

# Blue BONSAI

Forschungstagung Biomasse,  
23. April 2015,  
Ittigen bei Bern



# Blue BONSAI

- Projekt
- Konzept: Beispiel-Betriebs-Szenarien
- Technologie: Membran-Trennung
- Testanlage Bachenbülach (Gasnetzeinspeisung)
- Testanlage Reiden (Tankstelle)
- Zukünftige Pilotanlage Marthalen (Tankstelle)
- Seitenblick ARA Reinach (Gasnetzeinspeisung)
- Ausblick CO<sub>2</sub>-Nutzung



# Blue BONSAI - Projekt

- Apex AG, Ueli Oester  
Projekt gestartet 2006

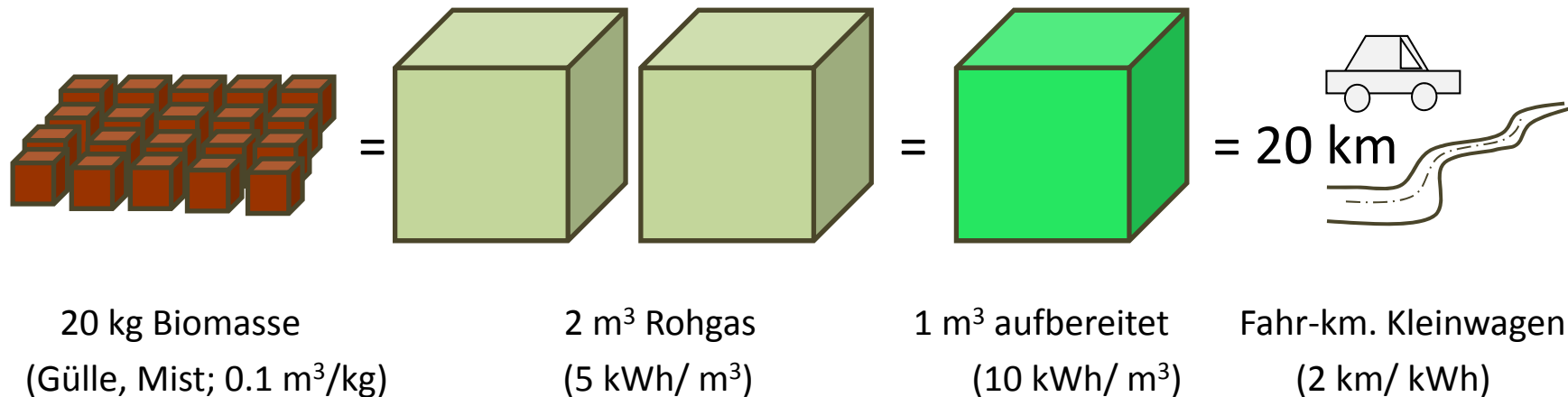



Erdgastankstelle Apex, Post Mägenwil  
(Foto Apex AG)

- Duttwiler Energietechnik, Sibylle Duttwiler  
Projektleitung Entwicklungsphase, „G-H“
- Stand heute: Übergang Test → Pilot  
IBS Winter 2015; Langzeittests, Demonstration bis Ende 2017



# Wieso



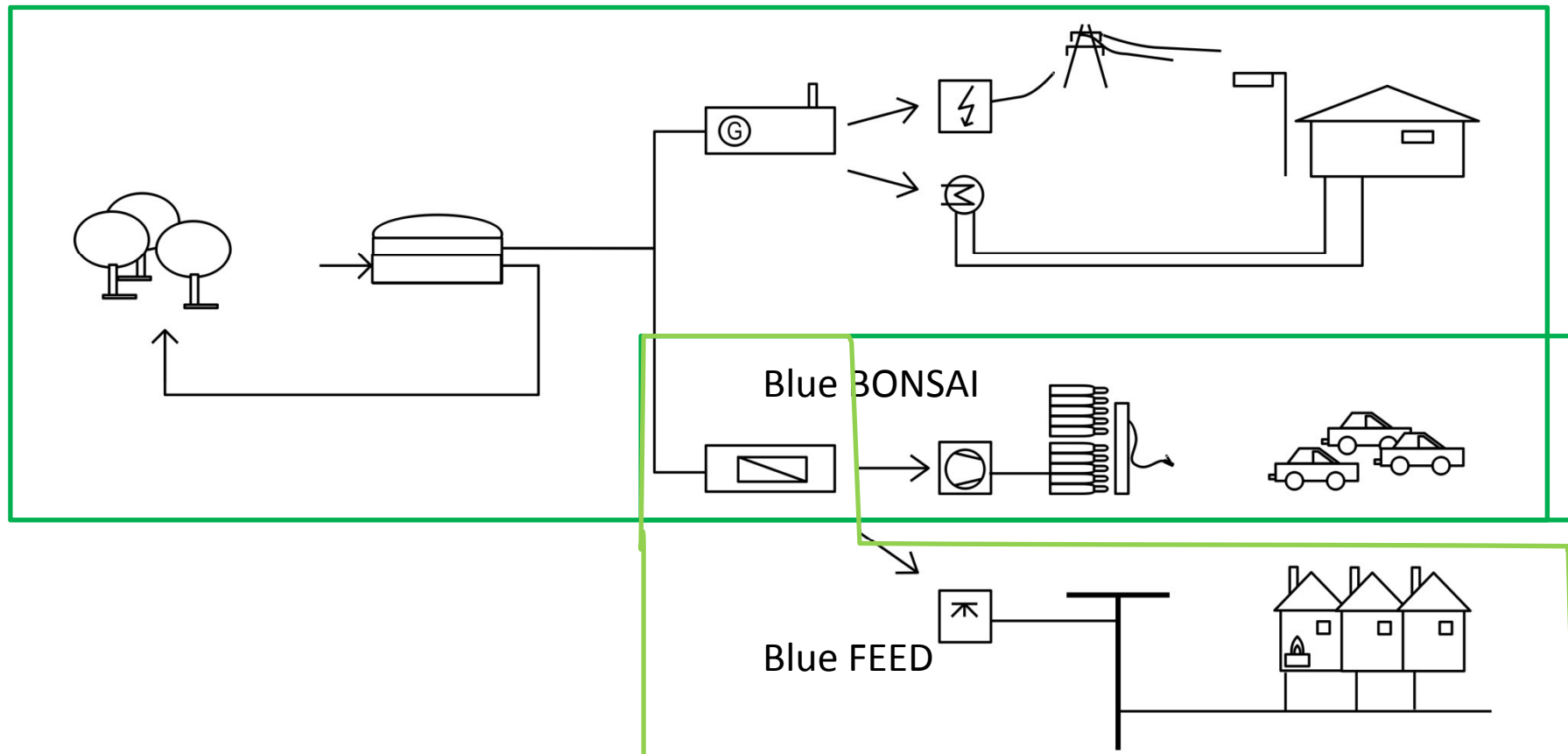
  
= 3.3 kg fossiles CO<sub>2</sub> ersetzt  
(1.2 lt Benzin)

(330 g CO<sub>2</sub>eq/ kWh, „well to wheel“, Quelle GEMIS Datenbank)

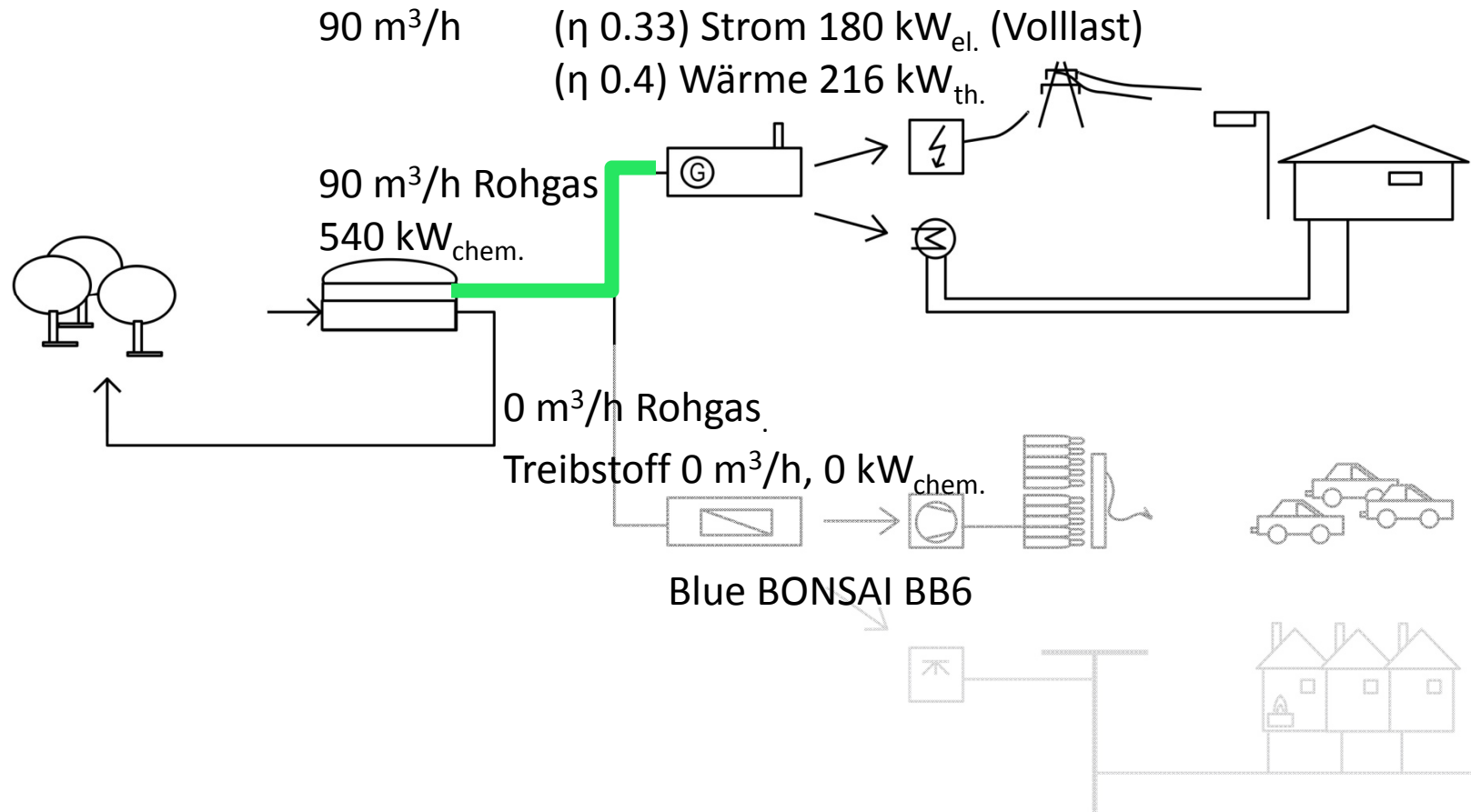
Zahlen je nach Stoff/ Fahrzeug variierend



# Konzept Blue BONSAI/ Blue FEED



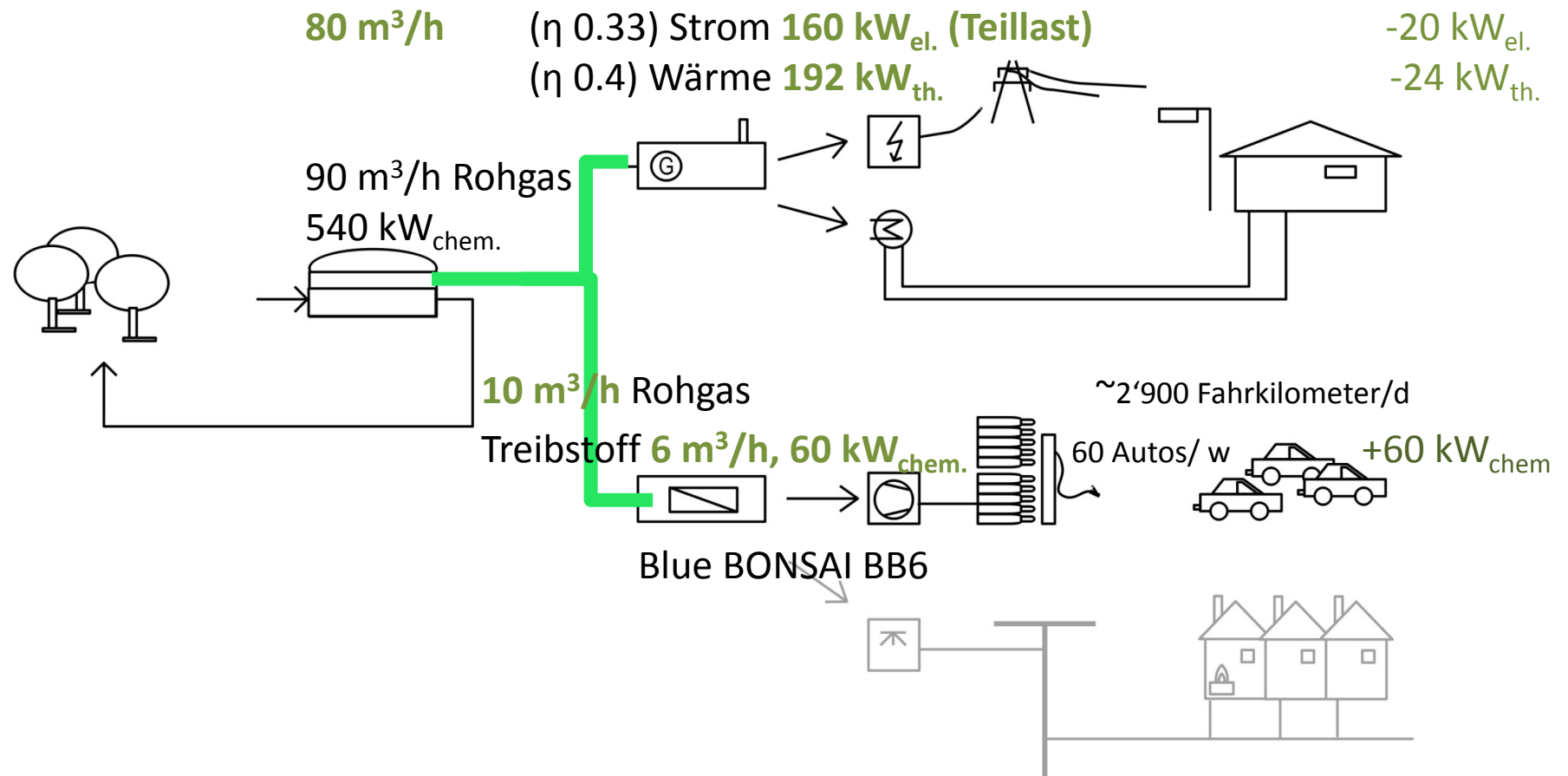
# Beispiel: Blue BONSAI Co-Produktion



Nur Strom (und Wärme)  
(6 kWh/m<sup>3</sup> Rohgas)



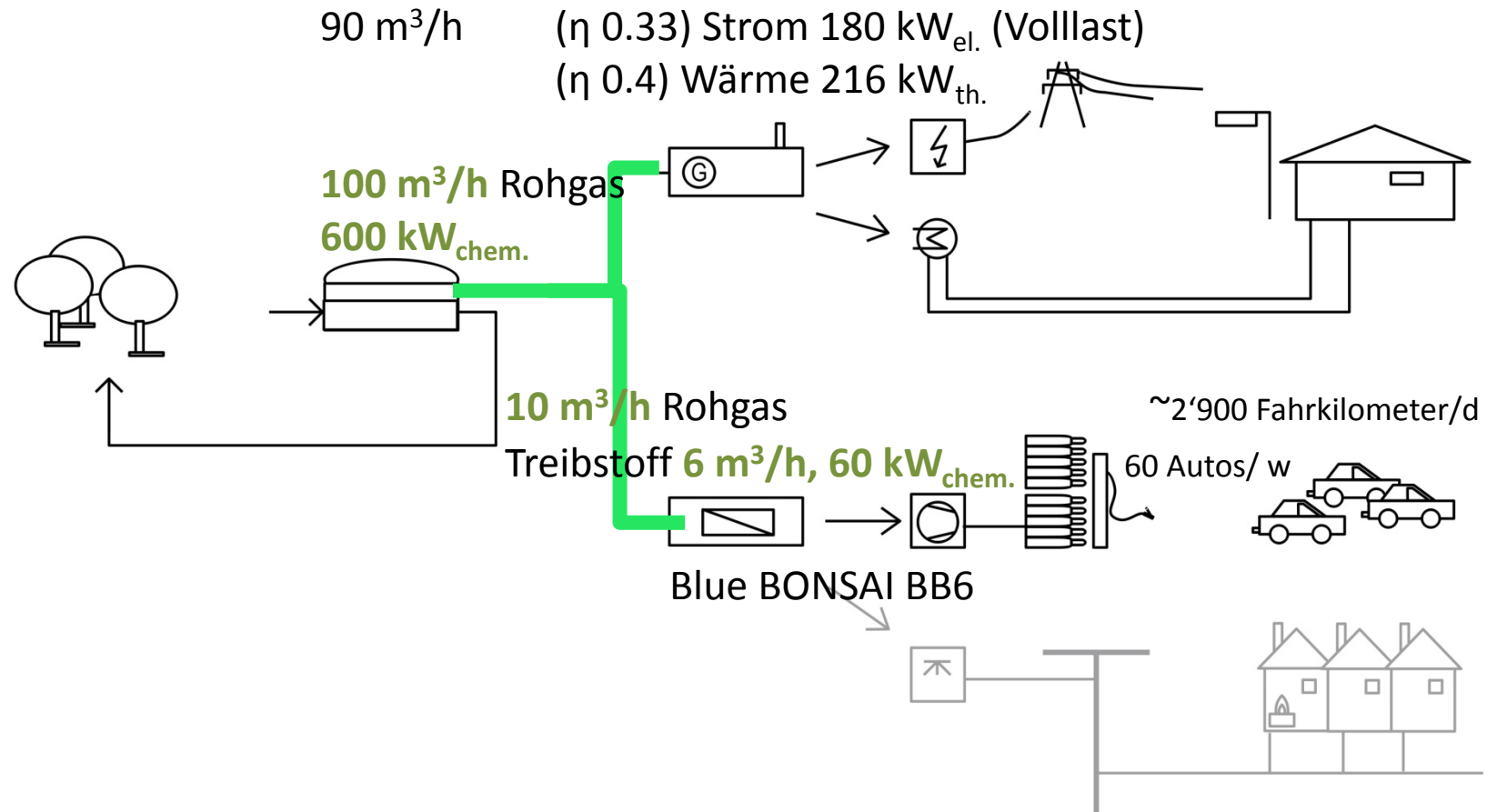
# Beispiel: Blue BONSAI Co-Produktion



Parallel-Betrieb BHKW und Biogas-Aufbereitung  
(6 kWh/m<sup>3</sup> Rohgas)



# Beispiel: Blue BONSAI Co-Produktion

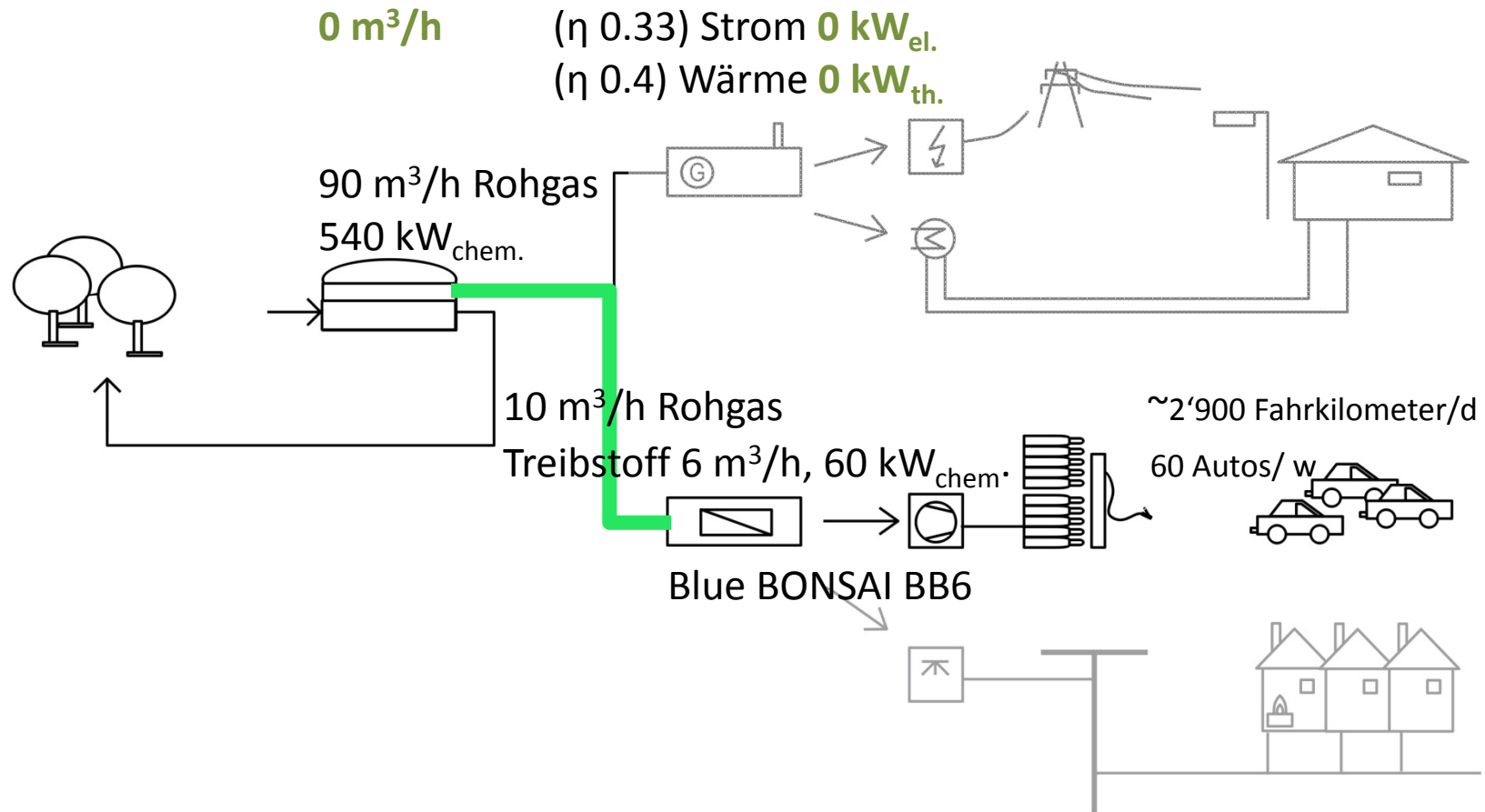


Parallel-Betrieb BHKW und Biogas-Aufbereitung mit Ertragssteigerung  
(6 kWh/m<sup>3</sup> Rohgas)





# Beispiel: Blue BONSAI Co-Produktion



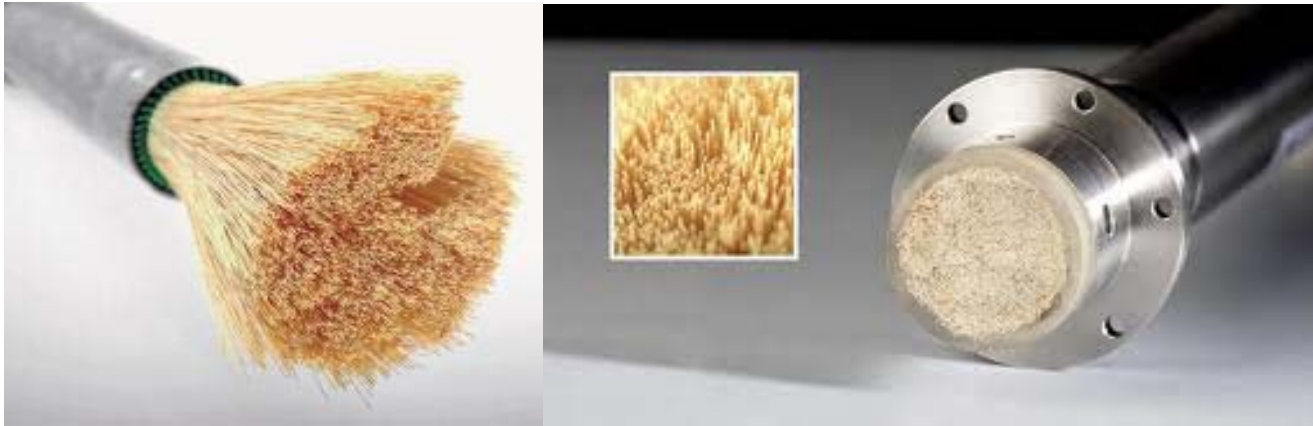
Ertragsoptimierung: zeitlich abgestimmter Betrieb BHKW mit  
Ausnutzen der Speicher: Fermenterhaube (Gasometer) und Tankstelle  
(6 kWh/m<sup>3</sup> Rohgas) z.B. 800 m<sup>3</sup> + 400 m<sup>3</sup>



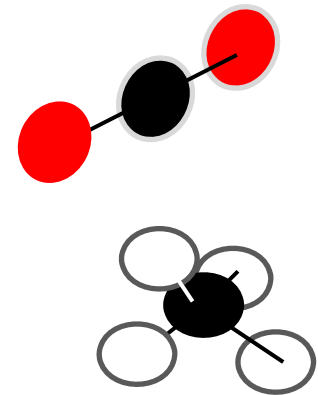
# Wie: Membran-Trennung

- Poly-Imid- Hohlfasern eingebettet in 2“- resp. 4“-Rohre

Fotos: Evonik Fibres



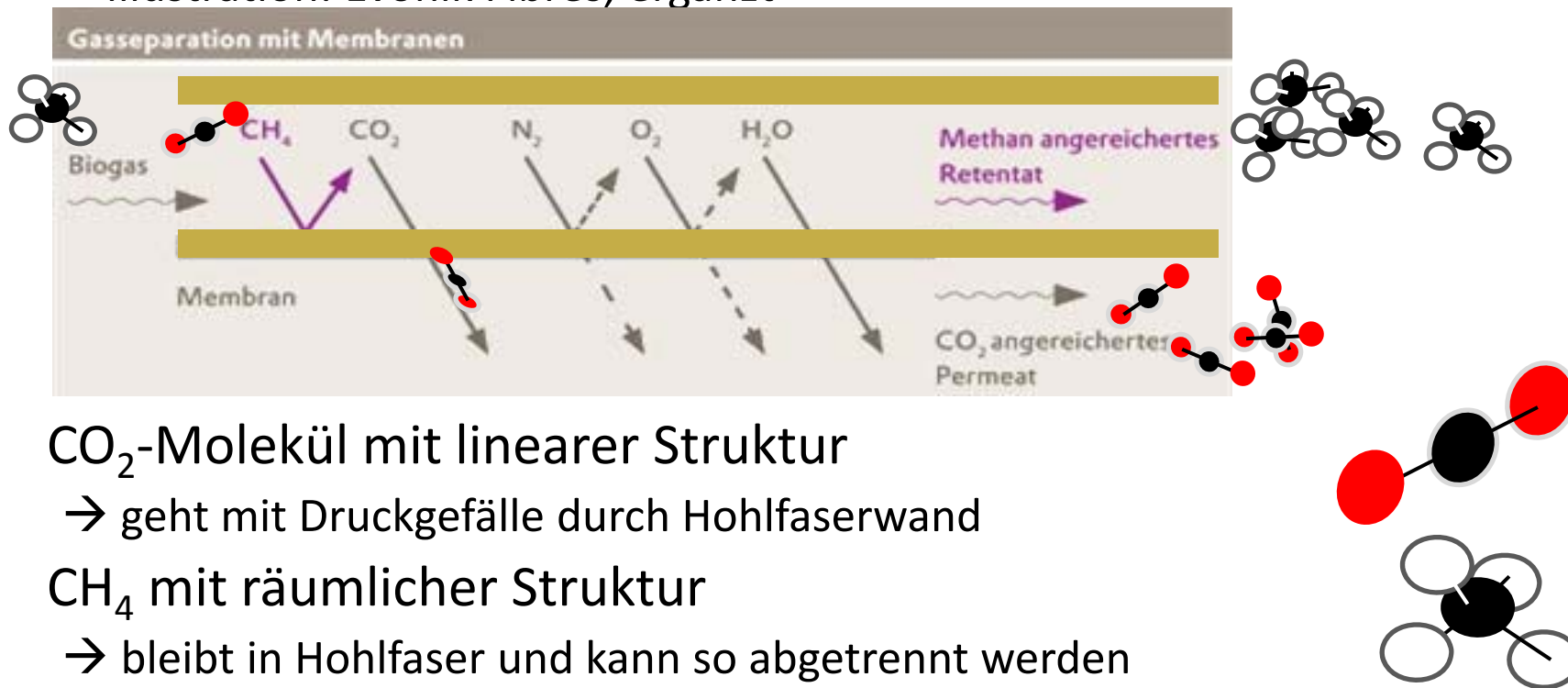
- $\text{CO}_2$ -Molekül mit linearer Struktur  
→ geht mit Druckgefälle durch Hohlaserwand
- $\text{CH}_4$  mit räumlicher Struktur  
→ bleibt in Hohlaser und kann so abgetrennt werden



# Wie: Membran-Trennung

- Poly-Imid- Hohlfasern eingebettet in 2“- resp. 4“-Rohre

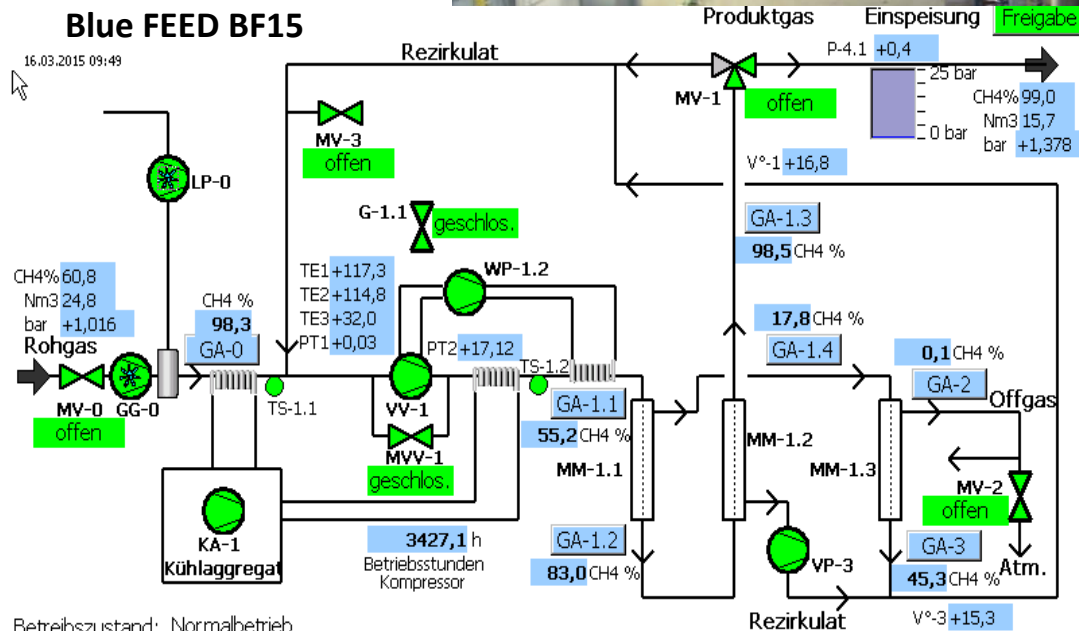
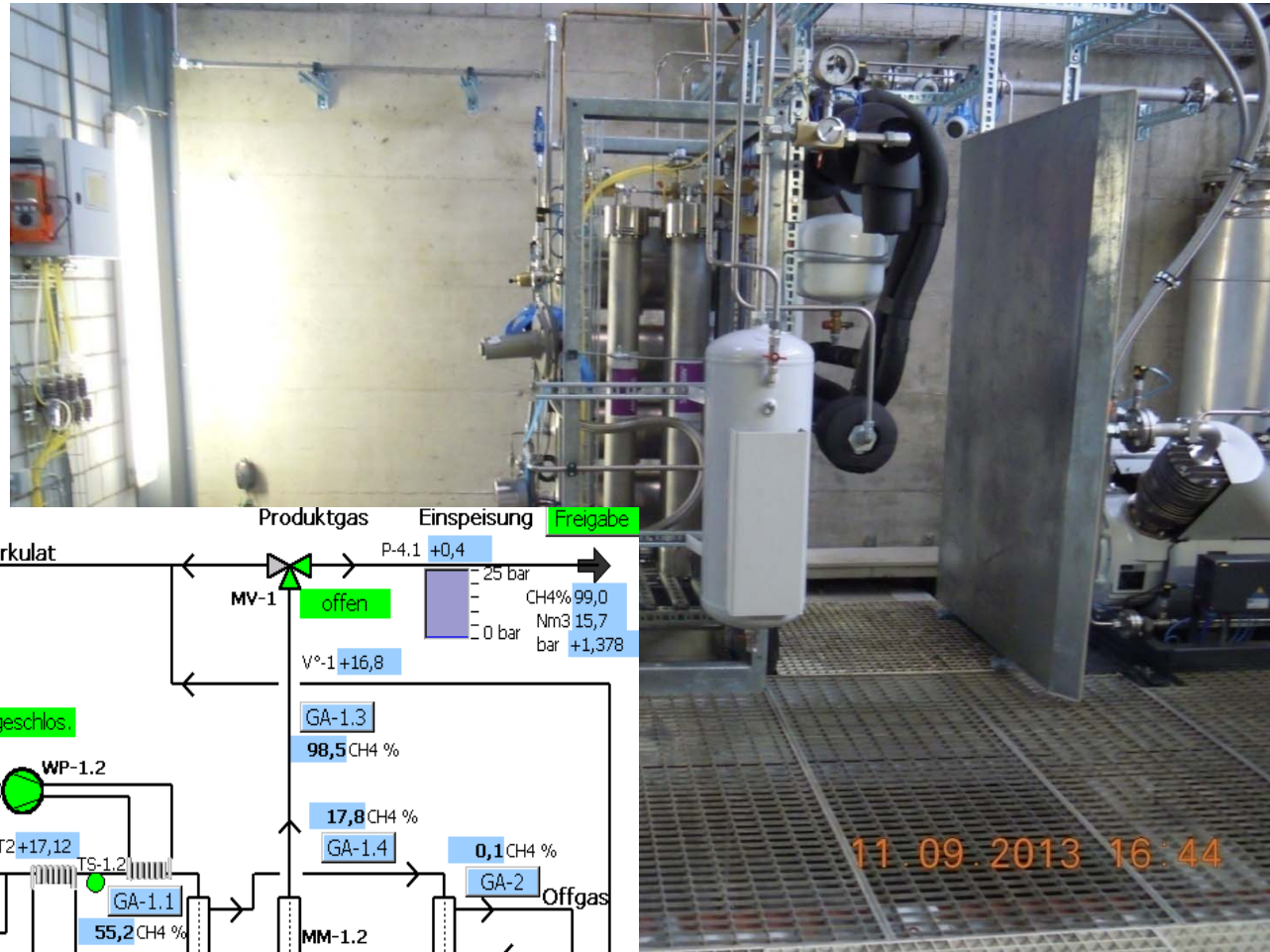
Illustration: Evonik Fibres, ergänzt



- $\text{CO}_2$ -Molekül mit linearer Struktur  
→ geht mit Druckgefälle durch Hohlfaserwand
- $\text{CH}_4$  mit räumlicher Struktur  
→ bleibt in Hohlfaser und kann so abgetrennt werden



# Testanlage BF15 Bachenbülach

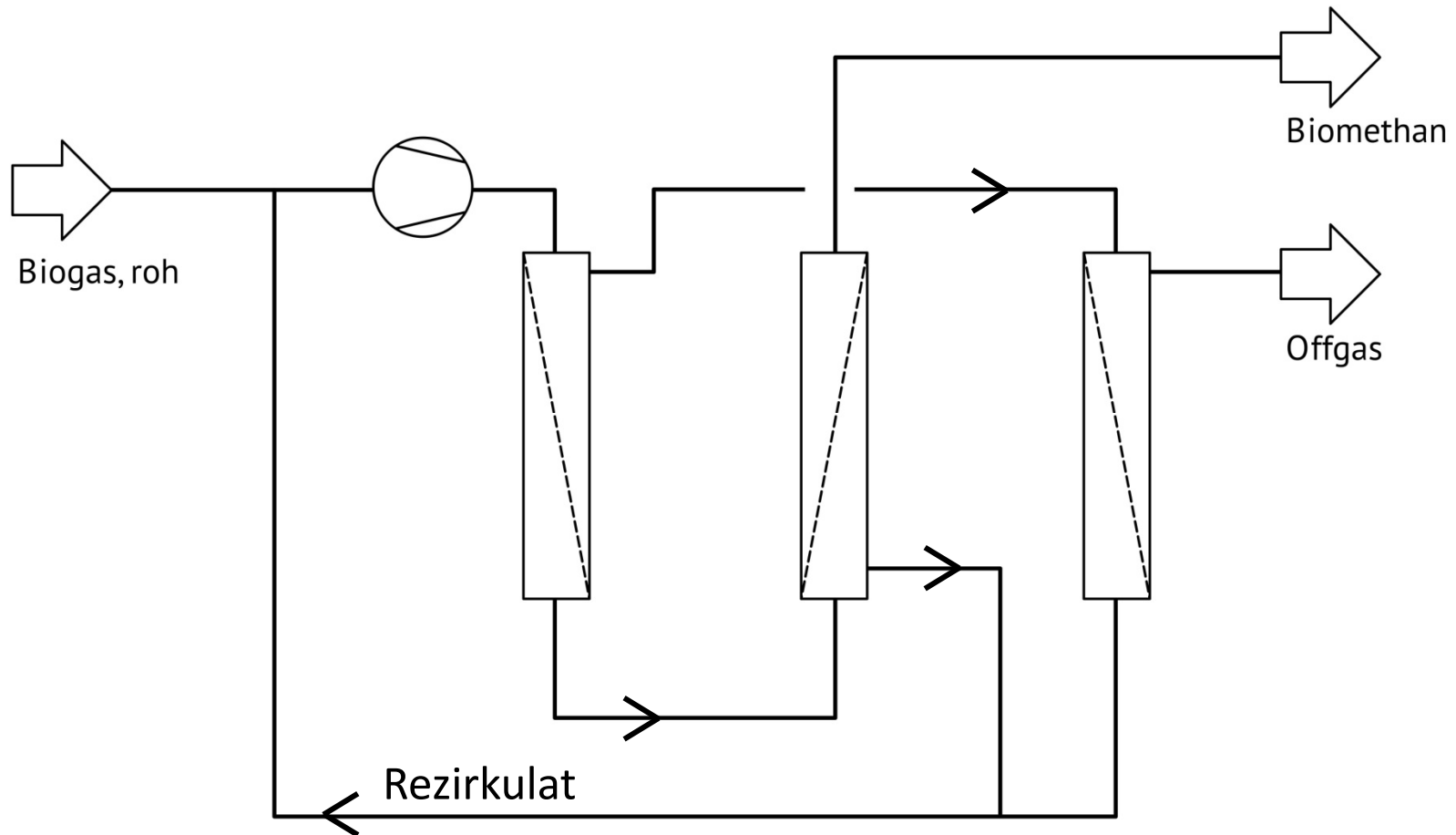


# Testanlage BF15 Bachenbülach

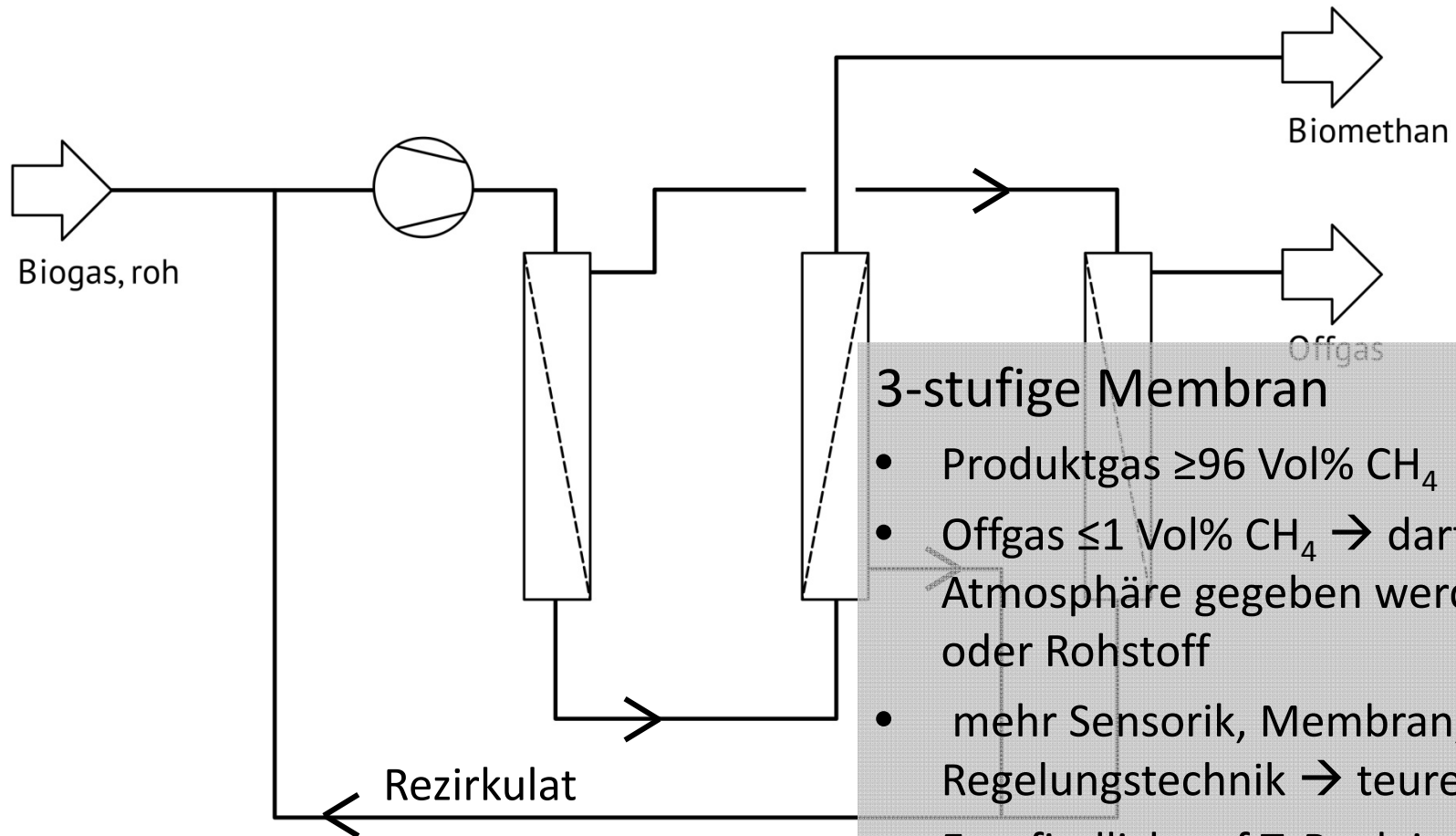
- Seit September 2013
- Nennleistung 15 Nm<sup>3</sup>/h Biomethan, 150 kW<sub>chem</sub>
- Bisher 3'500 Betriebsstunden, ca. 520'000 kWh
- Eigenenergiebedarf (el.) <5% Nennleistung
- Biomethan aus Teilmenge (ca. 25 Nm<sup>3</sup>/ h Rohgas)
- Blue FEED: Gasnetzeinspeisung (Energie 360°)
- Hilft Produktionssteigerung (Sommer) und Produktionsausgleich (Winter)
- Erfahrungen: Terpene!
- 3-stufige Membran-Schaltung



# Schema vereinfacht 3-stufig



# Schema vereinfacht 3-stufig



## 3-stufige Membran

- Produktgas  $\geq 96$  Vol%  $\text{CH}_4$
- Offgas  $\leq 1$  Vol%  $\text{CH}_4 \rightarrow$  darf an Atmosphäre gegeben werden; oder Rohstoff
- mehr Sensorik, Membran, Regelungstechnik  $\rightarrow$  teurer
- Empfindlich auf T, Begleitstoffe





# Testanlage BB1 Reiden



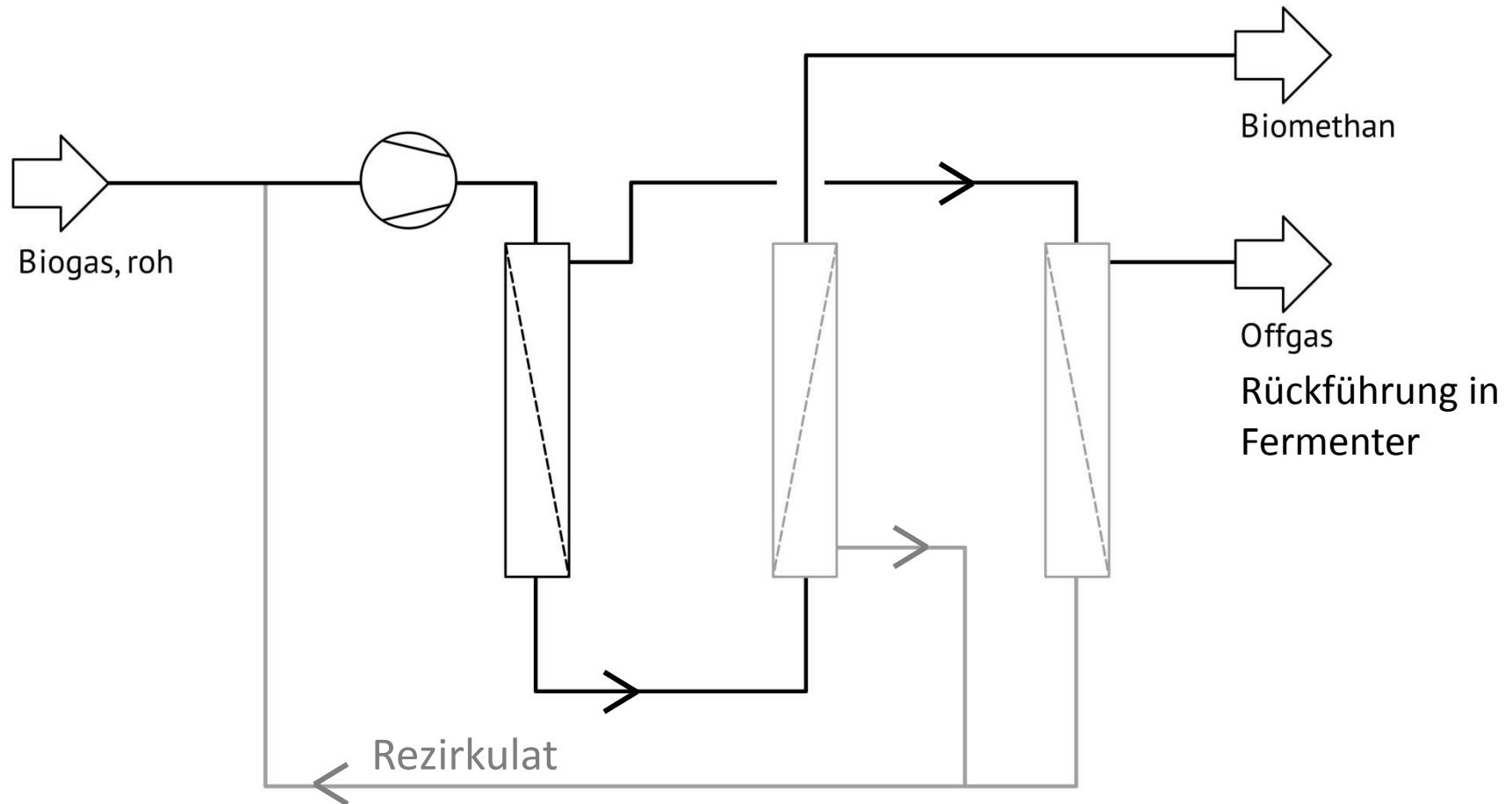


# Testanlage BB1 Reiden

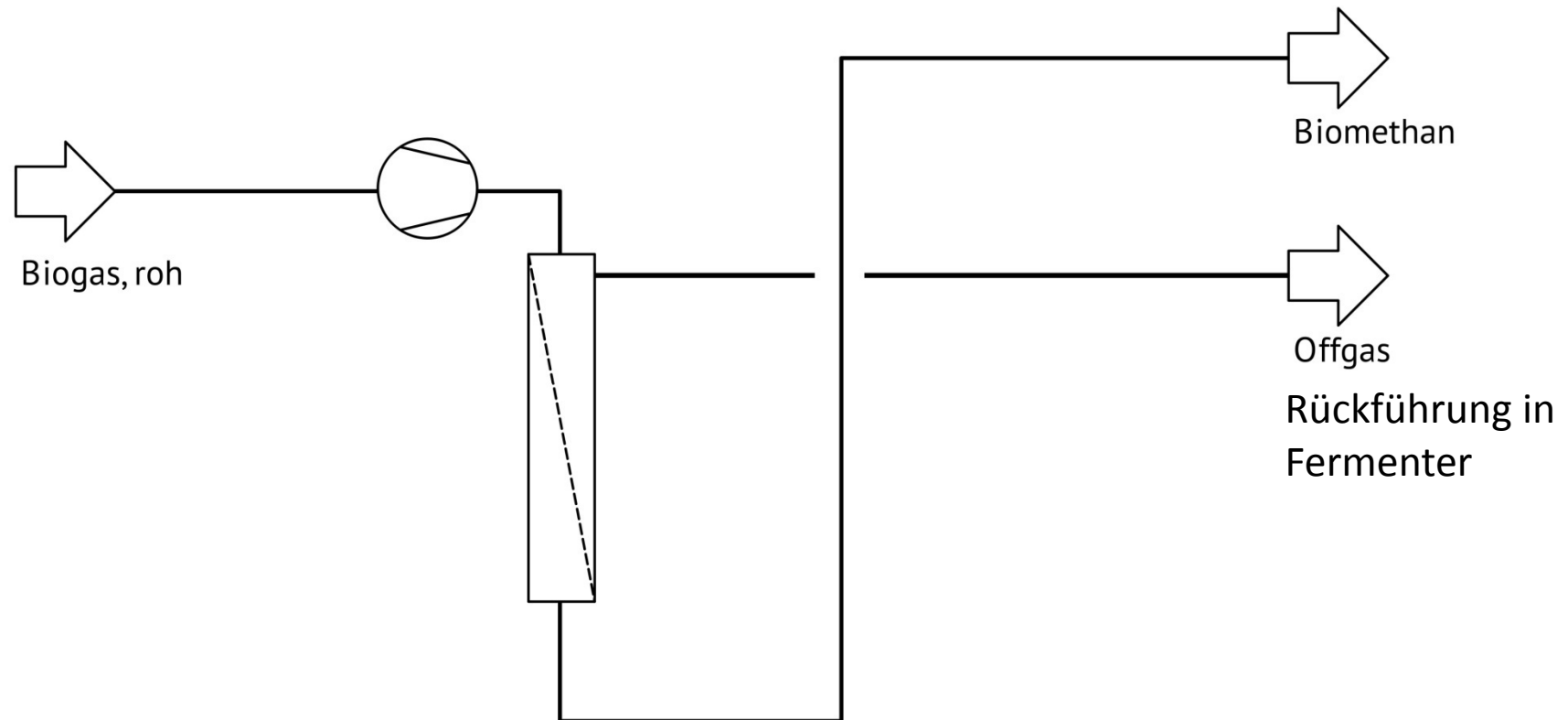
- Seit Oktober 2013
- 3'000 Betriebsstunden, ~40'000 kWh, ~80'000 km
- Nennleistung 1.5 Nm<sup>3</sup>/h Biomethan, 15 kW<sub>chem</sub>
- Biomethan aus Teilmenge (ca. 2.8 Nm<sup>3</sup>/ h Rohgas)
- Verdichtung in Flaschenbündel (Tankstelle)
- Private Tankstelle, 2 bis 6 Nutzer
- Erfahrungen: Kompressor!
- 1-stufige Membran (positiv)



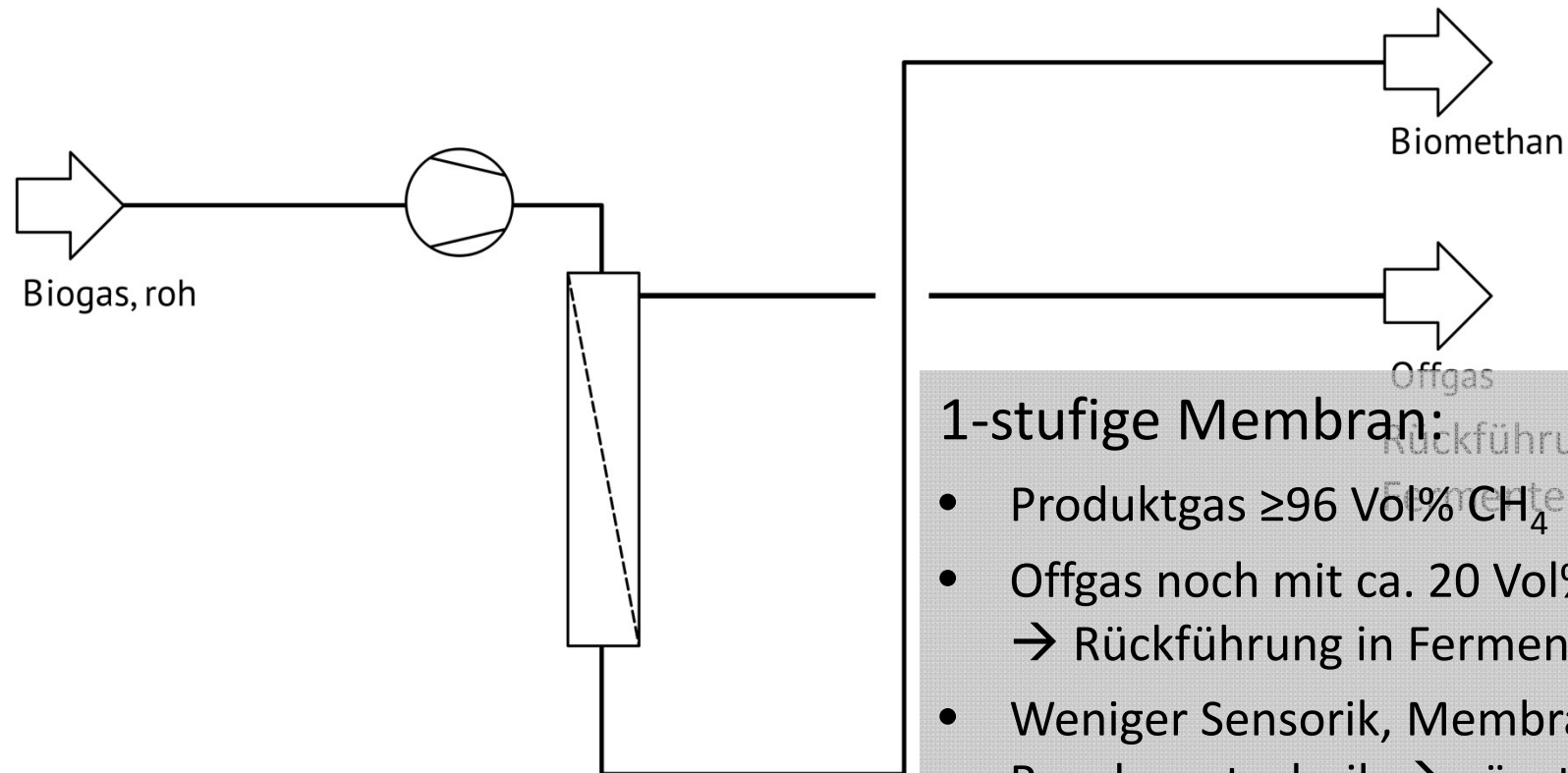
# Schema vereinfacht 1-stufig (Unterschied)



# Schema vereinfacht 1-stufig



# Schema vereinfacht 1-stufig



## 1-stufige Membran:

- Produktgas  $\geq 96$  Vol%  $\text{CH}_4$
- Offgas noch mit ca. 20 Vol%  $\text{CH}_4$ ,  
→ Rückführung in Fermenter
- Weniger Sensorik, Membran, Regelungstechnik → günstiger
- Unempfindlicher (T, Begleitstoffe)
- Effizienter
- Aber: Nur in Co-Produktion



# Zukünftige Pilotanlage BB6 Marthalen

- Teilmengen-Aufbereitung (ca.  $10 \text{ Nm}^3/\text{h}$  Rohgas)
- Nennleistung  $6 \text{ Nm}^3/\text{h}$  Biomethan ( $60 \text{ kW}_{\text{chem}}$ )
- Bis 60 Autos zu  $10'000 \text{ km}/\text{Jahr}$
- Eigenenergiebedarf (el.)  $<10\%$
- Hochdruck-Verdichtung (Tankstelle)
- 1-stufige Membran (3-stufige f. Demo)
- BF12 (120 kW) mit gleichem Aufbau
- Demonstration als modulares, erweiterbares Grundmodell  
→ BB12 (120 kW)/ BF24 (240 kW)



# Seitenblick ARA Reinach

- Auftraggeber  
IBAarau Wärme AG  
(Kontakt: Chr. Müller)
- Gasnetzeinspeisung

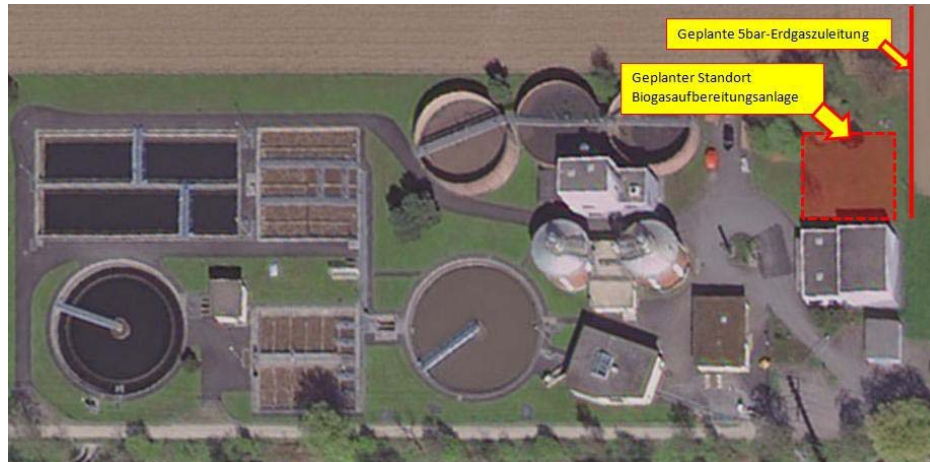
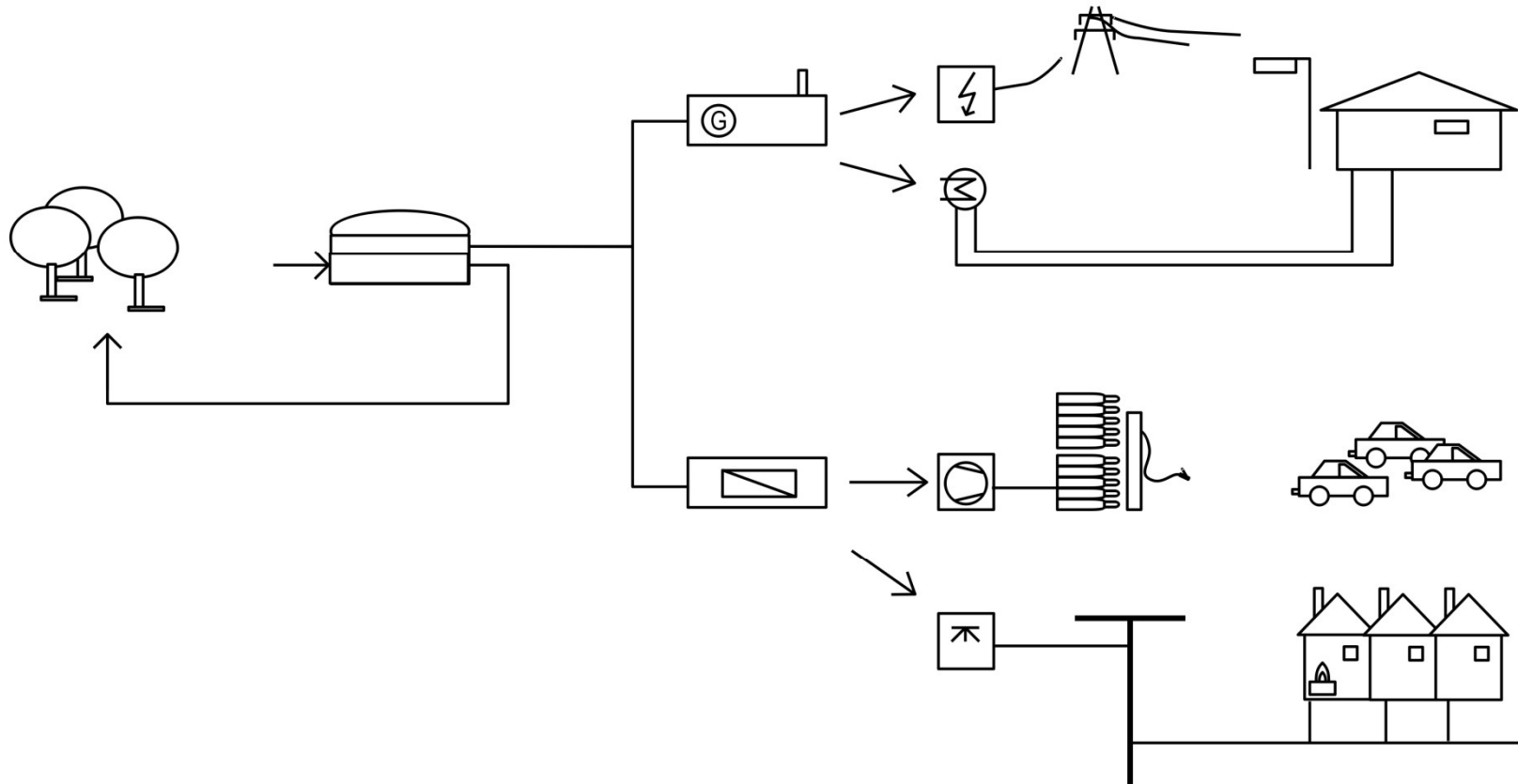


Foto IBAarau Wärme AG

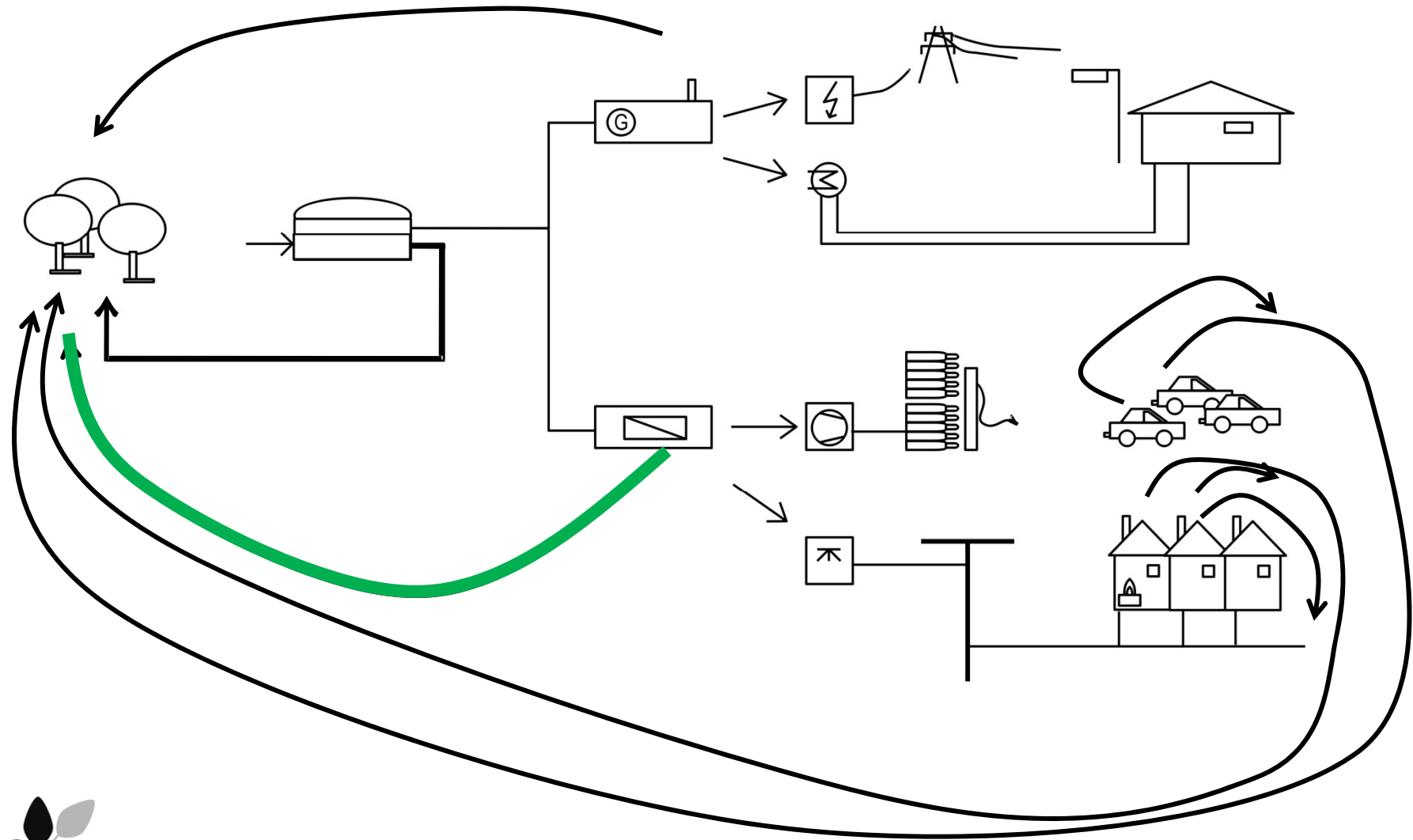
- Aufbereitung der gesamten Rohgasmenge (ca. 38 bis 46 Nm<sup>3</sup>/h)
- Nennleistung 25 Nm<sup>3</sup>/h Biomethan (250 kW)
- Derzeit Transport/ Installation
- Inbetriebnahme im Mai 2015
- Langzeiterfahrungen, Demonstration



# Biogas schliesst CO<sub>2</sub>-Kreislauf



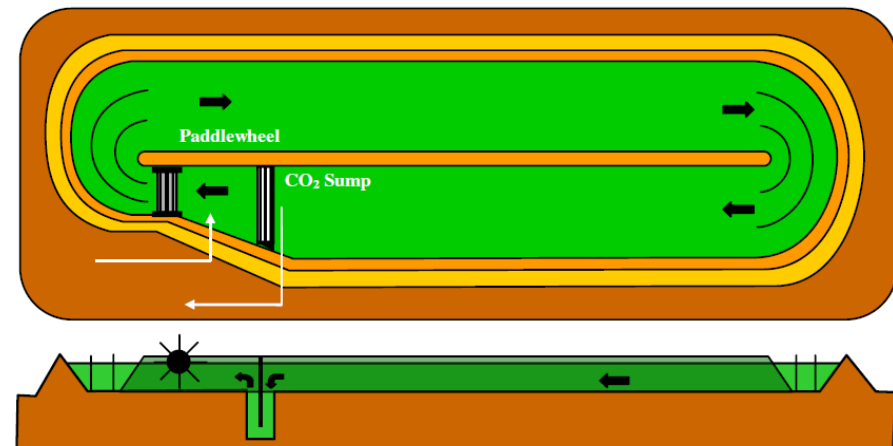
# Biogas schliesst CO<sub>2</sub>-Kreislauf





# Zukunft: Blue BONSAI-CO<sub>2</sub>-Nutzung

- Bereits hochkonzentriert und separiert  
ca. 99 Vol% CO<sub>2</sub>, 1 Vol% O<sub>2</sub>
- Zur Erzeugung weiterer Biomasse (Gewächshaus)
- Zur Erzeugung von weiterem CH<sub>4</sub> als Treibstoff  
(Methanisierung mittels H<sub>2</sub> aus „Überschussstrom“)
- Zur Erzeugung von Fischfutter oder Treibstoffen  
(Algenkultivierung z.B. in ARAs)



# Es gibt nichts Gutes, ausser man tut es

(Erich Kästner)



# Dank: Projektpartner

- Bundesamt für Energie (BFE)
- Klimastiftung Schweiz
- FOGA



Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE



**FOGA**

Forschungs-, Entwicklungs- und Förderungsfonds der schweizerischen Gasindustrie  
Fonds de recherche, de développement et de soutien de l'industrie gazière suisse



- Teststandort Bachenbülach: Axpo Kompogas AG, Energie 360°
- Teststandort Reiden: Familie Grossenbacher
- Pilotanlagen-Standort Marthalen: Familie Wipf
- HAUG Kompressoren AG, St. Gallen
- Evonik Fibres GmbH, Lenzing (A)
- Bürge-Fischer AG, Safenwil



# Kontakt

- Ueli Oester, Apex AG, Däniken:



Engineering, Konstruktion, Bau, Wartung, Markt, Finanzen; [uoester@apex.eu.com](mailto:uoester@apex.eu.com)

- Sibylle Duttwiler, Duttwiler Energietechnik, Flurlingen:

Projektleitung Pilotphase, Verfahrenstechnik, Test Engineering; [info@reg-en.ch](mailto:info@reg-en.ch)

