

# Erkenntnisse aus dem Betrieb der Power-to-Gas-Anlage Zuchwil

## STORE&GO: Demo Site Solothurn

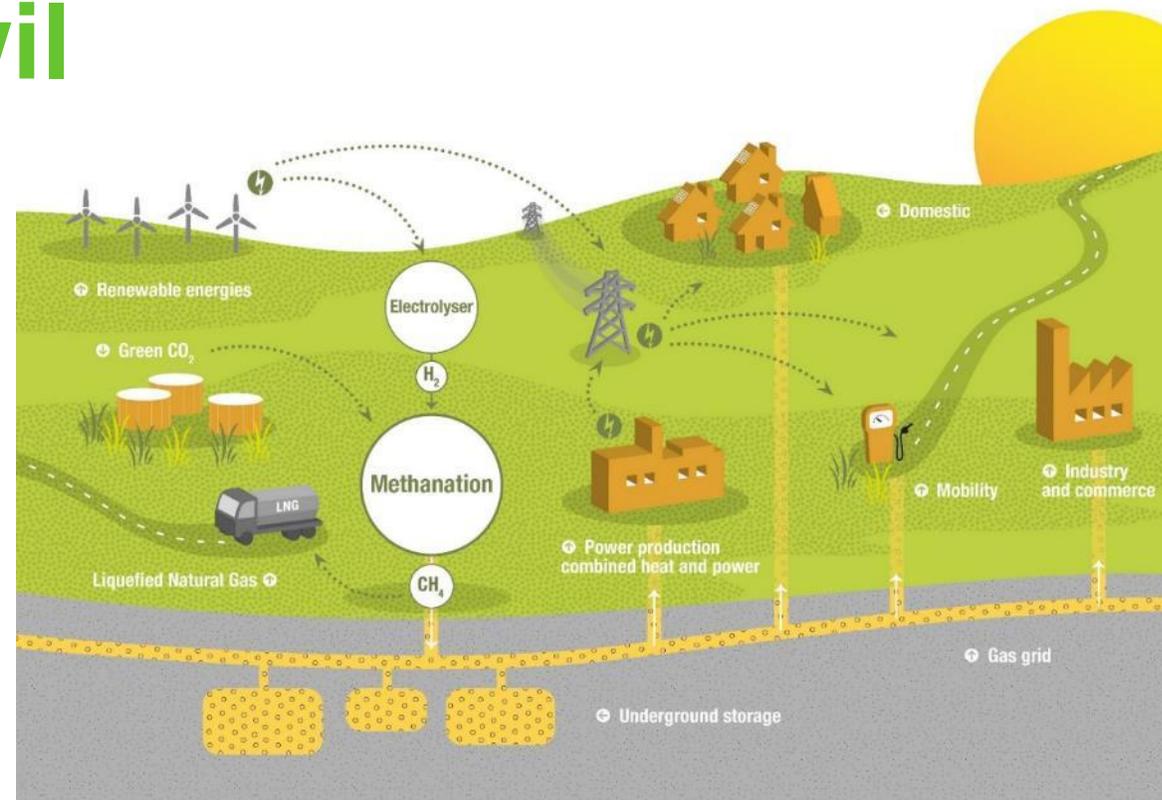
Andrew Lochbrunner (RES)

Jachin Gorre (HSR)

STORE&GO-Event,  
Zuchwil 11.12.2019



Co-funded  
by the European Union  
under Grant Agreement  
no. 691797

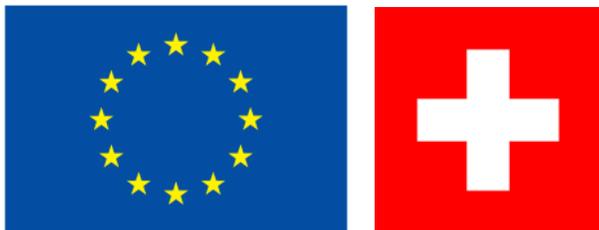


Supported by



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Under contract number 15.0333



# STORE&G➔

Innovative large-scale energy STORagE  
technologies AND Power-to-Gas concepts after  
Optimisation

## Die Projektpartner



# Die Anlagen

 <b>HORIZON 2020</b> The EU Framework Programme for Research and Innovation		
		
Anlage Falkenhagen, D	Anlage Solothurn, CH 	Anlage Puglia, I
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkalischer Elektrolyseur</li> <li>• Isothermale katalytische P2G Technologie</li> <li>• Grösse: 1MW bezogen auf elektrischen Input</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PEM Elektroyseur</li> <li>• Biologische Methanisierung</li> <li>• Grösse 350 kW bezogen auf elektrischem Input mit Spitzenleistung von 700 kW ab Speicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PEM Elektroyseur</li> <li>• Modulare mili-strukturierte katalytische P2G Technologie</li> <li>• Grösse 200 kW bezogen auf elektrischen Input</li> </ul>

<https://www.storeandgo.info/>

## Die Eckpunkte

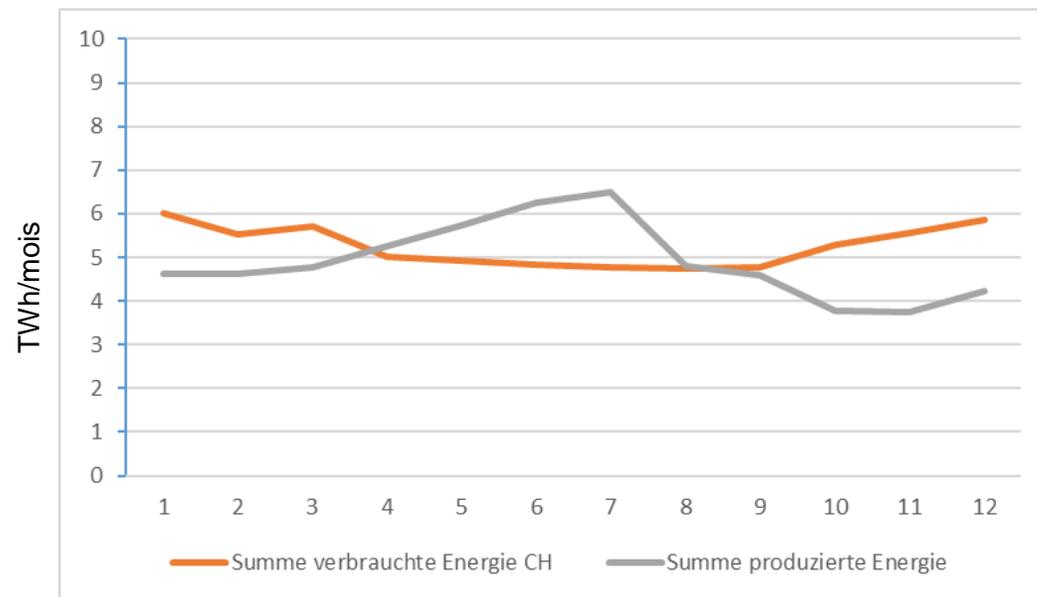
- Projektbeginn: 1. März 2016
- Gesamtprojektbudget: 28 Millionen Euro
- Dauer: 4 Jahre
- 27 Forschungspartner
- 6 Länder
- 3 unterschiedliche Methanisierungs-Technologien
- Budget Standort Solothurn ca. 6 Mio. Euro
- Anteil Regio Energie durch das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) subventioniert

## Das Ziel

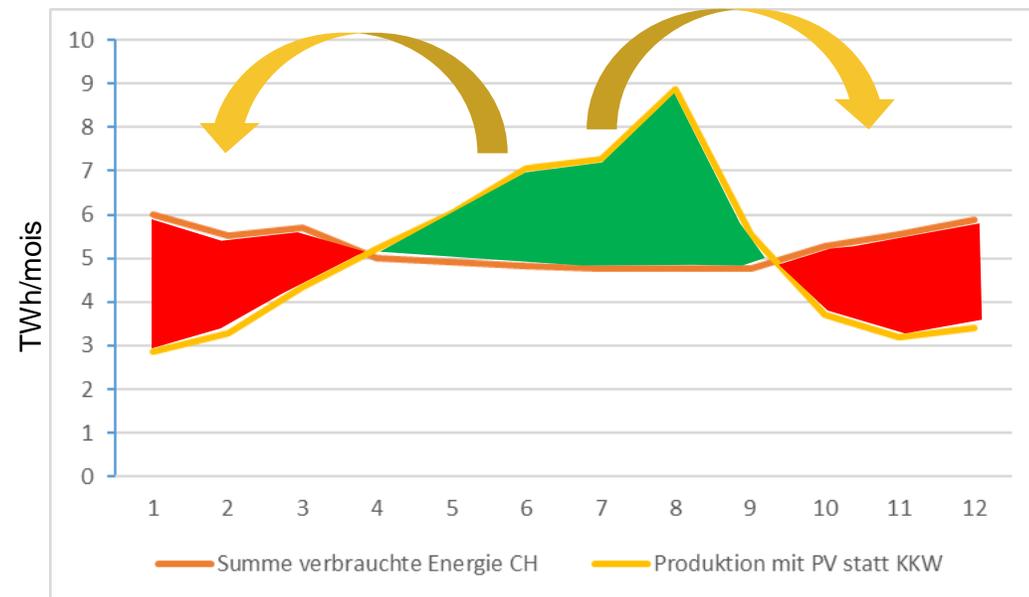
- Die innovative **Speichertechnologie Power-to-Gas** weiterzuentwickeln und **im industriellen Massstab** einzusetzen.
- Projektende 29. Februar 2020

## Stromspeicher werden wichtiger

- Sommerproduktion für den Winter speichern
- Der Ersatz der Atomkraftwerke durch sommerlastige PV-Produktion führt zu:
  - einer grossen Strom-Lücke im Winter
  - Strom-Überproduktion im Sommer



Stromproduktion und -Verbrauch Schweiz  
Ist-Werte 2016

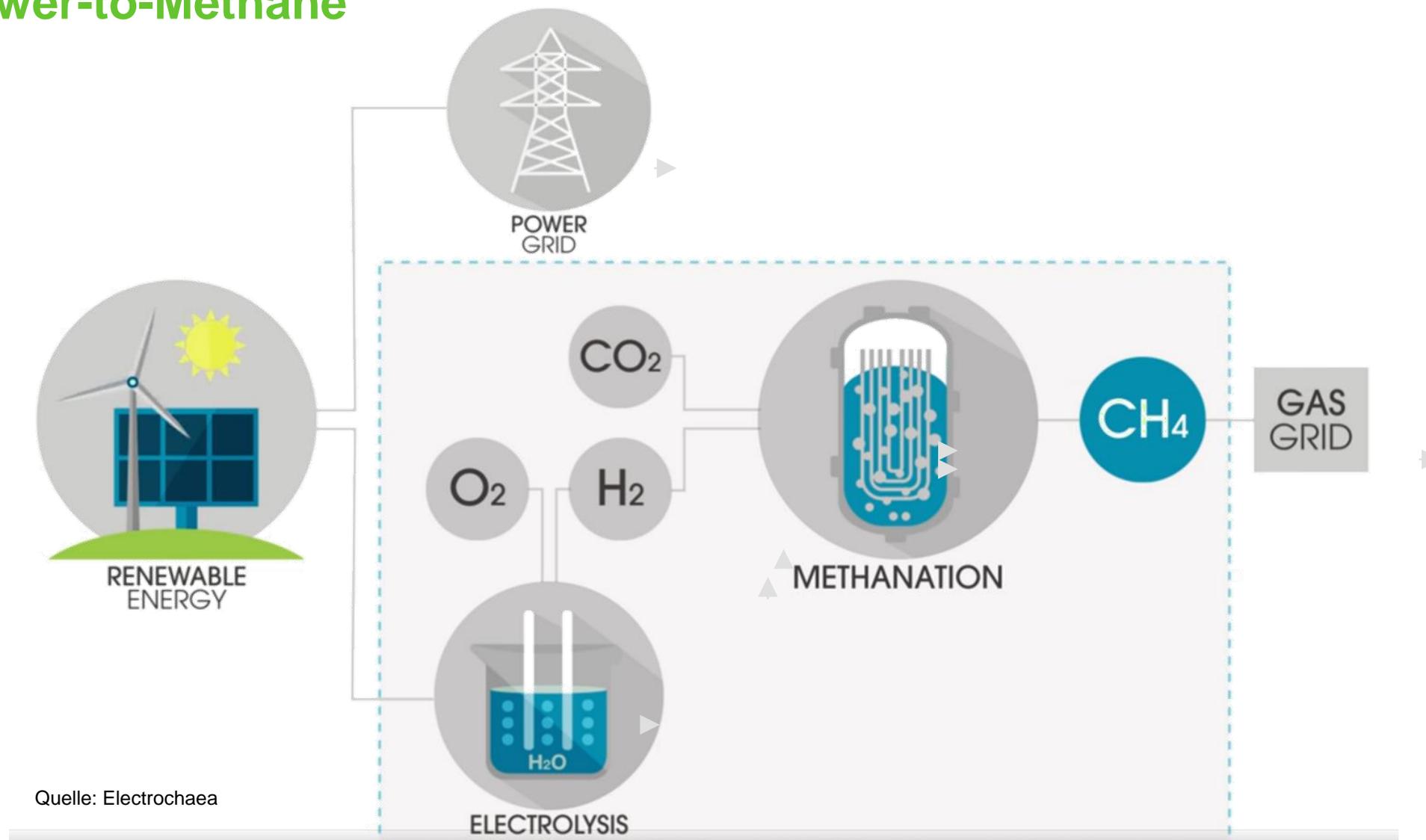


Szenario Atom-Ausstieg und Ersatz durch PV (Modellrechnung auf  
Basis effektiver Produktions- und Verbrauchszahlen 2016)

# Überblick Stromspeichertechnologien

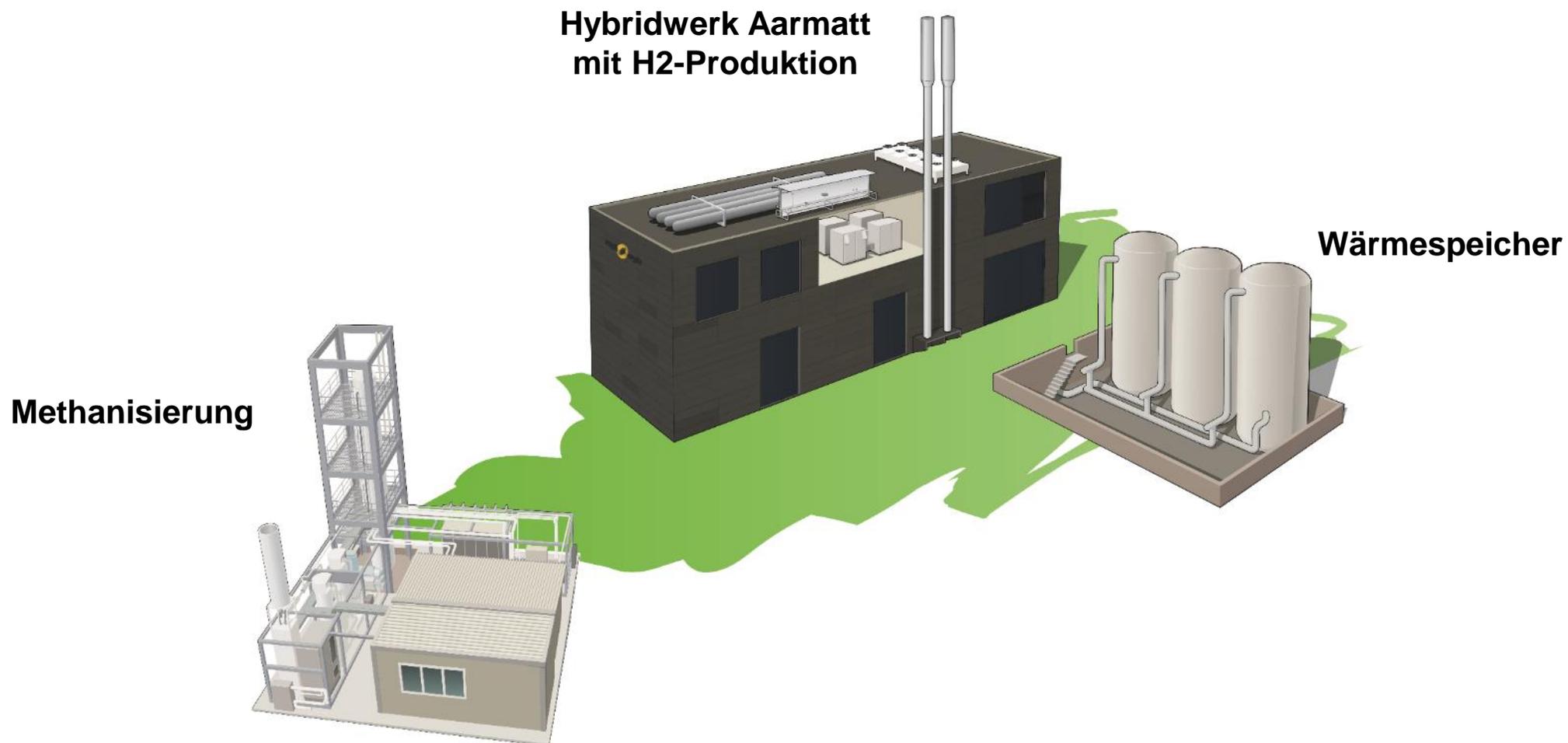
		Typische Dauer der Stromspeicherung		
		Kurzfristig (Sek. / Min.)	Mittelfristig (Stunden / Tage)	Langfristig (Wochen / Monate)
Elektrisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supraleitende, magnetische Speicher</li> <li>- Doppelschichtkondensatoren</li> </ul>			
Mechanisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwunghmassespeicher</li> <li>- Pumpspeicherkraftwerke</li> <li>- Druckluftspeicherkraftwerke</li> </ul>			
Elektrochemisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blei-Säure-Batterie</li> <li>- Lithium-Ionen -Batterie</li> <li>- Redox-Flow-Batterien</li> <li>- Natrium-Schwefel-Batterien</li> <li>- Natrium-Nickelchlorid-Bat.</li> </ul>			
Chemisch	<b>Power-to-Gas</b>			<b>Saisonale Speicherung</b>

# Power-to-Methane

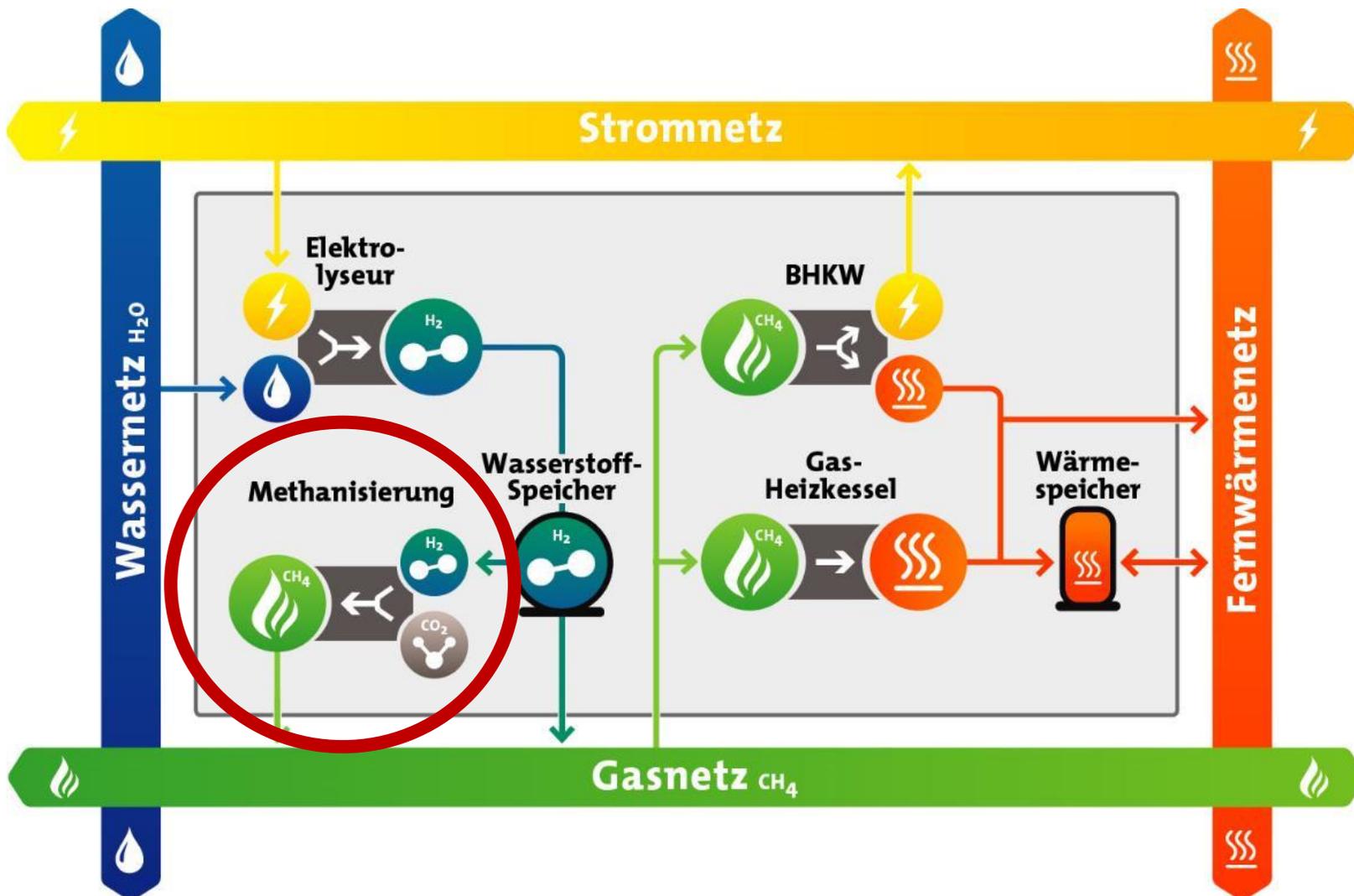


Quelle: Electrochaea

# Integration der Methanisierungsanlage in das Hybridwerk



# Integration der Methanisierungsanlage in das Hybridwerk



Quelle:  
Regio Energie Solothurn



## Aufbau der Anlage

### ➤ Abschluss der Bauarbeiten 2017



### ➤ Abschluss der Installationen seitens Regio Energie Solothurn im Juli 2018



## Aufbau der Anlage

➔ Ankunft der Anlage am 30. August 2018



## Aufbau der Anlage

➔ Installation der Anlage 30./31. August 2018



# Aufbau der Anlage

➔ Fertigstellung der Installationsarbeiten im Dezember 2018 mit der Installation des Rührwerks



ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 0036 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFIKAT



## ZERTIFIKAT (EU-Konformitätsbescheinigung) Certificate of Conformity

Konformität auf der Grundlage einer Einzelprüfung (Modul G) nach Richtlinie 2014/68/EU  
Conformity based on unit verification (Module G) according to Directive 2014/68/EU

Zertifikat-Nr.:	Z-IS-AN3-STG-19-02-2899413-05051236
Certificate No.:	
Name und Anschrift des Herstellers:	Regio Energie Solothurn Rötlistr. 17, CH-4502 Solothurn
Name and address of manufacturer:	

Hiermit wird bescheinigt, dass die unten genannte Baugruppe die Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU erfüllt. Sie ist mit unserer Kennnummer gemäß dem abgebildeten CE-Kennzeichen gekennzeichnet.  
We hereby certify that the assembly meets the requirements of the Directive 2014/68/EU. It carries our identification number next to the CE-marking as illustrated.

**CE 0036**

P-IS-AN3-STG-19-02-2899413-05051236

Prüfbericht Nr.:	
Test report No.:	
Geltungsbereich:	Baugruppe (Methanisierungsanlage)
Scope of examination:	
Fabrik-Nr.:	15256
Serial No.:	
Fertigungsstätte:	Regio Energie Solothurn Älmenweg 17 CH-4502 Solothurn
Manufacturing plant:	

TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Zertifizierungsstelle für Druckgeräte



Dirk Walter

Filderstadt, 05.02.2019  
(Ort, Datum)  
(Place, date)

Echtzeitprüfung durch App TÜV SÜD Verify  
Verification of Certificate by TÜV SÜD App Verify

Notifiziert Stelle, Kennnummer 0036  
Notified Body, No. 0036  
TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Walterstr. 189  
80558 München  
GERMANY

Dokument ID: 2899413127203

0111 7065-200  
guitram.schnitzler@tuev-sued.de



Seite 1 von Zertifikat Nr. / Page 1 of the certificate No. Z-IS-AN3-STG-19-02-2899413-05051236



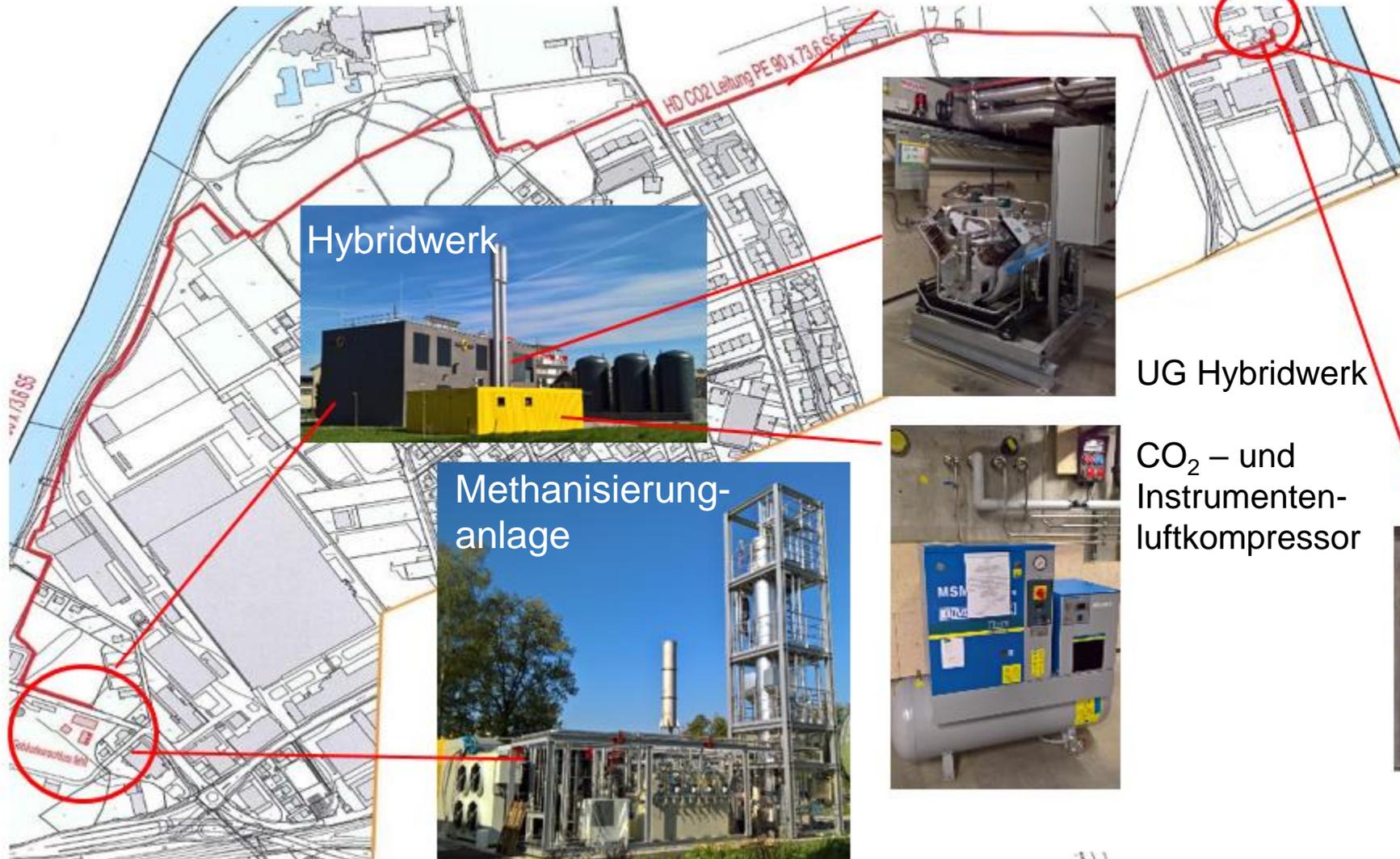
# Anlageneinweihung

➔ Einweihungsfeier am 28. Januar 2019



# Setup der gesamten Anlage

Versorgungsleitung CO<sub>2</sub> von der Kläranlage ZASE ~ 2.5 km



Biogasanlage



Hybridwerk



UG Hybridwerk



Methanisierungsanlage



CO<sub>2</sub> – und Instrumentenluftkompressor



UG ZASE CO<sub>2</sub> Gebläse

# Die Anlage

## Reaktorturm

In diesem Zuhause der Archaeen findet die biologische Methanisierung statt.

## Gasmodul

Im Gasmodul erfolgt die Aufbereitung des produzierten Gases für die Einspeisung ins Erdgasnetz.

## Fackel

Kann das Gas nicht eingespeist werden, wird es über die Fackel verbrannt.

## Futterstation

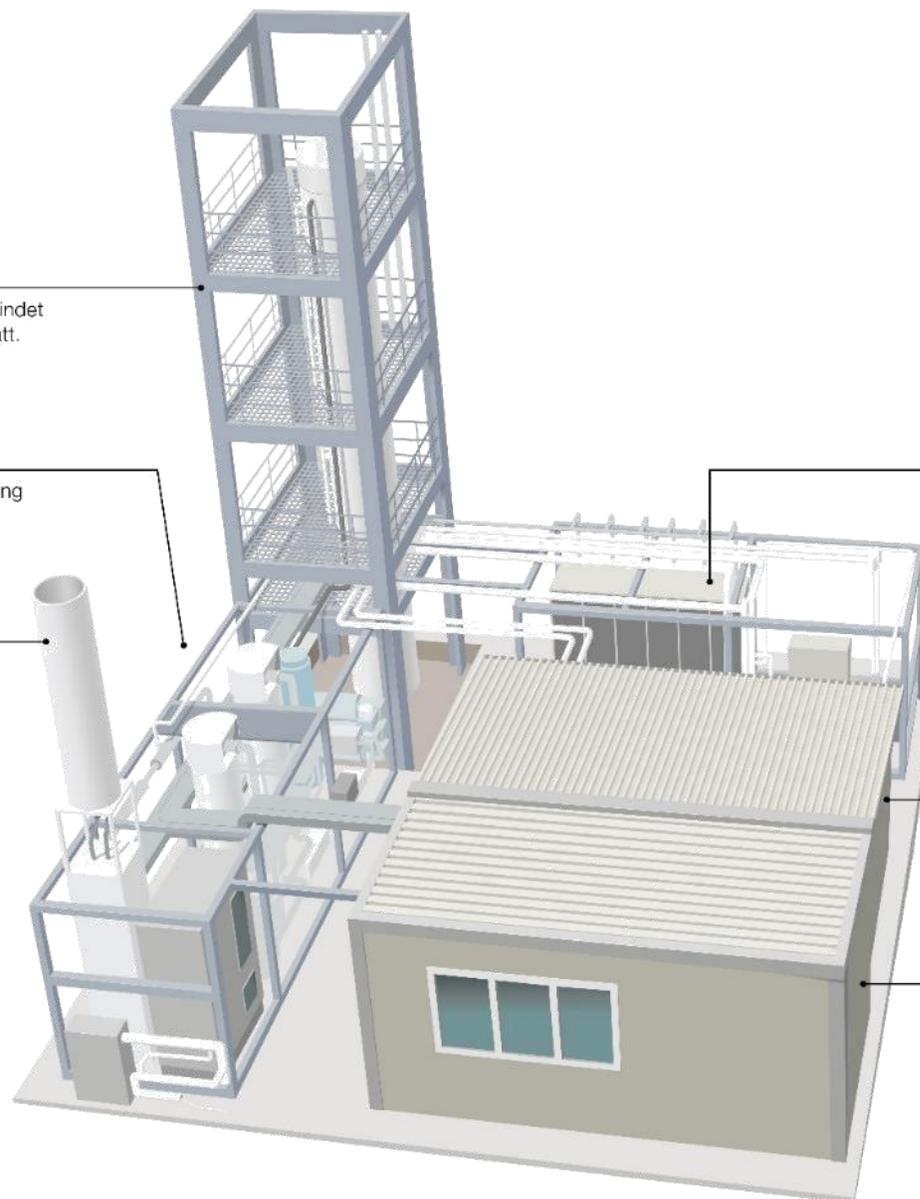
Durch Zuführen von Nährstoffen wird das Wohlbefinden der Archaeen sichergestellt.

## Technikbereich

Der Reaktor wird nach Bedarf beheizt oder gekühlt, zudem wird hier die Gaszusammensetzung gemessen.

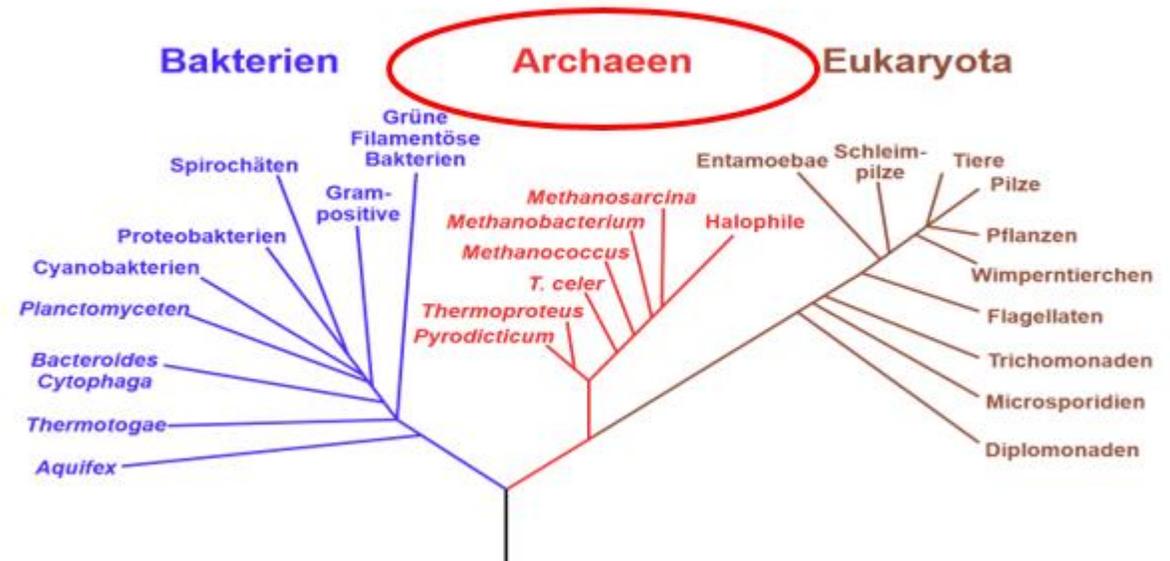
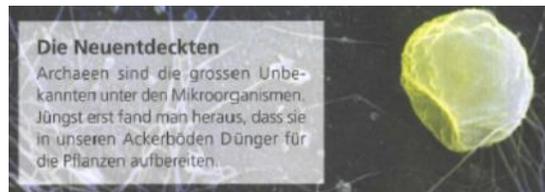
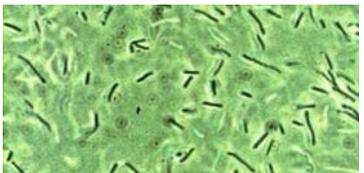
## Kontrollraum

Hier findet die Steuerung und Überwachung der Anlage statt.



## Archaeen, die fleissigen Mitarbeiter

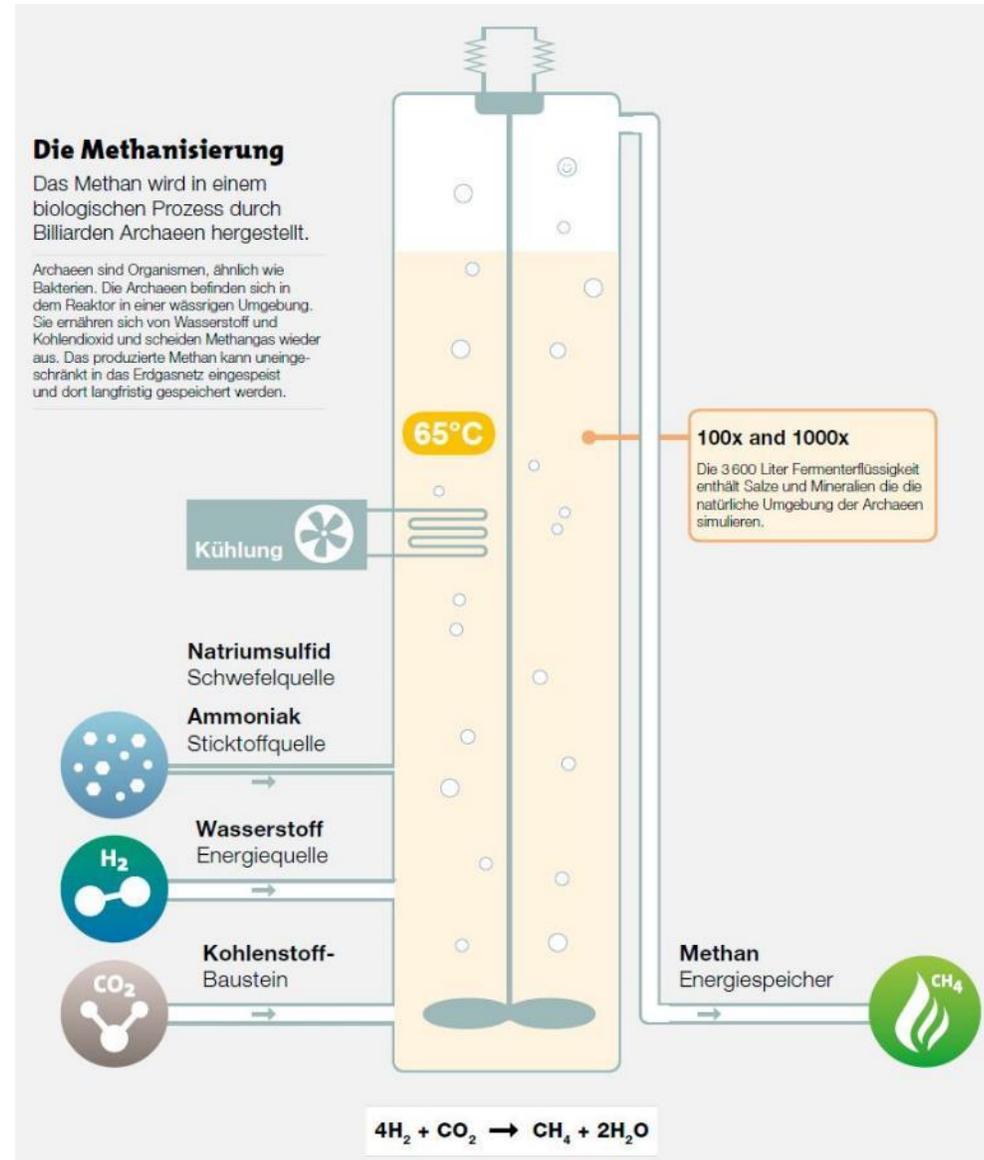
- 3.5 Milliarden Jahre alte Einzeller
- Erst vor 30 Jahren entdeckt durch Carl Woese (Illinois) und Prof. Karl Stetter (Regensburg)
- Kleine biologische Chemieanlagen, biologische Katalysatoren «pre-engineered by nature»
- Diät: CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>, keine zusätzliche Kohlenstoffquelle erforderlich
- Electrochaea Biokatalysator: proprietär, selektiv gezüchtet, hocheffizient und optimiert



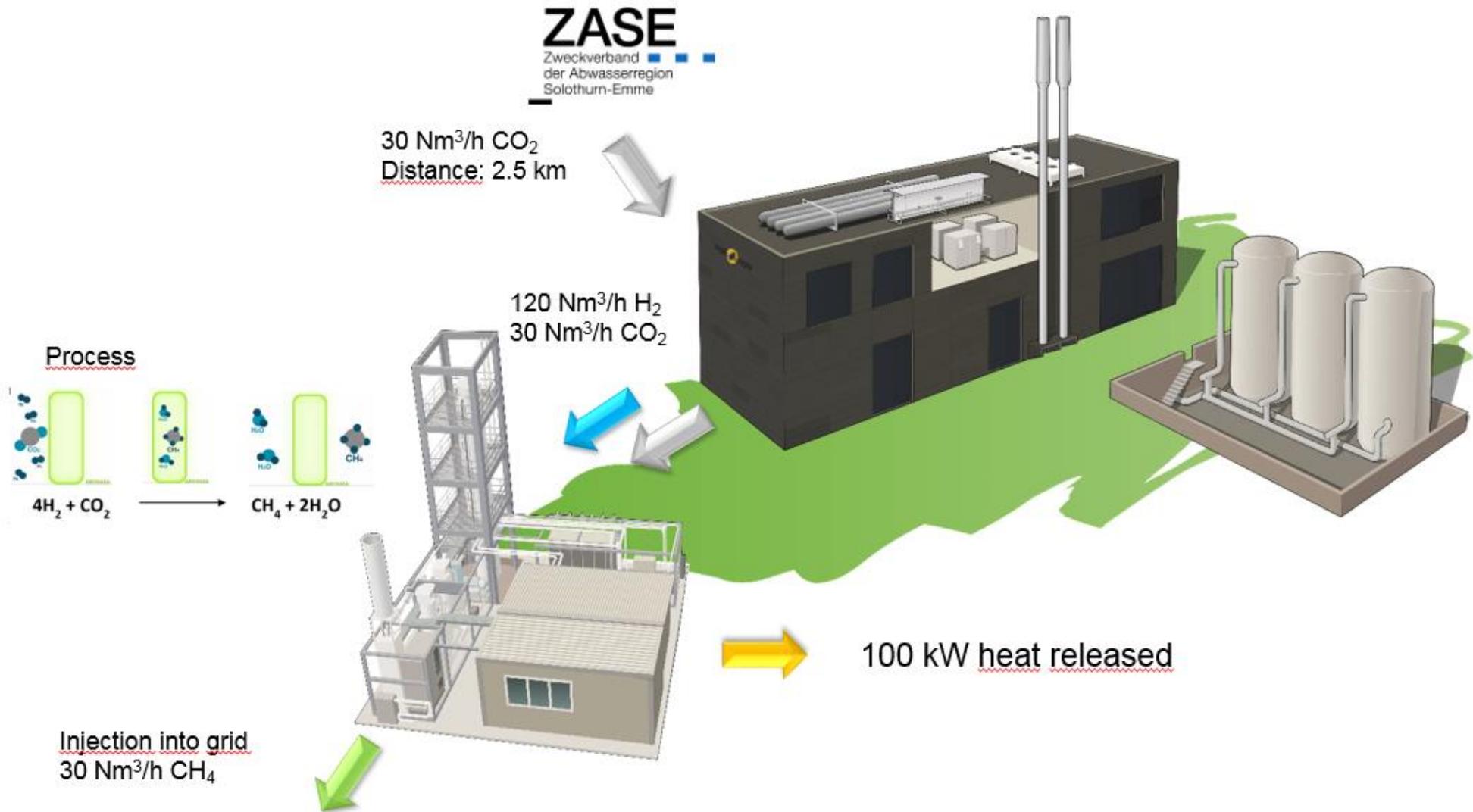
Nach Woese *et al.*

## Der Prozess

- ➔ Salz, Wasser und Mineralien
- ➔ Temperatur 60-65°C
- ➔ Anaerobe Bedingungen
- ➔ CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>

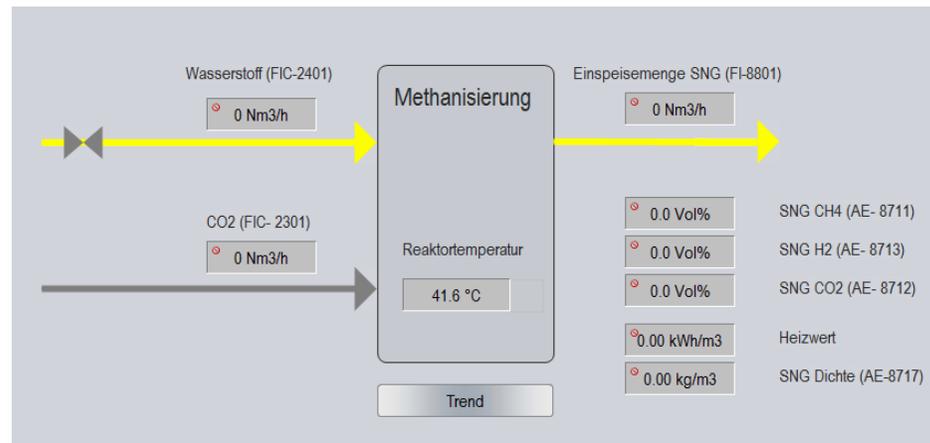


# Stoffströme



# Einspeisung

- Um die eingespeiste Gasmenge zu maximieren, wurde die Variante eingeschränkte Einspeisung gemäss SVGW-Richtlinie G13 gewählt
- Messung der Durchflussmenge im Hauptstrom und der Einzelkomponenten
- Berechnung der maximal erlaubten Einspeisemenge gemäss Vorgaben SVGW-Richtlinie G13
- Einhaltung der Grenzwerte gemäss SVGW-Richtlinie G18 Gasqualität nach der Einspeisung



Einspeisepunkt in das Verteilnetz  $p_{max}$  5 bar

Komponente	chem. Bez.	Anforderung	Einheit
Methan	CH <sub>4</sub>	> 96	Vol.-%
Wassertaupunkt bei maximal auftretendem Betriebsdruck an der Einspeisestelle	H <sub>2</sub> O	-8	°C
Schwefelwasserstoff	H <sub>2</sub> S	≤ 5	mg/Nm <sup>3</sup>
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	≤ 20	mg/Nm <sup>3</sup>
Mercaptane im odorierten Gas		≤ 5	ppmV
Teer (Summe PAC + BTX)		≤ 50	ppmV
Halogenverbindungen		≤ 1	mg Cl/Nm <sup>3</sup>
Schwermetall inkl. Quecksilber		≤ 5	mg/Nm <sup>3</sup>
Silizium	Si	< 10	mg/Nm <sup>3</sup>
Fluor	F	< 10	mg/Nm <sup>3</sup>
Chlor	Cl	< 1	mg/Nm <sup>3</sup>
Kohlendioxid*	CO <sub>2</sub>	< 5	Vol.-%

Tab. 1 Zusätzliche Anforderungen an das einzuspeisende Gas bei uneingeschränkter Einspeisung

\* Siehe Kapitel 5.4.6 CO<sub>2</sub> Messung als Option für redundante Messung. Anforderung 4% zuzüglich Messungenauigkeit.

G13

## Anlagenbetrieb

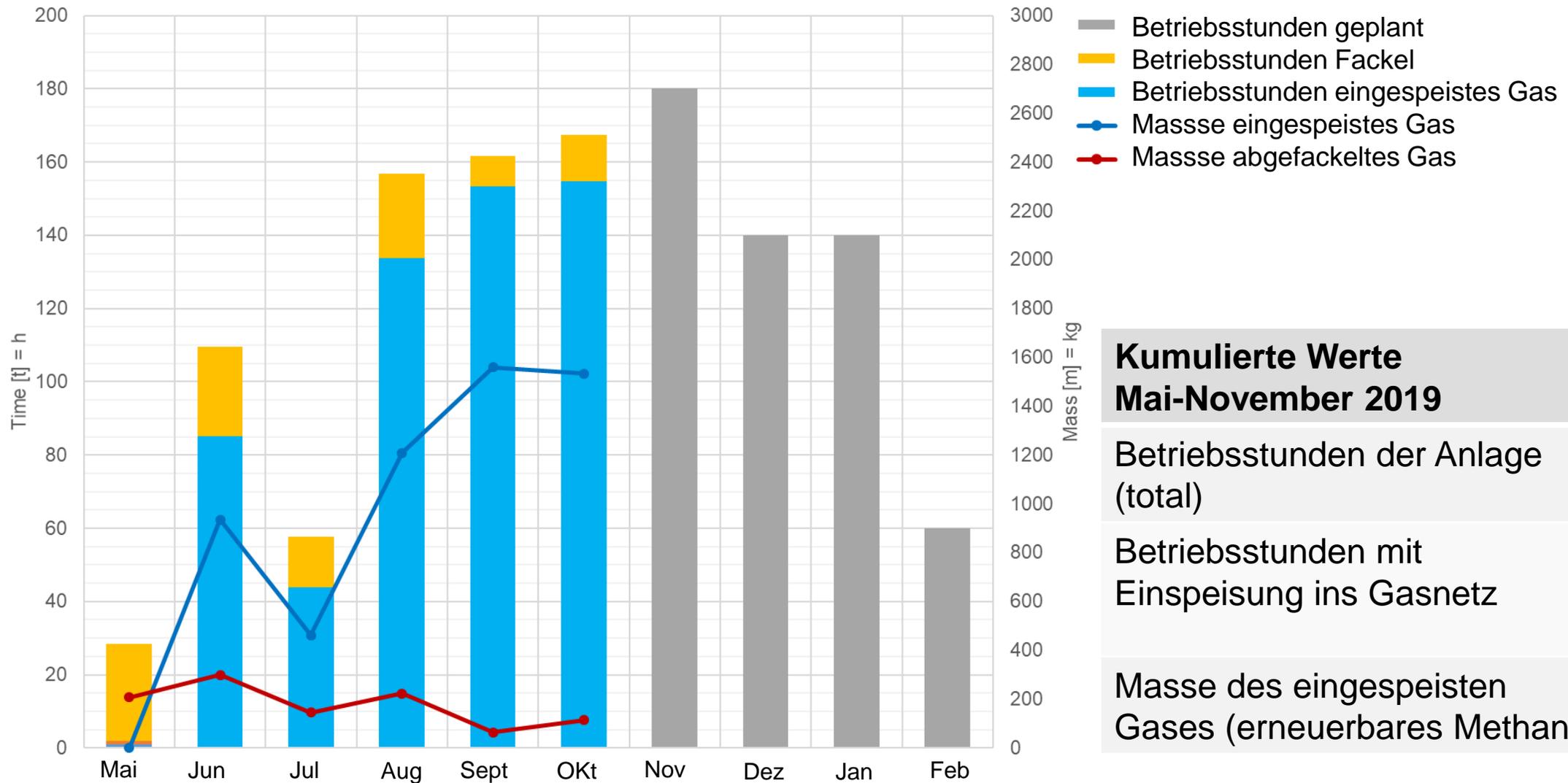
### Täglicher Betrieb:

- ➔ Inbetriebnahme der Anlage um jeweils um 7:00
- ➔ Aufheizen der Anlage mittels Wärmeregister auf 60°C, 9.5°C/h
  - Nach einem Wochenende: 4-6 h
  - Nach Betrieb am Vortag: 1 h bis zum Erreichen der Prozesstemperatur
- ➔ Nach Erreichen der Betriebstemperatur (61.5°C), Start des Prozesses
- ➔ Limitierte Einspeisung: je nach momentanem Durchfluss in der Gasleitung, kann sofort mit der Einspeisung begonnen werden, falls nicht, wird das Produktgas abgefackelt (hauptsächlich abhängig vom H<sub>2</sub>-Gehalt im Produktgas)
- ➔ Abschalten der Anlage gegen 17:30

### Dauerbetrieb:

- ➔ Zusätzlich wurden Tests im 24h Betrieb durchgeführt

# Betriebsstunden und Masse des erneuerbaren Gases

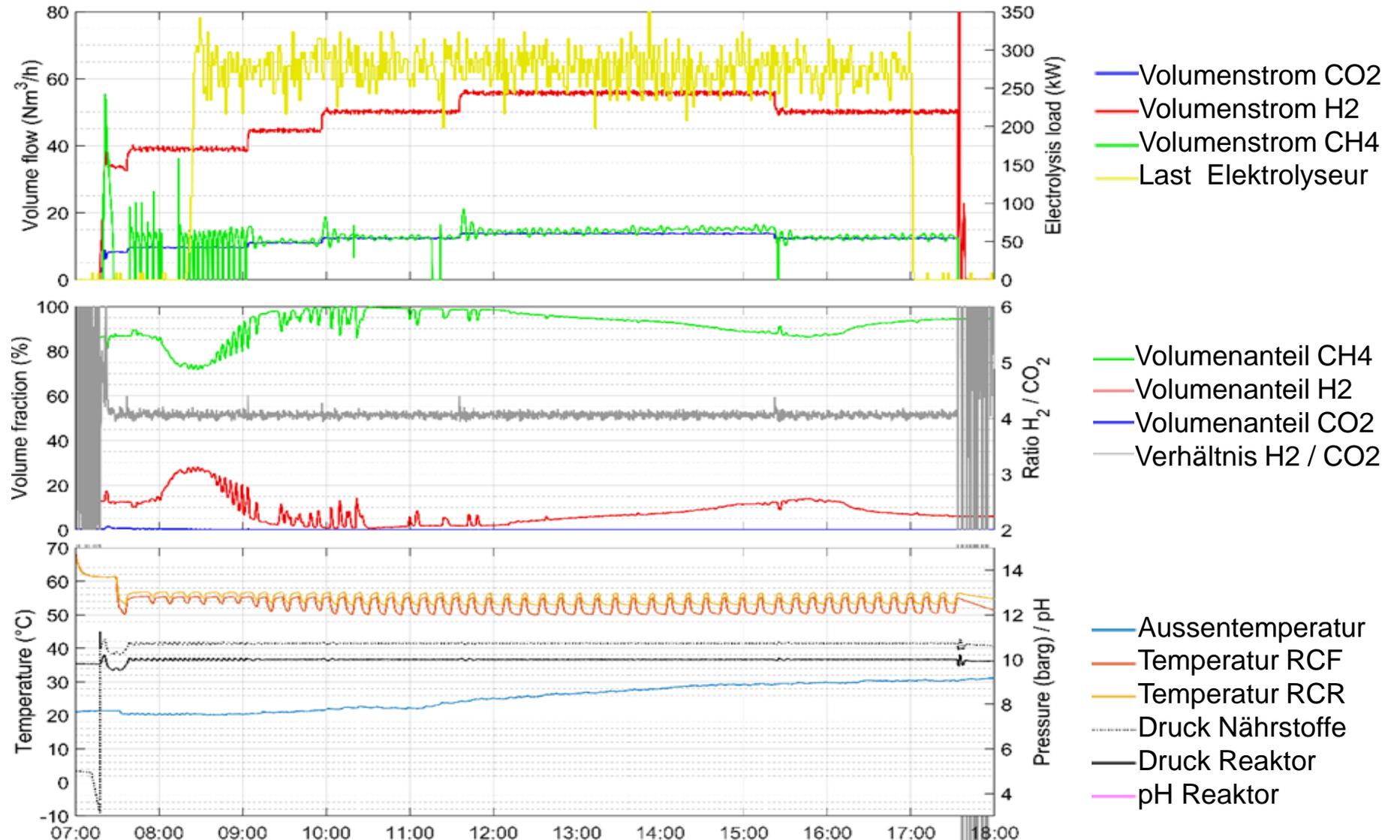


Kumulierte Werte Mai-November 2019	
Betriebsstunden der Anlage (total)	1000 h
Betriebsstunden mit Einspeisung ins Gasnetz	735 h
Masse des eingespeisten Gases (erneuerbares Methan)	7300 kg

# Anlagenbetrieb: Diverse Testläufe

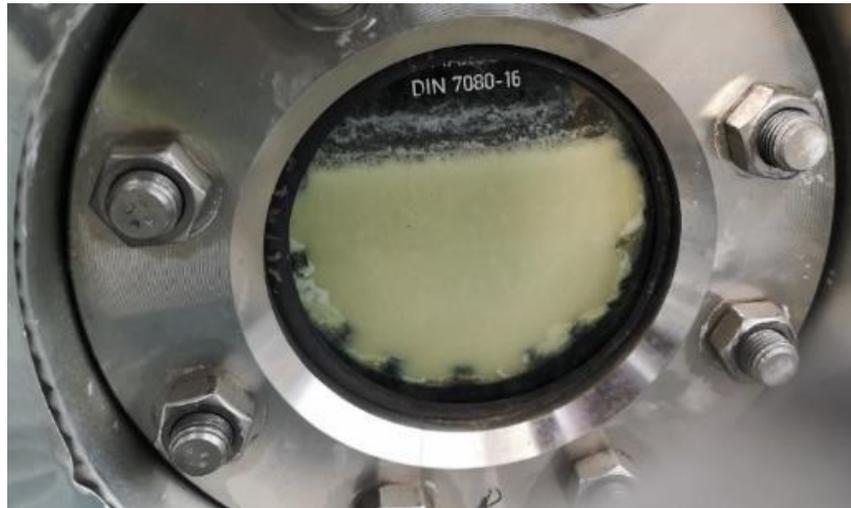
➔ Methanproduktion in Abhängigkeit des Volumenstroms von CO<sub>2</sub> & H<sub>2</sub>

➔ Temperatur & Druck sind stationär im Reaktor



## Anlagenbetrieb

- Niveauüberwachung der Archies
- Nachfüllung der Nutrients
- pH-Wert Messung
- Kontrollgänge
- Testläufe zur Nährstoffrückgewinnung



## Fazit

- ➔ Biologische Methanisierung mit Archaeen erfolgreich demonstriert
- ➔ Biologisches Methan wurde in das Gasnetz eingespeist
- ➔ Anlage konnte bereits tageweise und wie auch im Dauerbetrieb betrieben werden
- ➔ Optimierung für einen kommerziellen Betrieb erfordert Anpassung einiger Komponenten:
  - Steuerung: um einen reibungslosen Dauerbetrieb zu garantieren und um Kosten / Aufwand für das Betriebspersonal zu reduzieren
  - Nährstoffzugabe: erhöhte Automatisierung & Nutzung des Rezyklat
  - Nutzung des Abwärme
- ➔ Bei der Auslegung müssen Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden

# Fragen

