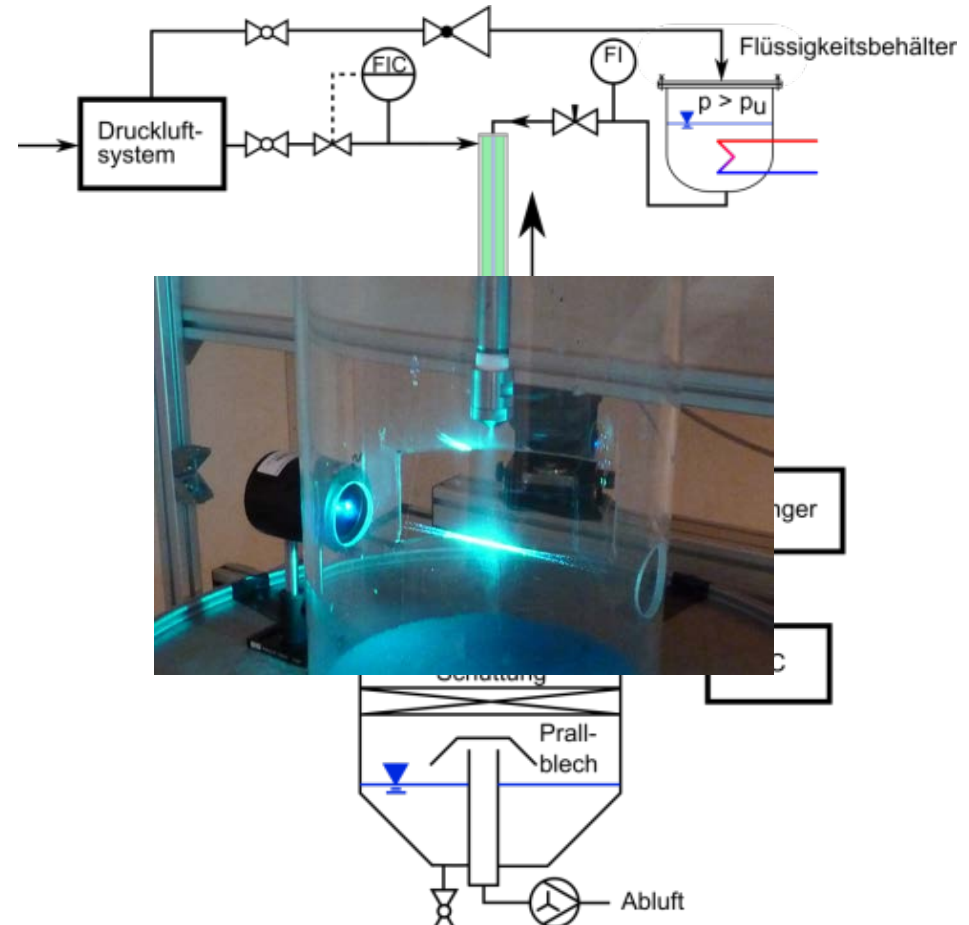
→ Strukturviskoses Verhalten

*Quelle: L. Jampolski – KIT|MVM

Versuchsanlage – ATMO

Technische Daten:

- $p = 1 \text{ bar}_{\text{abs}}$
- $\eta_{\text{liq,max}} = 1000 \text{ mPa s}$
- $T_{\text{liq}} = 10 - 50 \text{ °C}$
- $\dot{m}_{\text{gas}} = 1 - 20 \text{ kg h}^{-1}$
- $\dot{m}_{\text{liq}} = 1 - 20 \text{ kg h}^{-1}$
- geeignet für Suspensionen
- Verschiedene Düsen

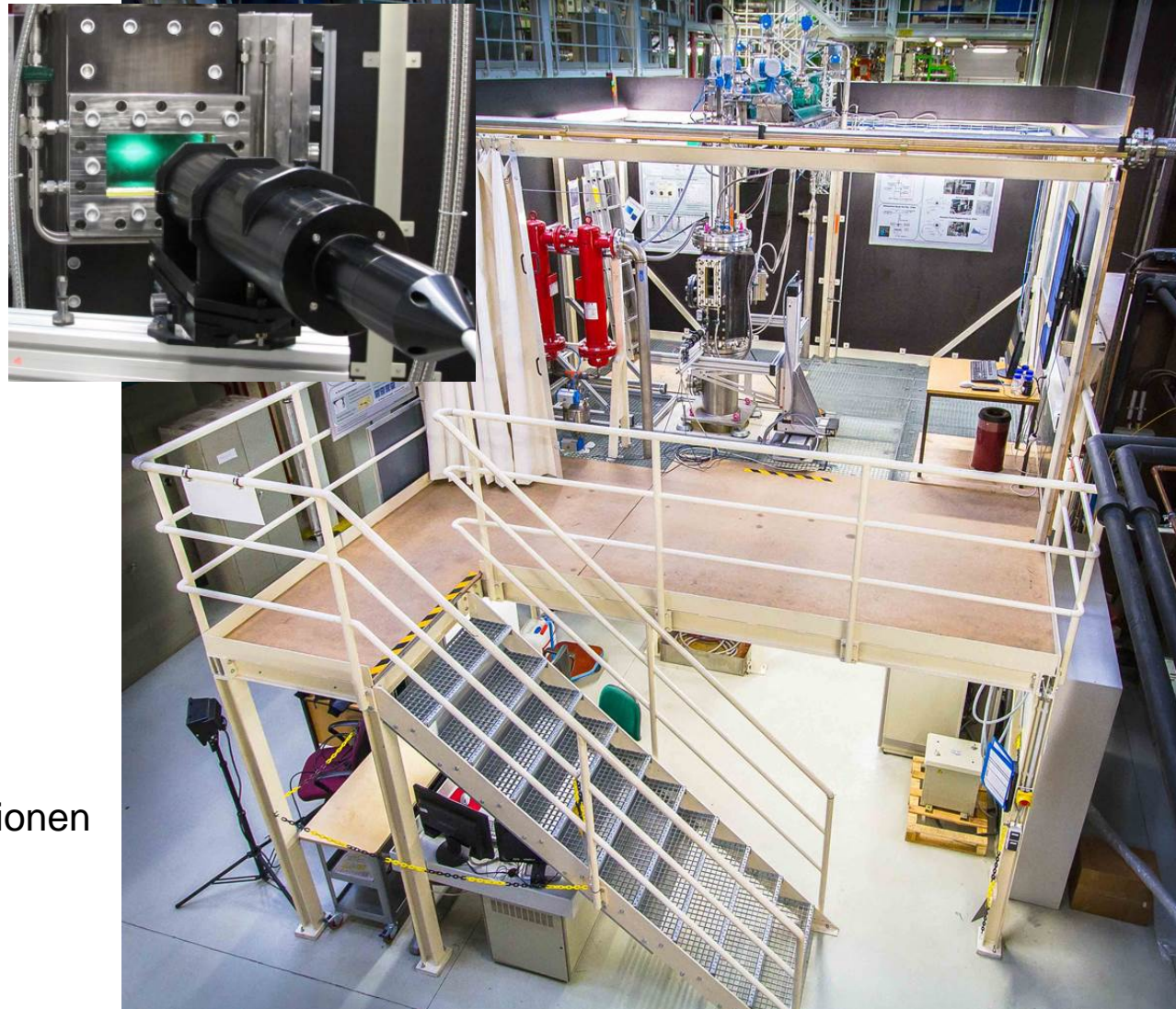


→ **Untersuchung Betriebsbedingungen & Viskosität**

Technische Daten:

- $p_{\text{reac}} = 1 - 21 \text{ bar}_{\text{abs}}$
- $\eta_{\text{liq,max}} = 1000 \text{ mPa s}$
- $T_{\text{liq}} = 10 - 50 \text{ °C}$
- $\dot{m}_{\text{gas}} = 1 - 500 \text{ kg h}^{-1}$
- $\dot{m}_{\text{liq}} = 10 - 200 \text{ kg h}^{-1}$

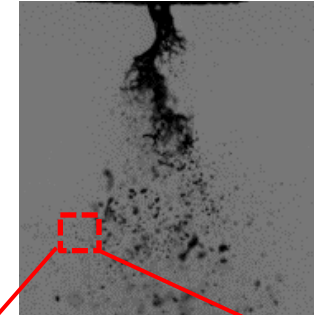
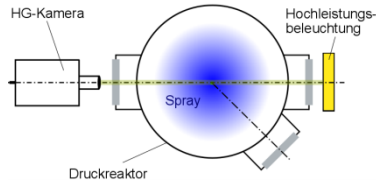
- 3 optische Zugänge
- Scheibenreinigung
- geeignet für Suspensionen
- Verschiedene Düsen



➔ **Untersuchung Betriebsbedingungen, Druck & Viskosität**

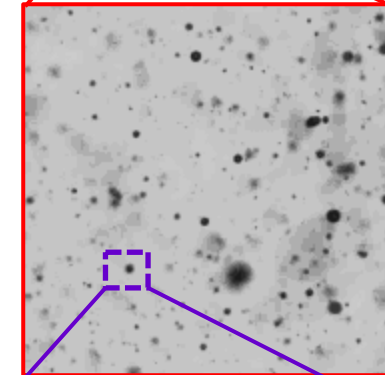
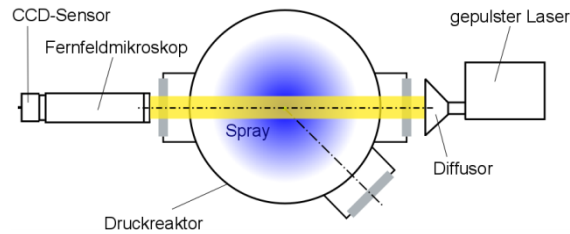
Eingesetzte Messtechnik

High Speed Camera



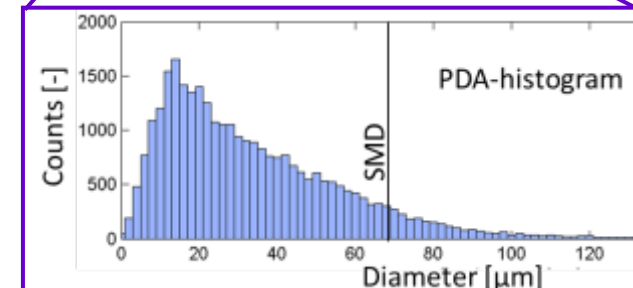
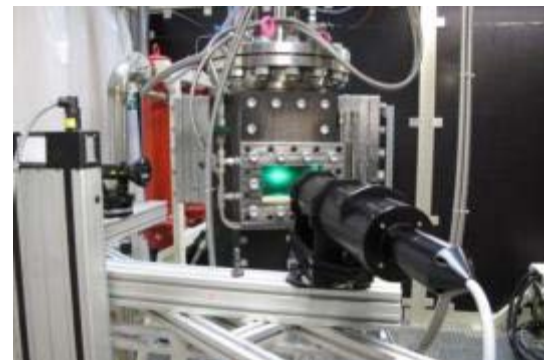
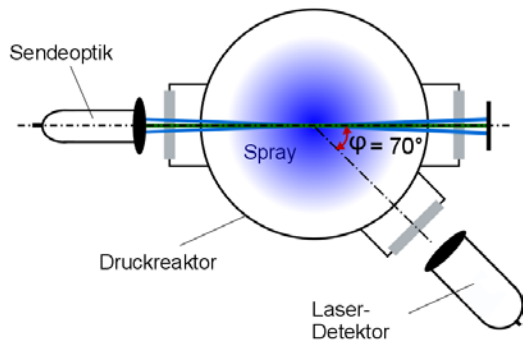
HG-Kamera

Shadow-Sizer



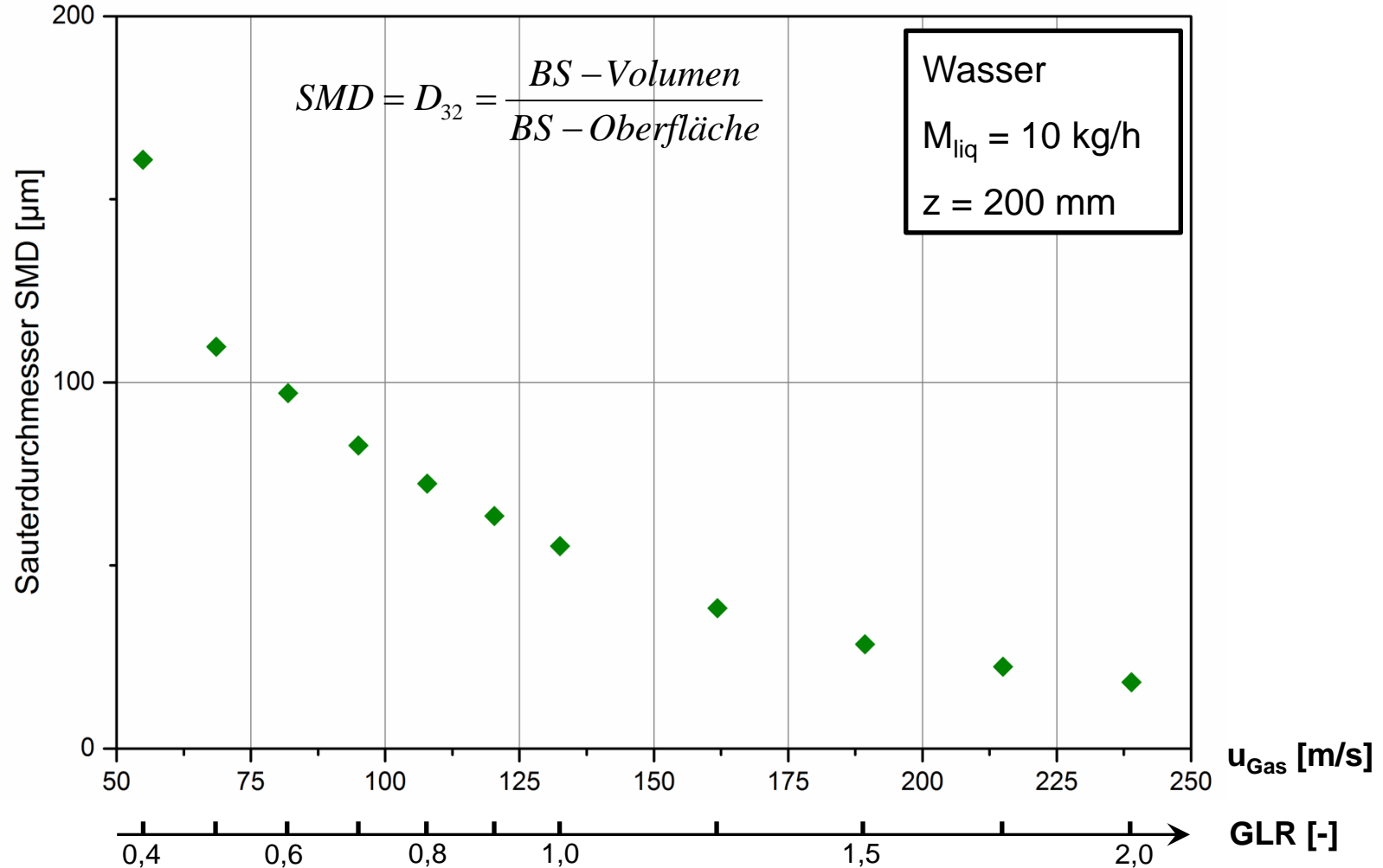
Fernfeldmikroskop

Phase-Doppler-Analyzer (PDA / LDA)



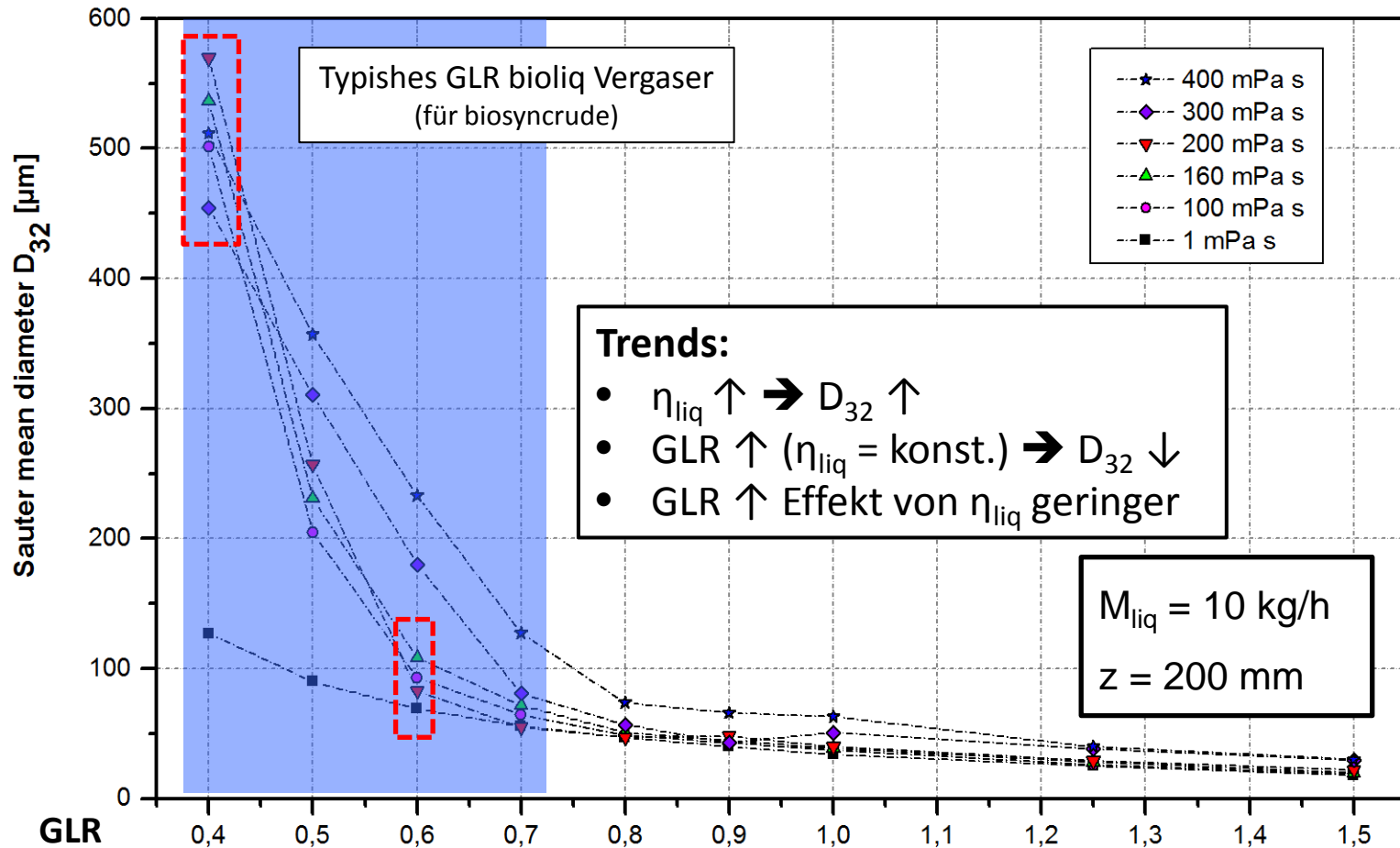
Lokale TGV

Tropfengröße als Fkt. der GLR



→ Steigende GLR führt zu Abnahme des SMD

Tropfengröße als Fkt. der Viskosität

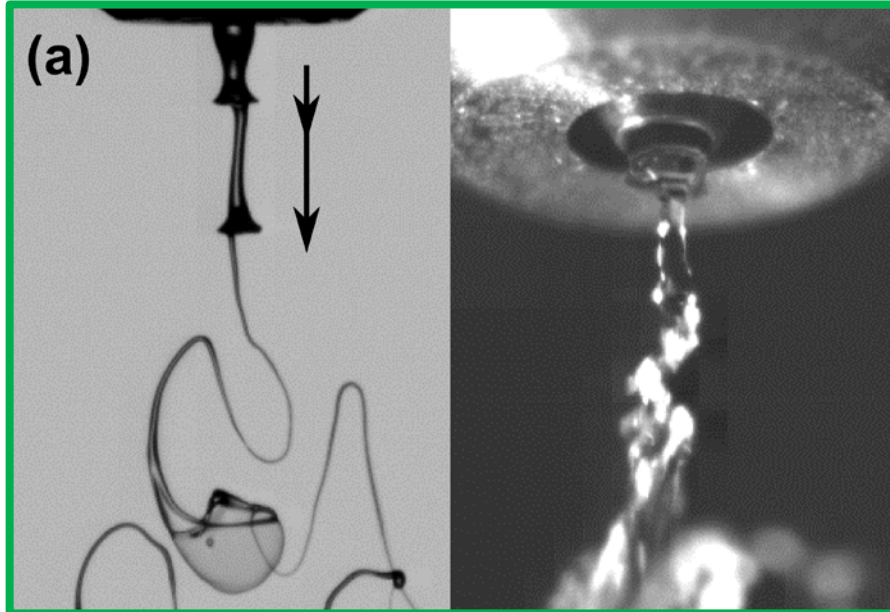


→ Verhalten Tropfengröße anders als in Literatur beschrieben

Primärinstabilitäten „Pulsating / Flapping“

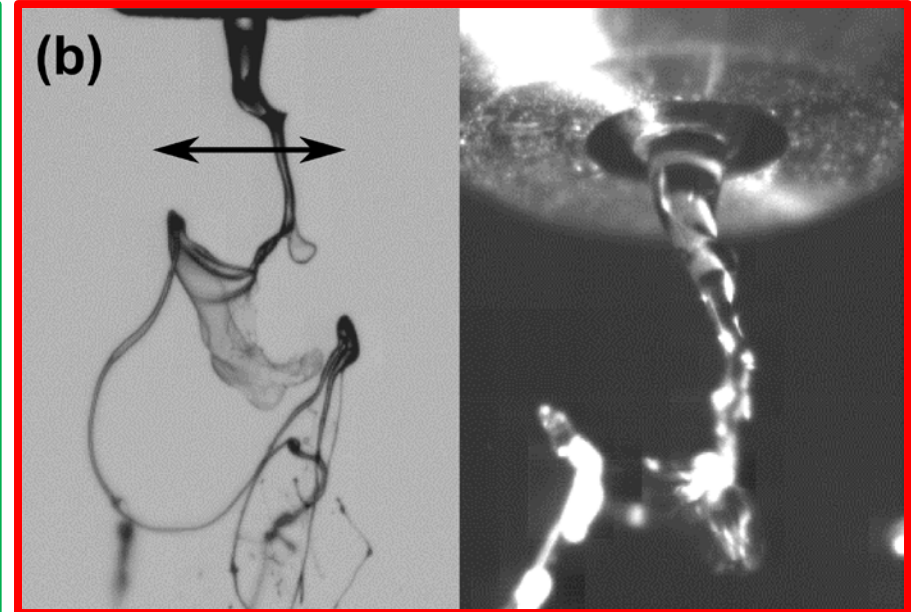
GLR = 0,4
 $\eta_{liq} = 200$ mPa·s

Pulsating



Flapping

GLR = 0,4
 $\eta_{liq} = 300$ mPa·s



- Hohe aerodynamische Kräfte ($GLR > 1.0$) → *Pulsating mode*
- Geringere aerodynamische Kräfte ($GLR < 1.0$) und $\eta_{liq} < 200$ mPa·s → *Pulsating mode*
- Geringere aerodynamische Kräfte ($GLR < 1.0$) und $\eta_{liq} > 200$ mPa·s → *Flapping mode*

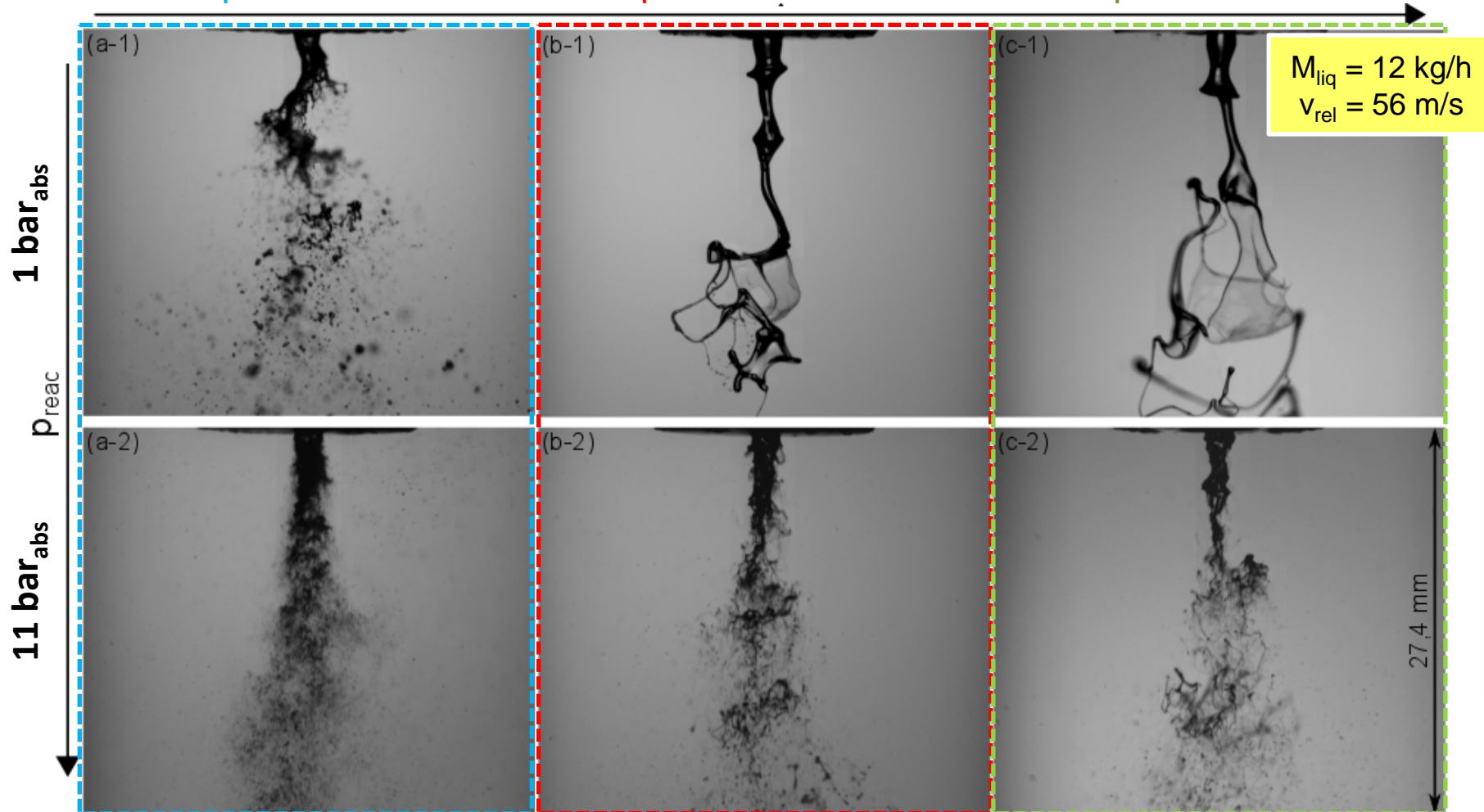
→ **Flapping effektiver als Pulsating**

Einfluss Druck – Primärzerfall hochviskos

$\eta_{liq} = 1 \text{ mPa s}$

$\eta_{liq} = 100 \text{ mPa s}$

$\eta_{liq} = 200 \text{ mPa s}$

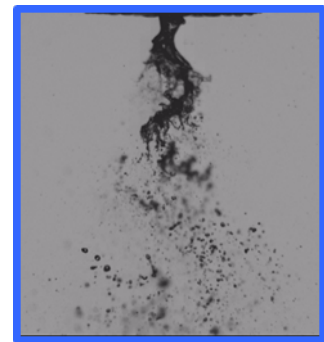


→ η_{liq} dämpft Primärzerfall & Tropfenbildung / $p \uparrow$ begünstigt Strahlzerfall & Tropfenbildung

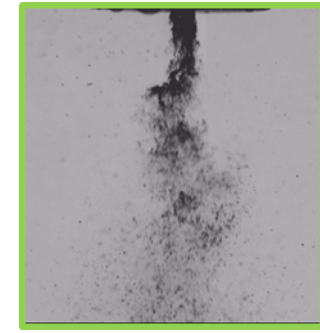
Einfluss Druck – Zerstäubung hochviskos



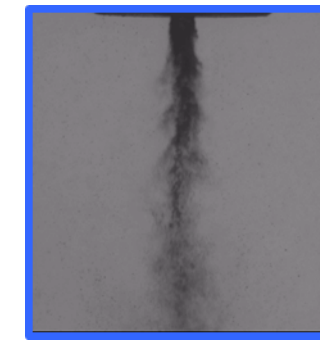
1 bar_{abs}



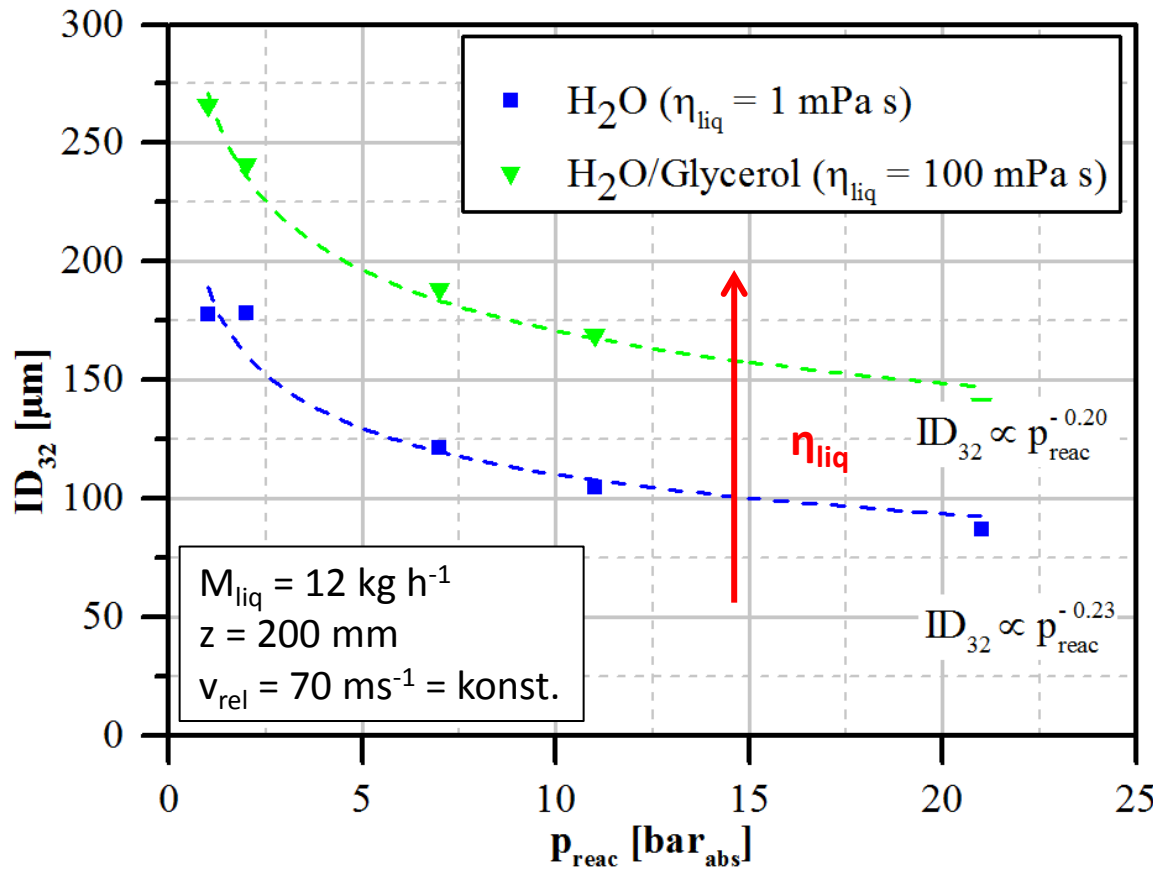
1 bar_{abs}



21 bar_{abs}



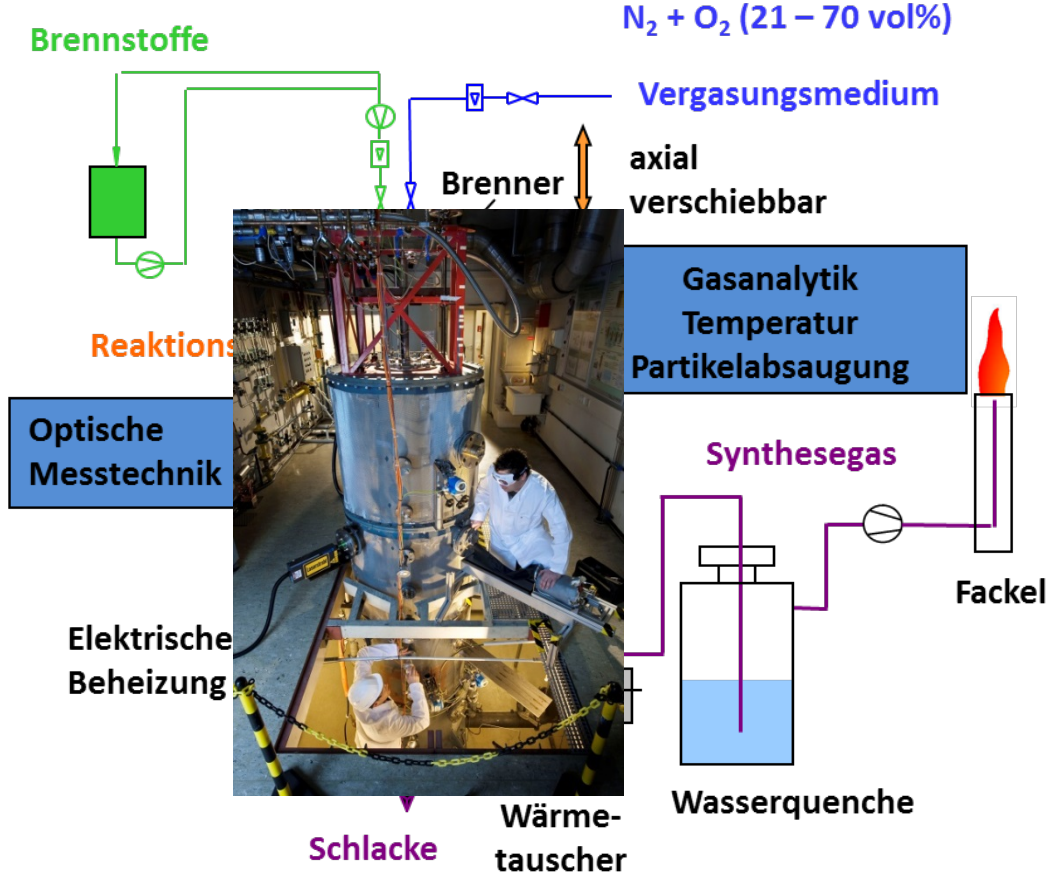
21 bar_{abs}



Positiver Einfluss von p_{react} auf Sprayqualität
Unabhängig von η_{liq} (1 & 100 mPa·s)
 $ID_{32} \sim p_{react}^{-0.2} (z = 200 \text{ mm})$

Atmosphärischer Flugstromvergaser REGA

Karlsruher Institut für Technologie



Technische Daten:

$p =$ atmosphärisch

$m_{\text{Brennstoff}}$ bis 13 kg/h

$P_{\text{th}} = 60$ kW

Elektrisch beheizte Wand

$T_{\text{Wand, max}} = 1200$ °C

$T_{\text{Gas, max}} = 1600$ °C

Gasanalytik:

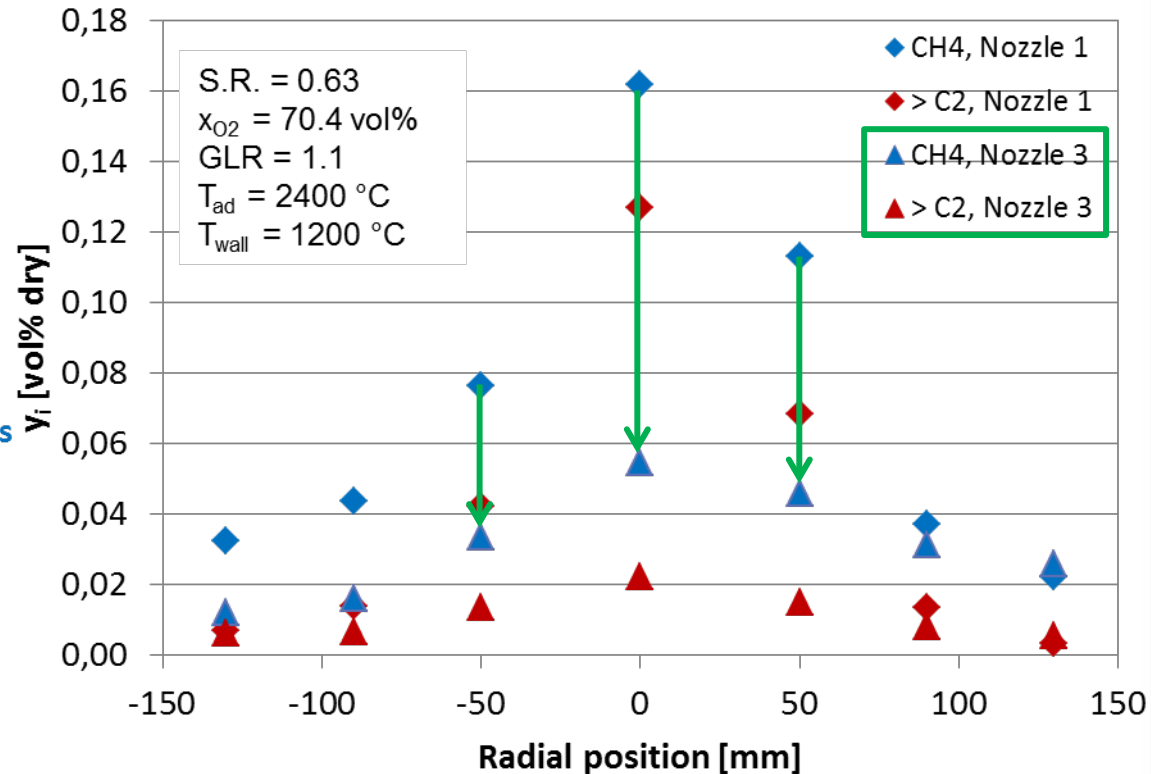
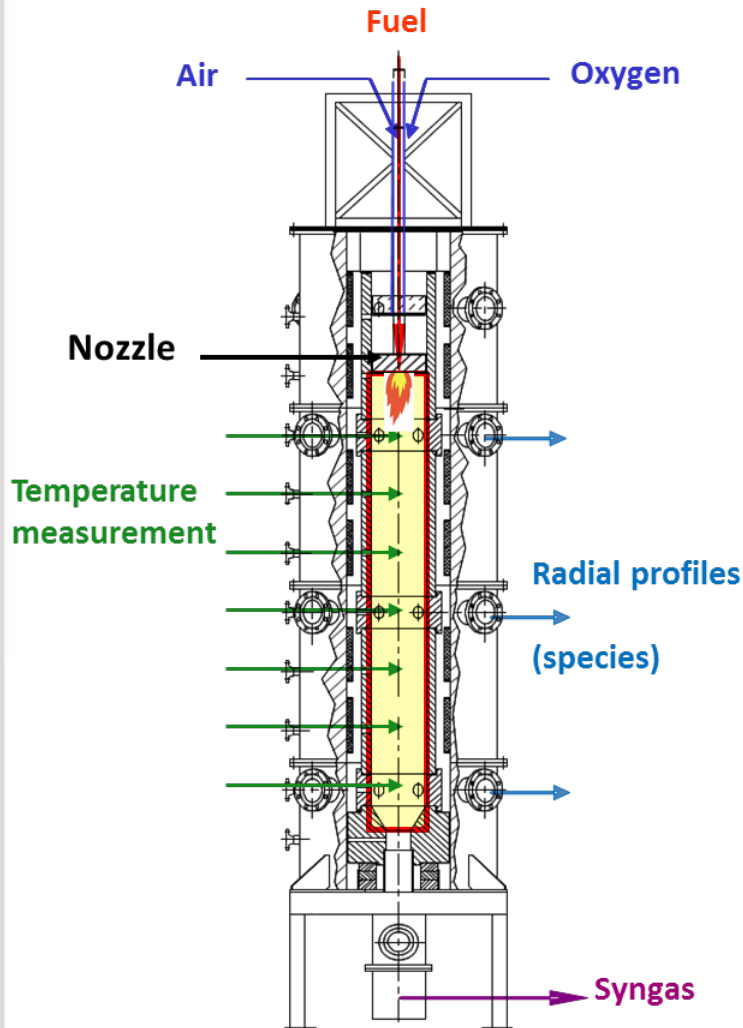
H_2 (calorimetry), CO , CO_2 , CH_4 (IR),

C_{org} (FID), O_2 (paramagnetism)

➔ μGC : H_2 , CO , CO_2 , N_2 , O_2 , CH_4 ,

C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6

Einsatz neuer Brennerdüsen im Vergaser



→ Verbesserung der Syngas-Qualität durch neue Düse

Bisherige Arbeiten

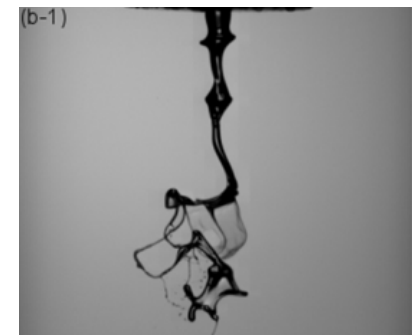
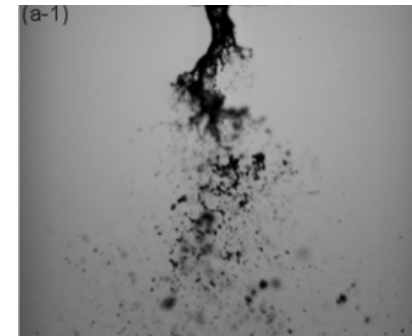
- Rheologische Charakterisierung biosyncrude → Strukturviskosität
- Zerstäubung hochviskoser Fluide (1 bar) → Einfluss GLR & η_{liq}
- Zerstäubung hochviskoser Fluide (1-21 bar) → Einfluss p & η_{liq}
- Einsatz Brennerdüsen im Vergaser → Syngas-Qualität

Weiter Arbeiten

- Zerstäubung von Suspensionen (optimale Sprayqualität für breites Brennstoffspektrum)



Danke!



Kontakt:

Dr.-Ing. Tobias Jakobs
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Technische Chemie
Tel.: +49 721 608 26763
Mail: tobias.jakobs@kit.edu

