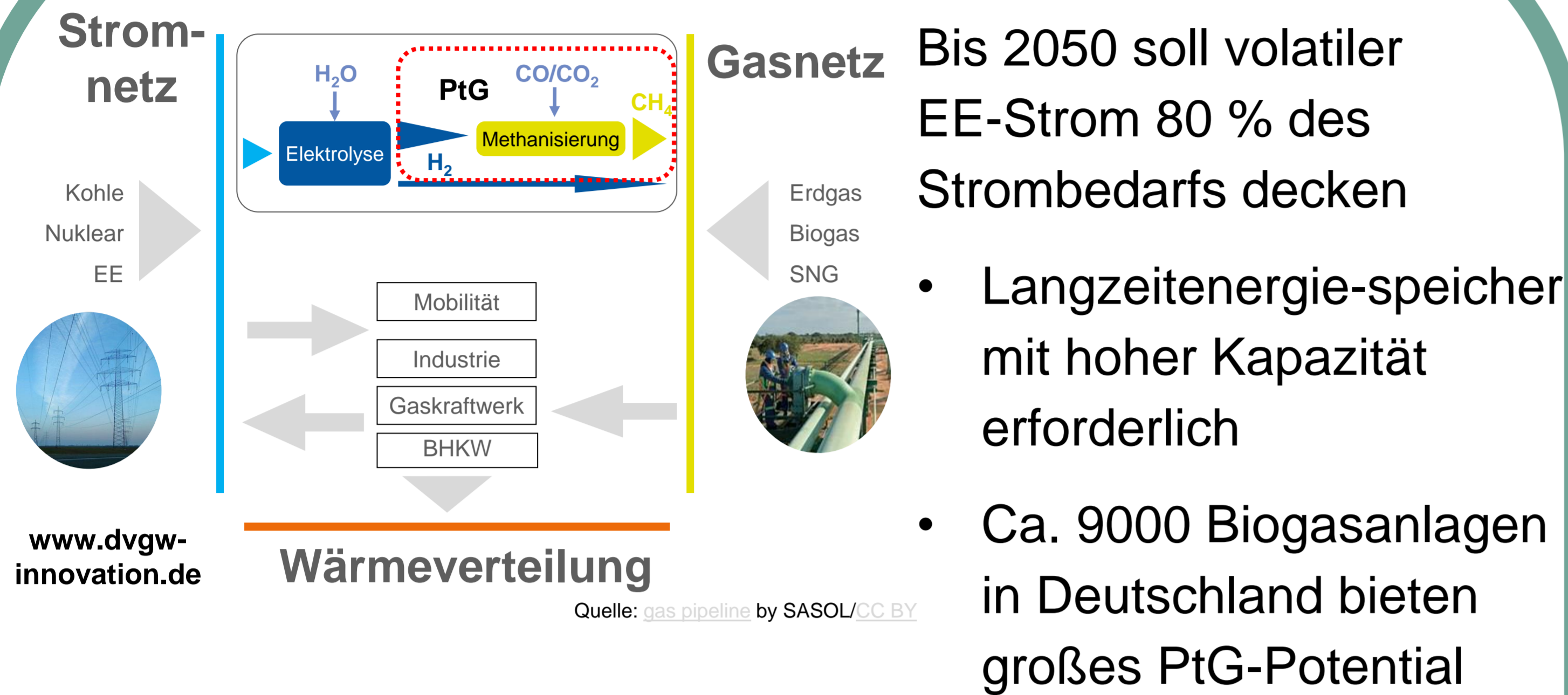


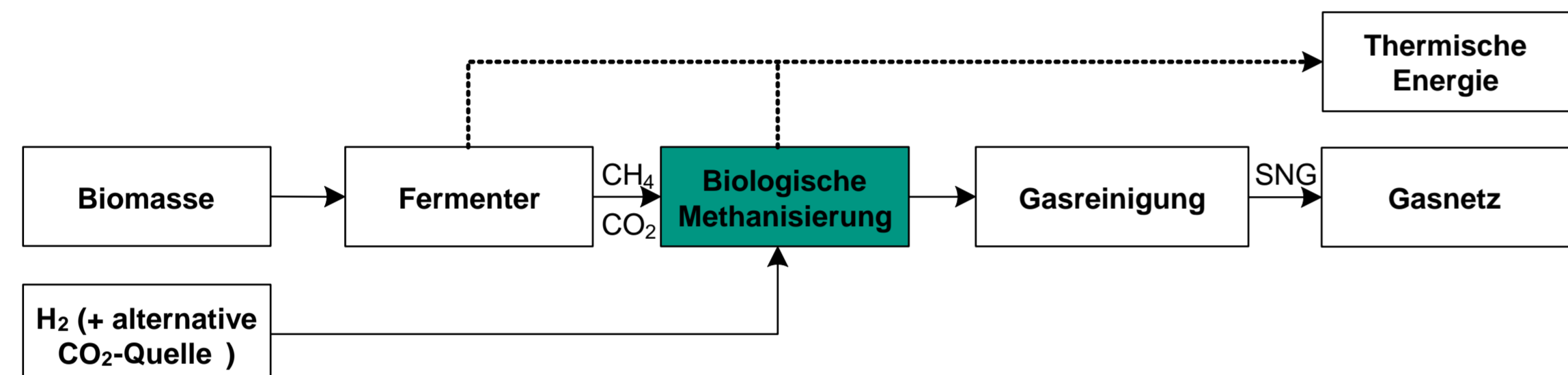
Biologische Methanisierung (BM) im Blasen- säulenreaktor - Hydrodynamik und Stofftransport

F. Mörs, F. Ortloff, F. Graf, T. Kolb

Motivation



Einkopplung von H₂ aus EE-Strom in die Biogasprozesskette



Für Einspeisung: $y_{CH_4} > 95\%$ → H_2/CO_2 -Umsätze $\gg 95\%$

- Limitierung der Methanbildung (MFR) durch G/L-Stofftransport
- Mehrphasenreaktoren für BM mit schnellem G/L-Stofftransport
 - Rührkesselreaktor (Labormaßstab, hohe Rührerleistung)
 - Alternativen: Blasensäulen- und Rieselbettreaktor

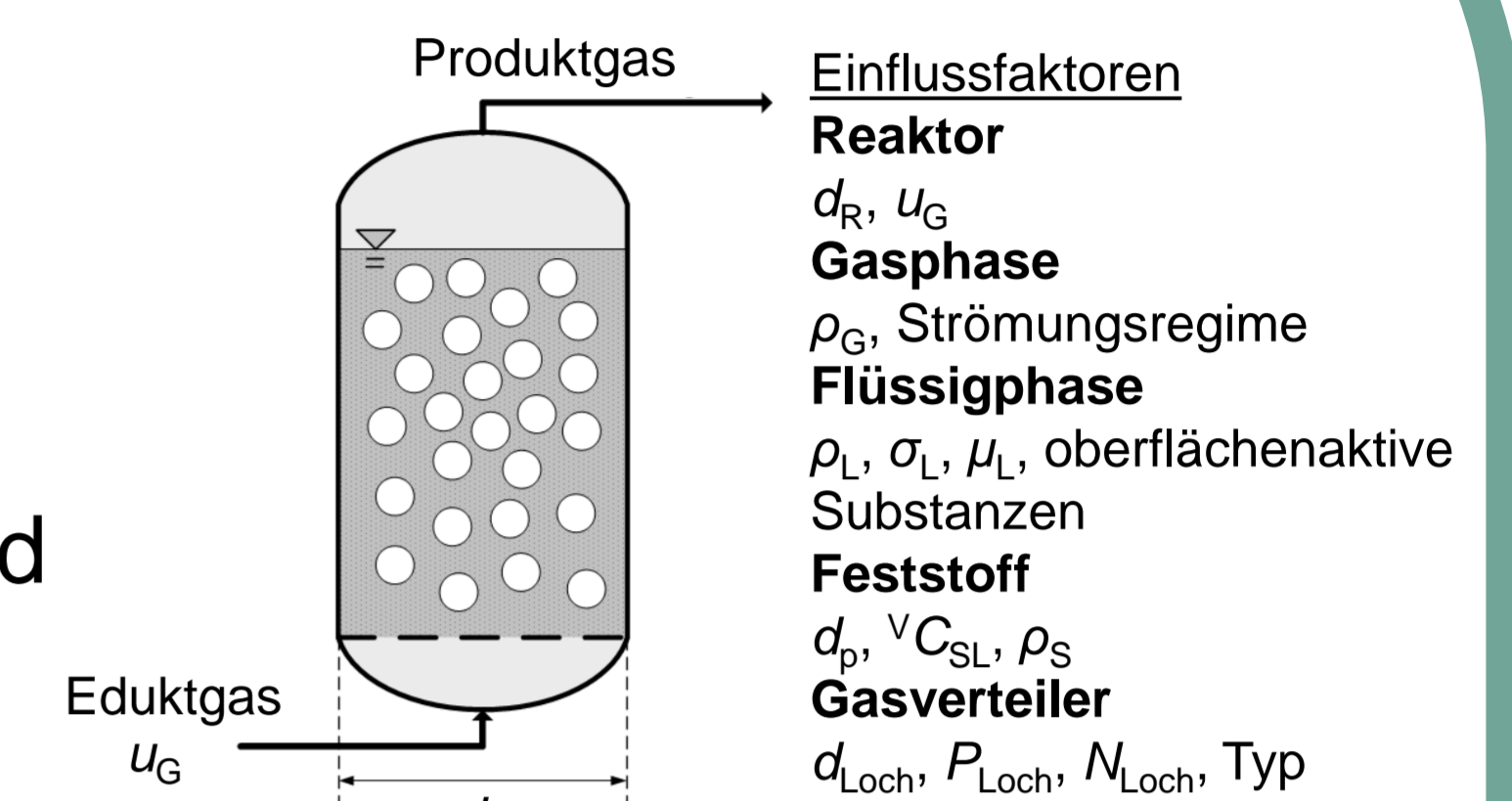
Blasensäulenreaktoren (BS)

Vorteile

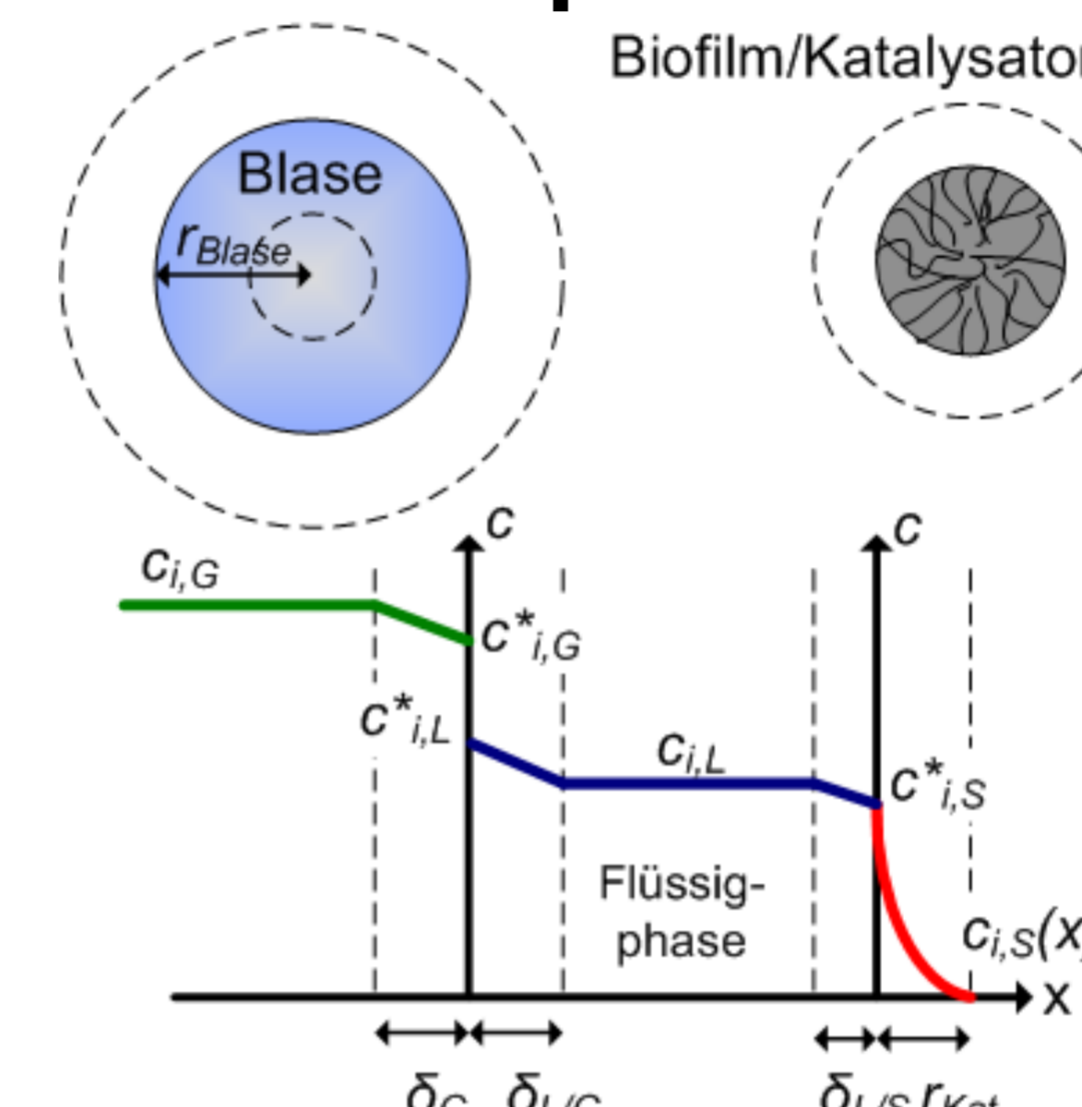
- Einfacher, variabler Reaktor
- Keine beweglichen Teile
- geringer Verschleiß und Wartungsaufwand

Nachteile

- Komplizierte Auslegung durch viele Einflussfaktoren



Stofftransport in BS



$$\frac{\dot{n}_{i,GL}}{V_R} = (k_L a)_i \cdot \left(\frac{p_i \cdot p_L}{H_{iL}} - c_{iL} \right)$$

Bestimmt durch:

- Stoffübergangskoeffizient k_L
- Phasengrenzfläche a
- Konzentrationsdifferenz Δc

- Für Auslegung ist Kenntnis der Hydrodynamik (Blasengröße, Blasenanzahl (Gasgehalt), Strömungsregime) erforderlich
- Simulation für die Reaktorauslegung

Hydrodynamik

Experimentelle Untersuchung der Hydrodynamik in Blasensäulen (ohne Reaktion)

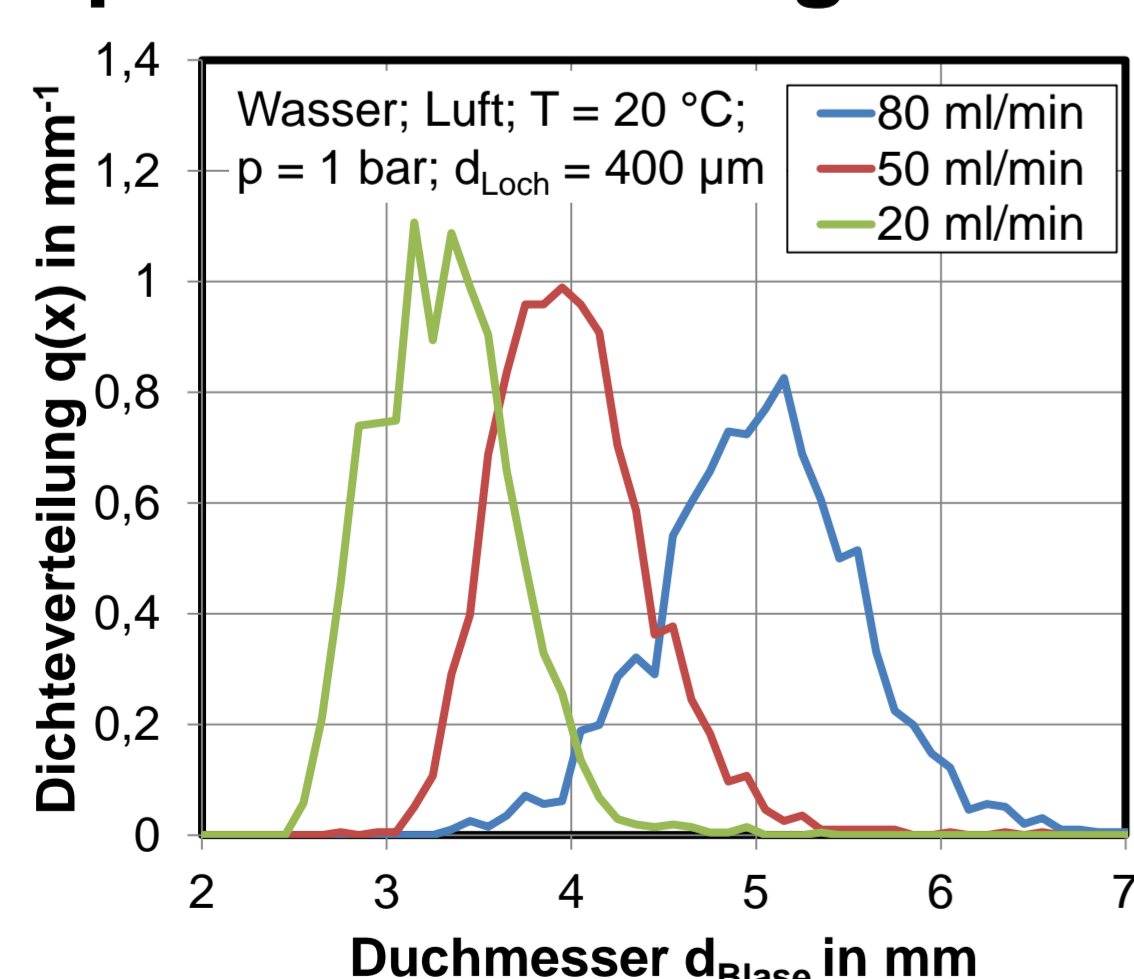
- Blasengrößenverteilung d_{Blase}
- Relativer Gasgehalt ϵ_G
- Strömungsregime

Die Hydrodynamik wird bestimmt durch Teilprozesse in der Blasenströmung:

- Primärblasenbildung am Gasverteiler
- Blasenkoaleszenz und -zerfall
- Blasenaufstieg



Exp. Untersuchung der Teilprozesse: Primärblasenbildung



Optische Bestimmung des Blasendurchmesser ($N_{Blasen} > 2000$)

- Am starren Einlochgasverteiler
- Untersuchung des Einflusses von
 - Lochdurchmesser d_{Loch}
 - Volumenstrom $F_{V,Gas}$
 - Flüssigkeitseigenschaften

Ausblick zu experimentellen Arbeiten

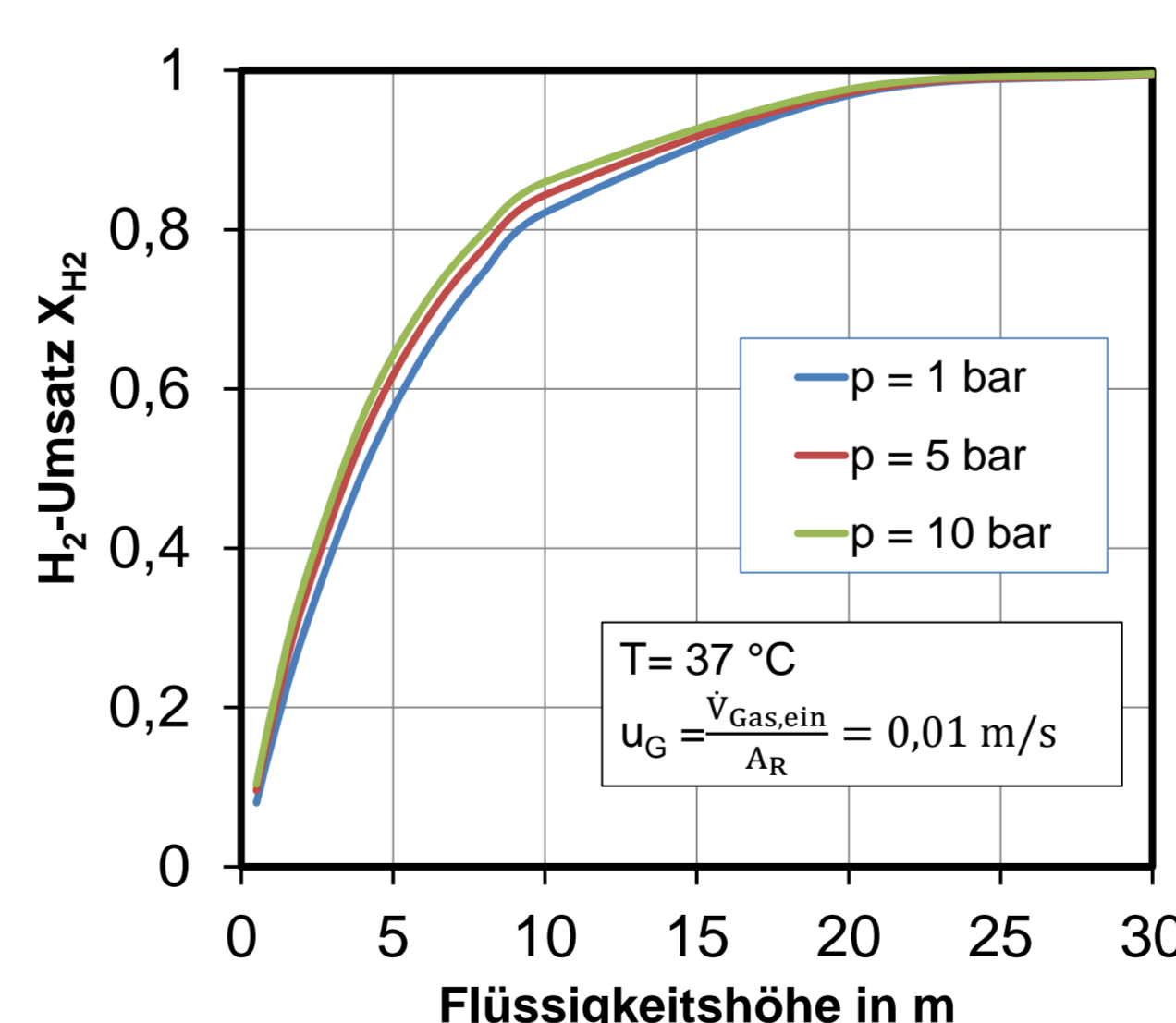
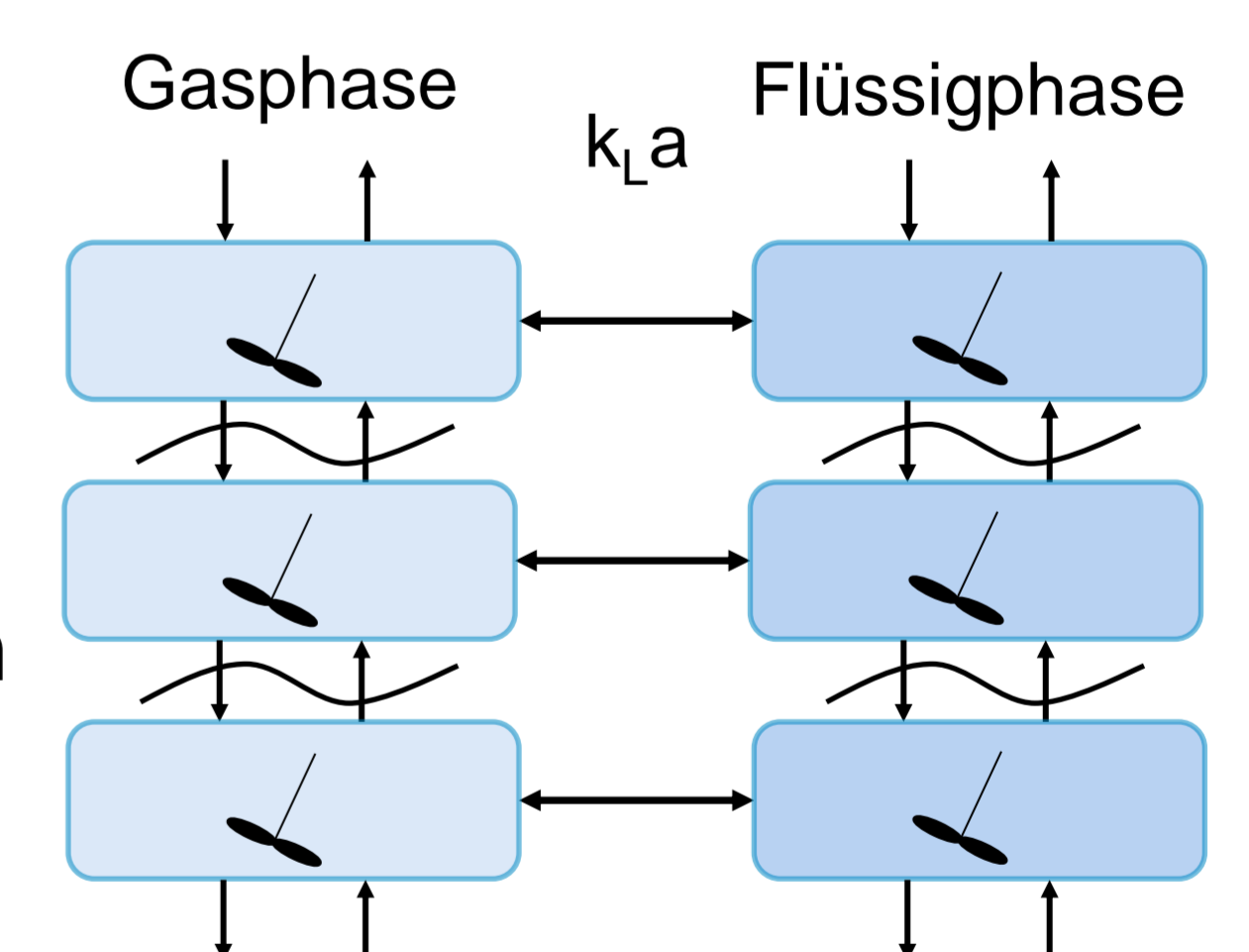
- Messung ϵ_G , d_{Blase} bei $p \nearrow$, $T \nearrow$, auch mit Feststoffbeladung
- Messung des Stofftransports ($k_L a$) im Blasensäulenreaktor

Reaktorsimulation

Modellierung der BM in Blasensäulenreaktoren

- Zellenmodells
- Basierend auf Literaturdaten
- Validierung des Modells mit Experimenten

Ziel: Aufzeigen von Limitierungen und Optimierungspotenzialen hinsichtlich Methanbildungsrate



Bedingungen der BM:

- $y_{H_2,ein} = 4 y_{CO_2,ein}$; $y_{CH_4,ein} = 0$
- homogenes Strömungsregime

Tatsächliche Verweilzeit des Gases abhängig von Blasenaufstiegs-
geschwindigkeit und Reaktorhöhe

- Für Umsätze $> 95\%$ ist eine Mindesthöhe erforderlich

Ausblick Modellierung BM

Evaluierung der Produktgasrückführung um MFR zu steigern
Vergleich mit alternativen Reaktorkonzepten

- Modellierung Rieselbettreaktor für die BM