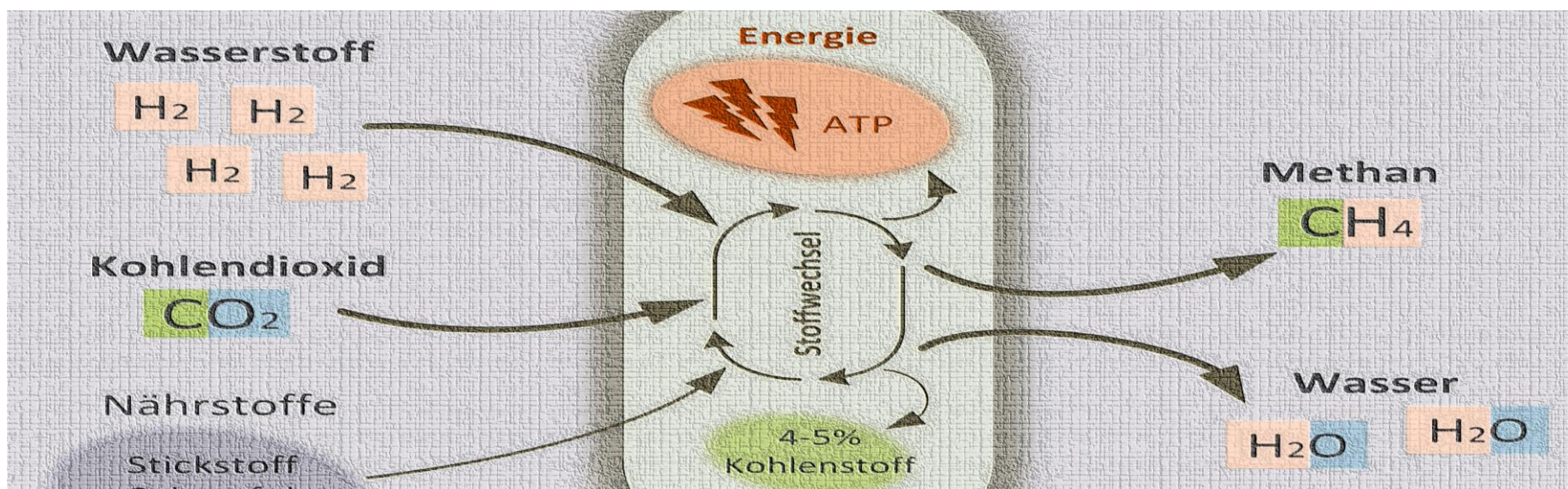


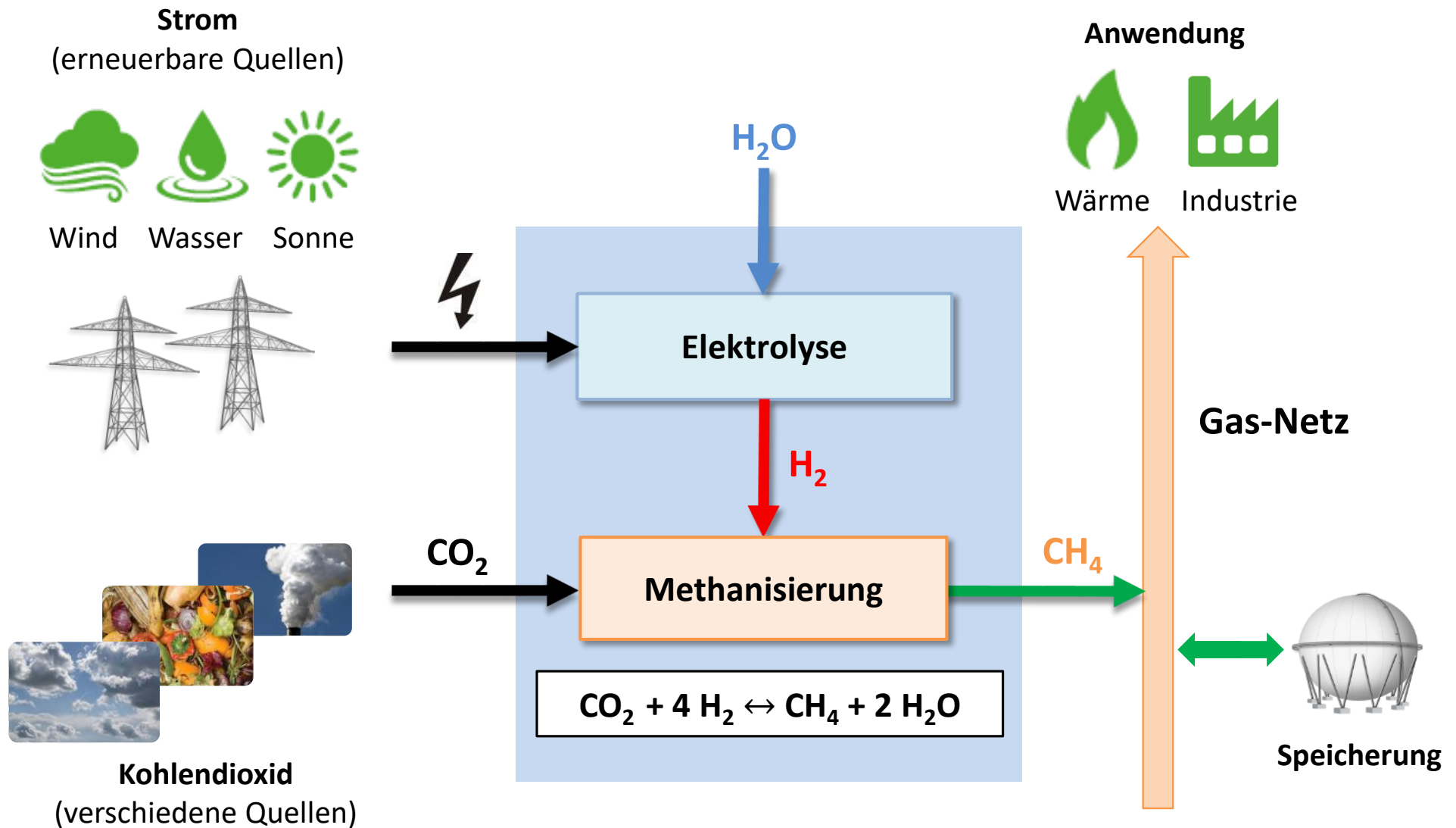
Biologische Methanisierung Verfahrensvarianten und Technologien



Dr. Judith Krautwald | judith.krautwald@zhaw.ch

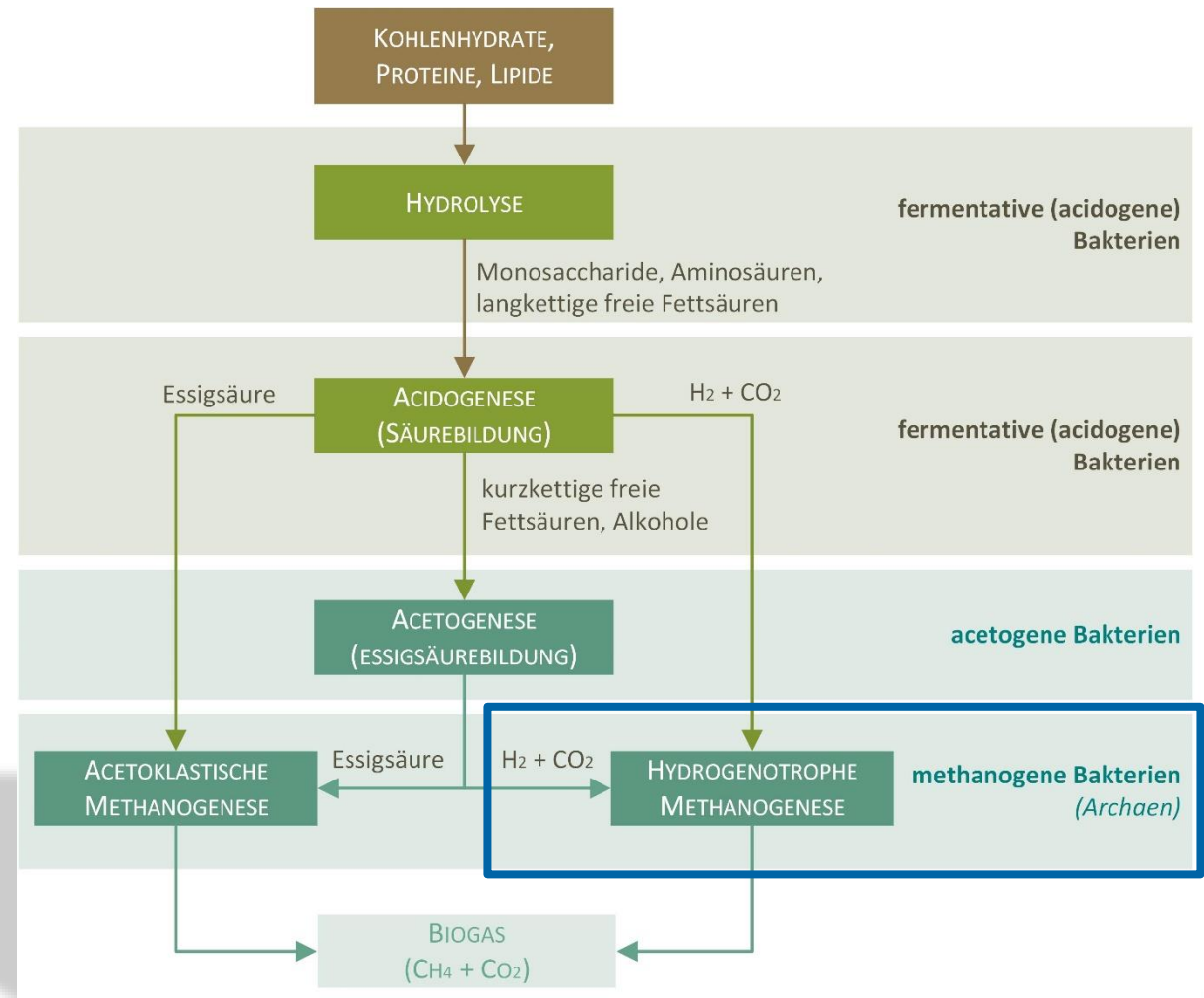
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Fachstelle Umweltbiotechnologie, Wädenswil, Schweiz
Expertinnen- und Expertengespräche Power-to-Gas 2018

Power-to-Gas und Methanisierung





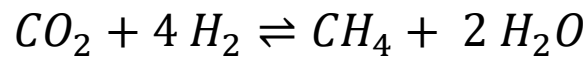
Biologische Methanisierung ist Teilschritt der anaeroben Vergärung



- Anaerobe Vergärung ⇒ **Wasserstoff** ist limitierende Komponente hinsichtlich Methanbildung

Methanogenese als biologische Variante der Methanisierung

■ Reaktion:



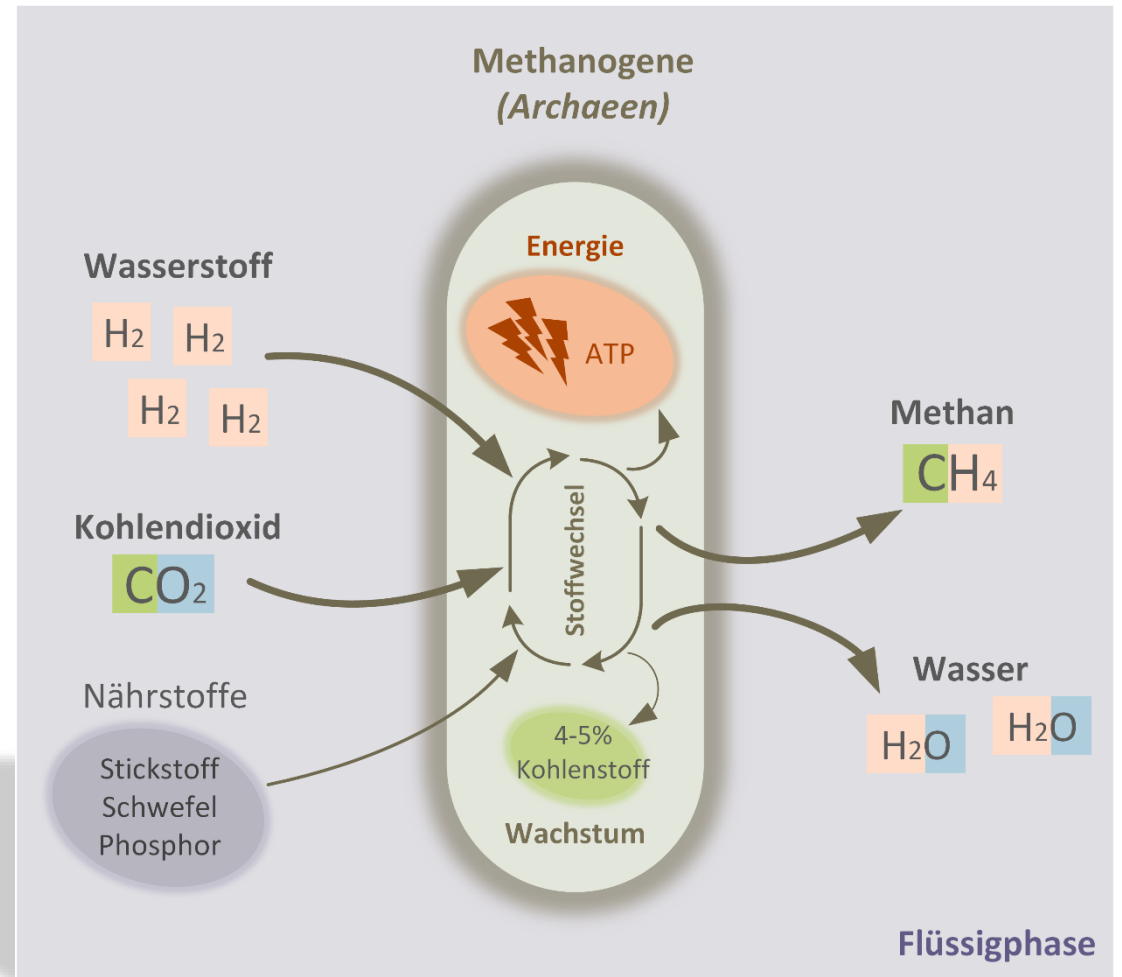
(hydrogenotrophe Methanogenese)

■ Mikroorganismen:

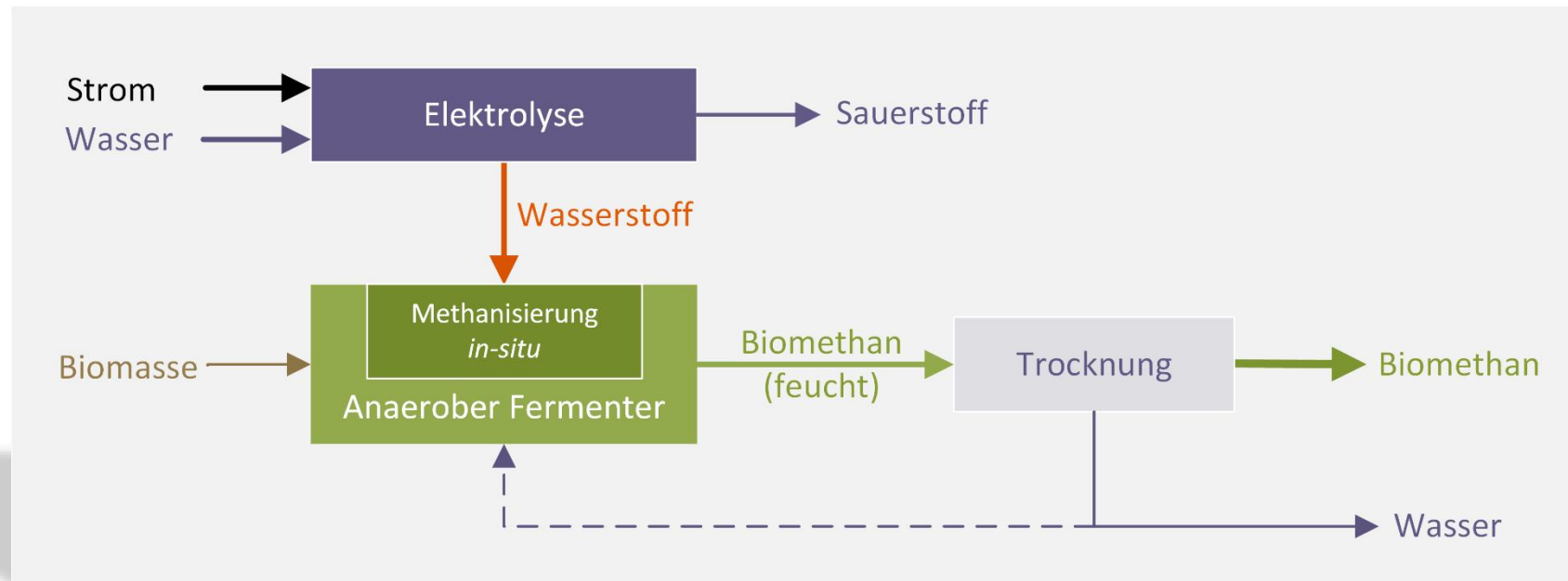
- Domain: **Archaea**
- Phylum: Euryarchaeota
- Pseudonym: Methanogene

■ Bedingungen:

- anoxisch (kein Sauerstoff)
- Temperatur: 35°C – 75°C
- pH: 7 – 8



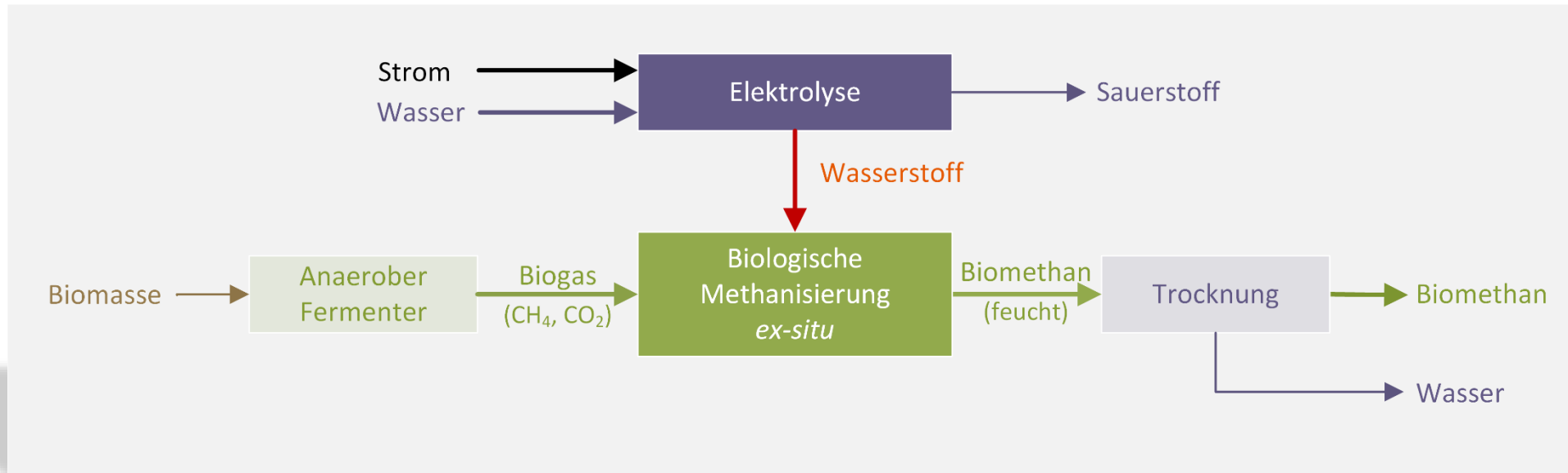
■ Prinzip: Wasserstoff direkt in anaeroben Fermenter



■ Herausforderung:

- Stofftransportlimitierung ⇒ optimales Dispergieren von Wasserstoff im Fermenter
 - erzielbarer Umsatz ⇒ Beeinflussung der Biozönose im Fermenter
- ⇒ **Gibt es eine Obergrenze hinsichtlich des Methangehalts in der Praxis ?**

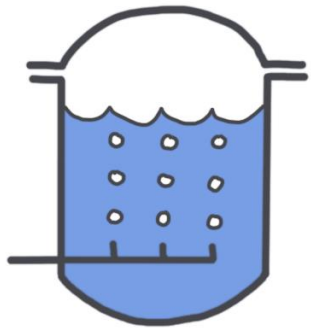
- Prinzip: Wasserstoff in separaten Bioreaktor mit Methanogenen



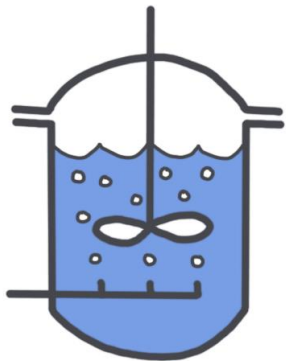
- Herausforderung:

- Stofftransportlimitierung ⇒ optimales Reaktorsystem
- erzielbarer Umsatz ⇒ optimale Wachstumsbedingungen für Mikroorganismen
- ⇒ **Was ist das optimale Reaktorsystem? Welche Kulturen sind am leistungsfähigsten?**

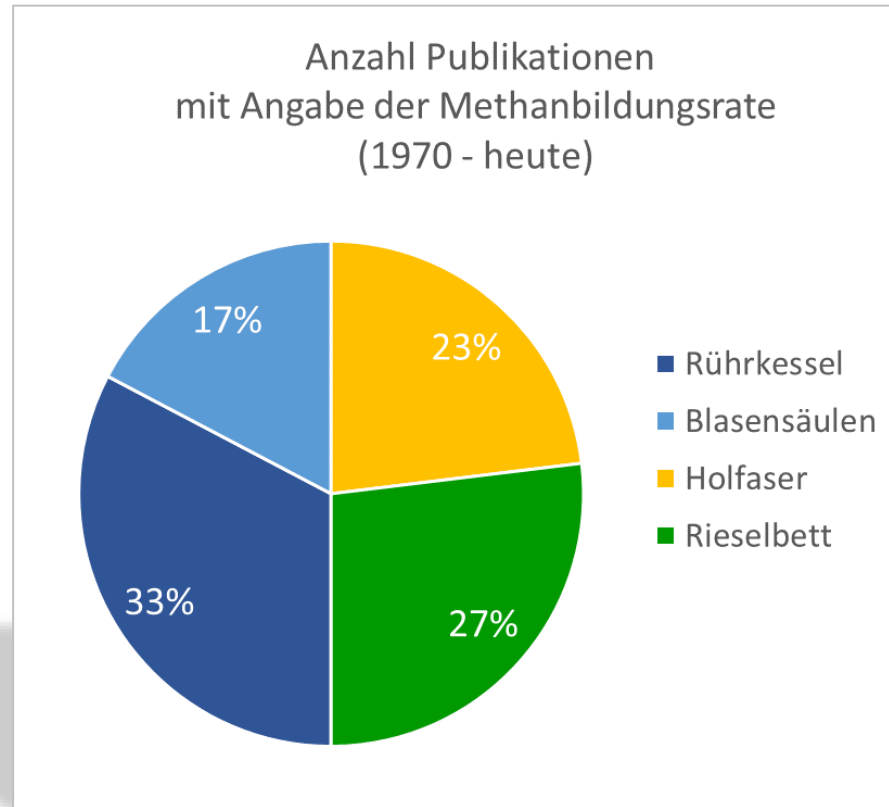
Reaktorsysteme für die Biologische Ex-situ Methanisierung



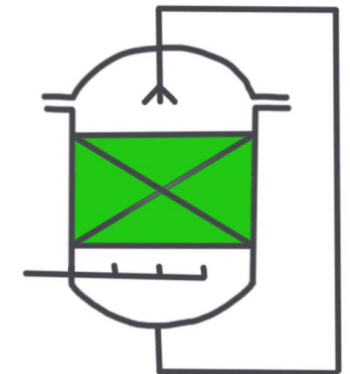
Blasensäulenreaktor



Rührkesselreaktor
(CSTR)



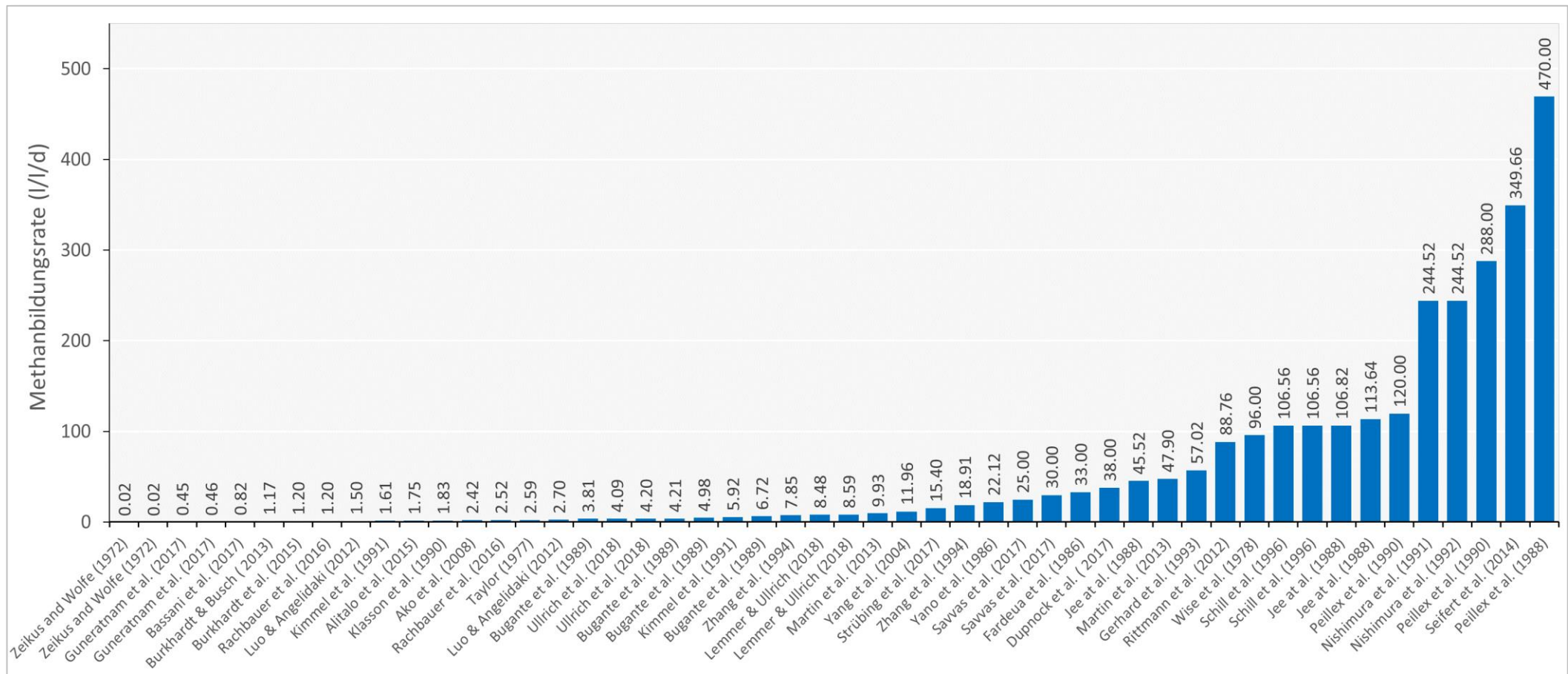
Membranreaktor



Rieselbettreaktor

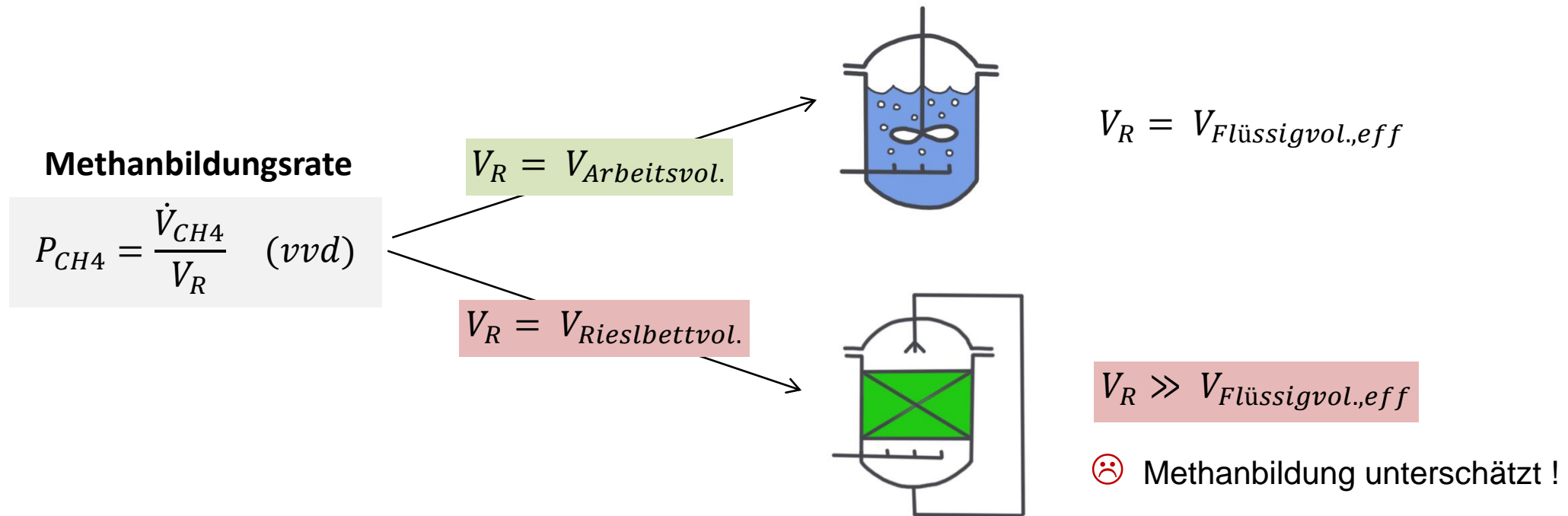
Verbreitete Thesen:

- «Rührkesselreaktoren haben eine höhere Methanproduktion als Rieselbettreaktoren.»
- «Reinkulturen sind besser als Mischkulturen.»



Verfälschung der Methanbildungsrate durch ungeeignete Bilanzierung

- Problem: Bilanzierung in meisten Publikationen ungeeignet für Reaktorvergleich



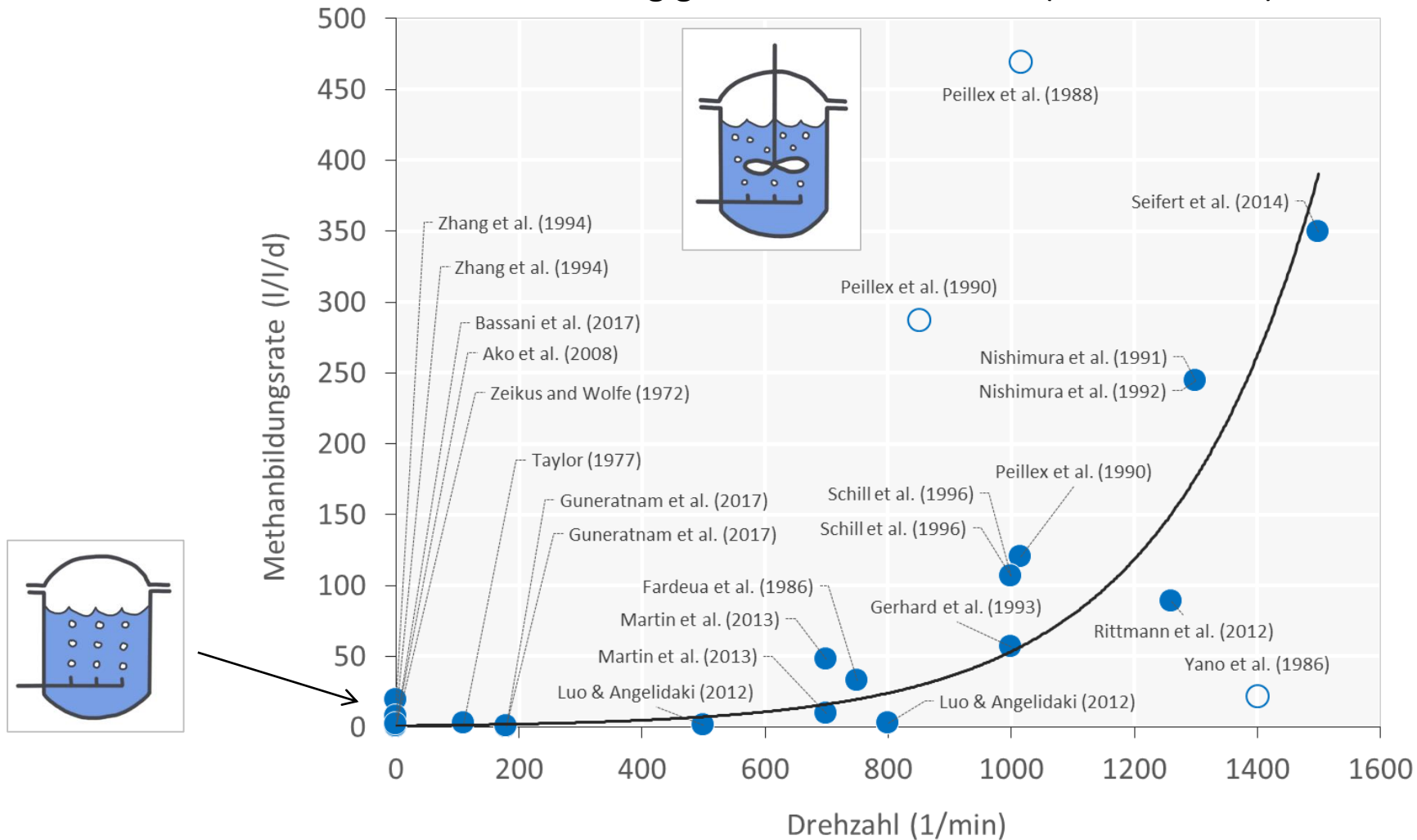
- Lösung: Bezug auf aktive Spezies

$$P_{CH_4} = \frac{\dot{V}_{CH_4}}{m_{Biomasse}}$$

- ☺️ Vergleichbarkeit der Methanbildung
- ☹️ bis heute sehr dünne Datenbasis

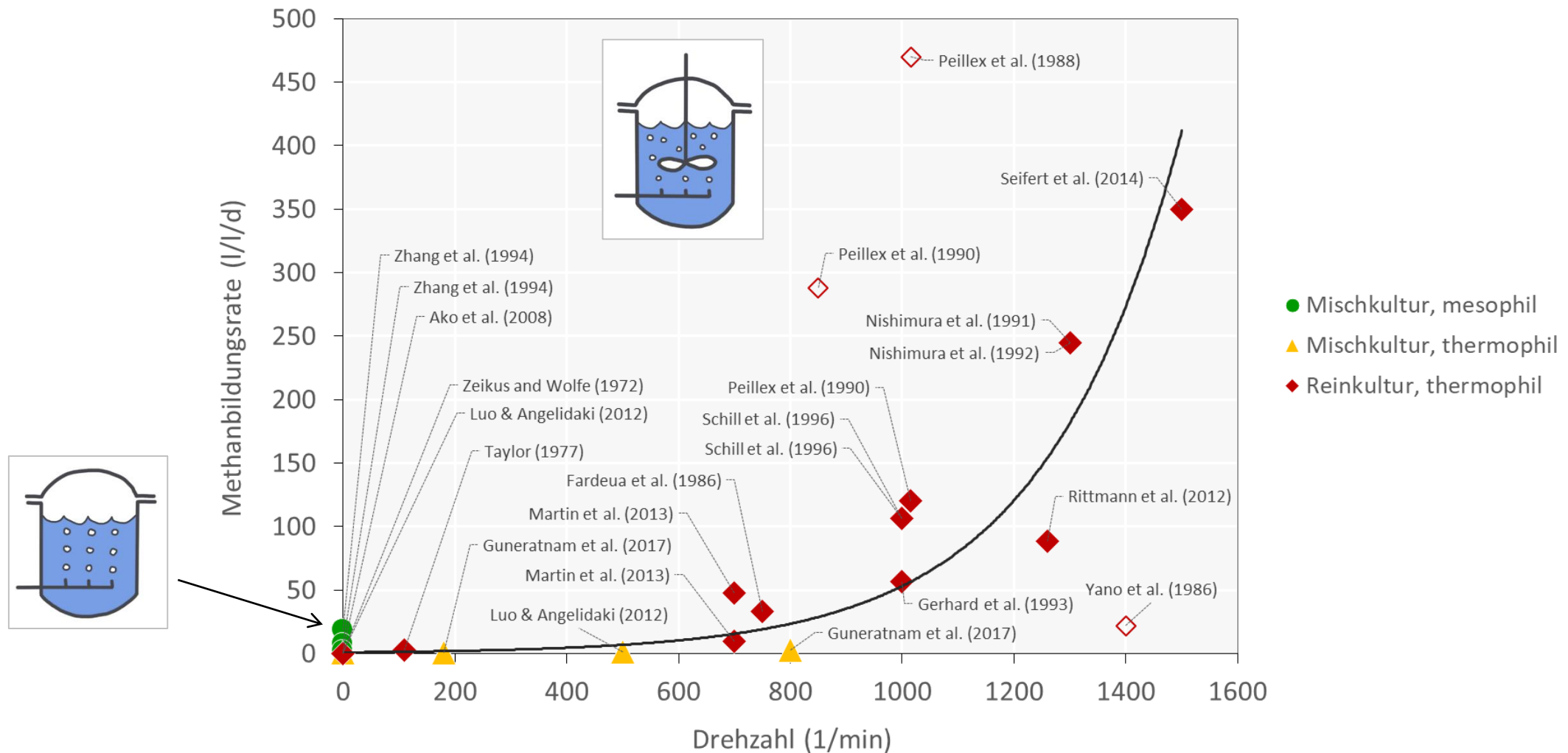
Hinweis auf starke Stofftransportlimitierung in Rührkesselreaktoren

Publizierte Methanbildungsraten in Abhängigkeit von der Drehzahl (1970 – heute)



Aussagen über Effizienz der Mikroorganismen in Rührkesselsystemen bisher kaum ableitbar

Publizierte Methanbildungsraten in Abhängigkeit von Drehzahl und Art der Kulturen (1970 – heute)



Biologische Methanisierung

Zusammenfassung und Ausblick

- **attraktive** und **umweltschonende** Variante der Methanisierung
- Verfahrensvarianten: **in-situ** und **ex-situ**
- nach wie vor viele offene Fragen:
 - optimale Reaktorsystem ?
 - optimale Wachstumsbedingungen ?
 - optimale Kulturen ?
- ⇒ Kompetenzbündelung von **Mikrobiologie** und **Verfahrenstechnik**
- **Ansatz der Fachstelle Umweltbiotechnologie der ZHAW**
 - optimale Wachstumsbedingungen verschiedener Mischkulturen
 - *in-situ*: Kooperation mit innovativen Betreibern von Biogasanlagen
 - *ex-situ*: optimales Reaktordesign ⇒ Rieselbettreaktor



LADY

(Laboratory unit for demonstration of microbial hydrogen conversion)

Herzlichen Dank!

Fachstelle Umweltbiotechnologie

Urs Baier

Judith Krautwald

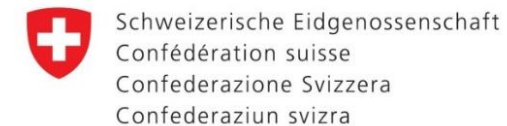
Rolf Warthmann

Florian Rüschi

Imre Antalffy



In Zusammenarbeit mit der KTI



Kommission für Technologie und Innovation KTI



SUPSI

ETH zürich



Berner
Fachhochschule

