

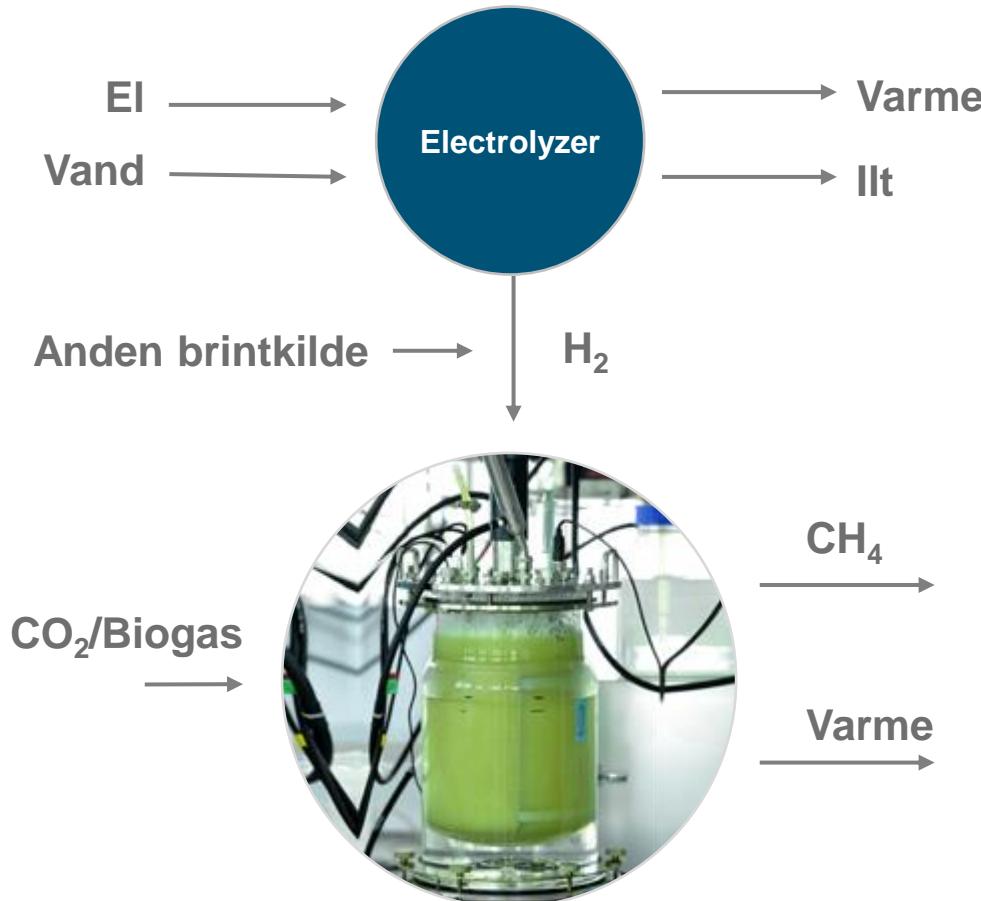


Fra El Og CO2 til naturgas via biologisk metanisering

Laurent LARDON



Biometanisering til konvertering og lagring af energi



Kemiske reaktioner

Electrolysis



Metanisering



Netto Reaktion



Driftsbetingelser

Temperatur 65°C, Tryk 1 to 10 bar(a)

Egen bio-katalysator

4 patenter i USA og Europa. verd

Proprietært biokatalytisk system



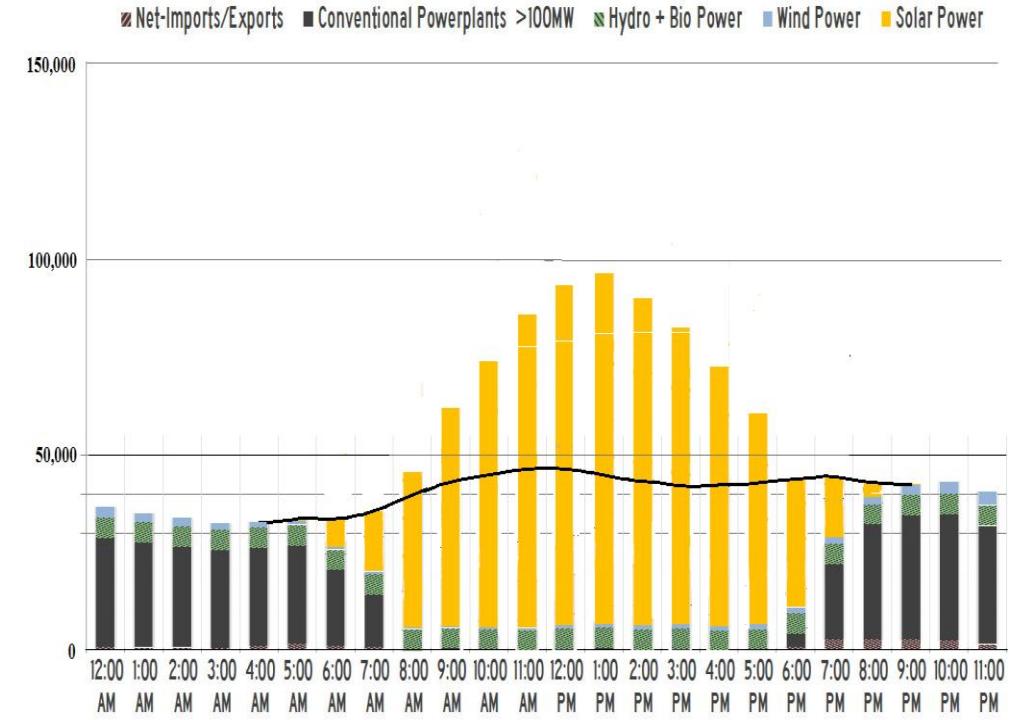
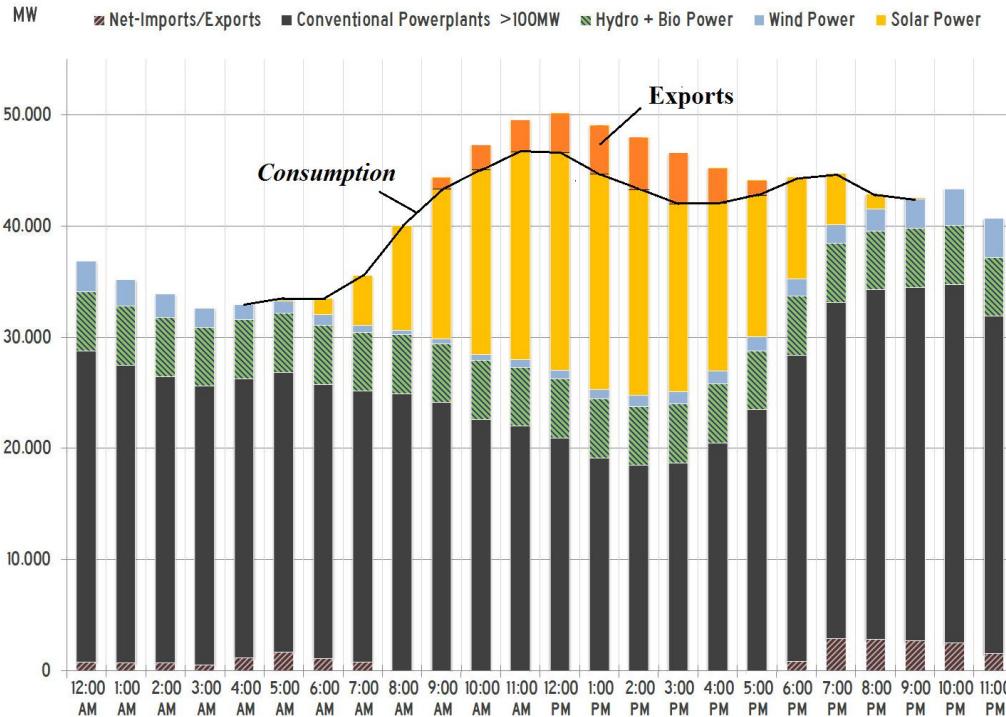
- Overskydende elektricitet
- El-net mættet
- CO₂ udslip



confidential

- Naturgasnetværk som et batteri
- Voksende marked for grøn gas
- Decarbonize energi branchen

Vedvarende og intermitterende energi-kilde

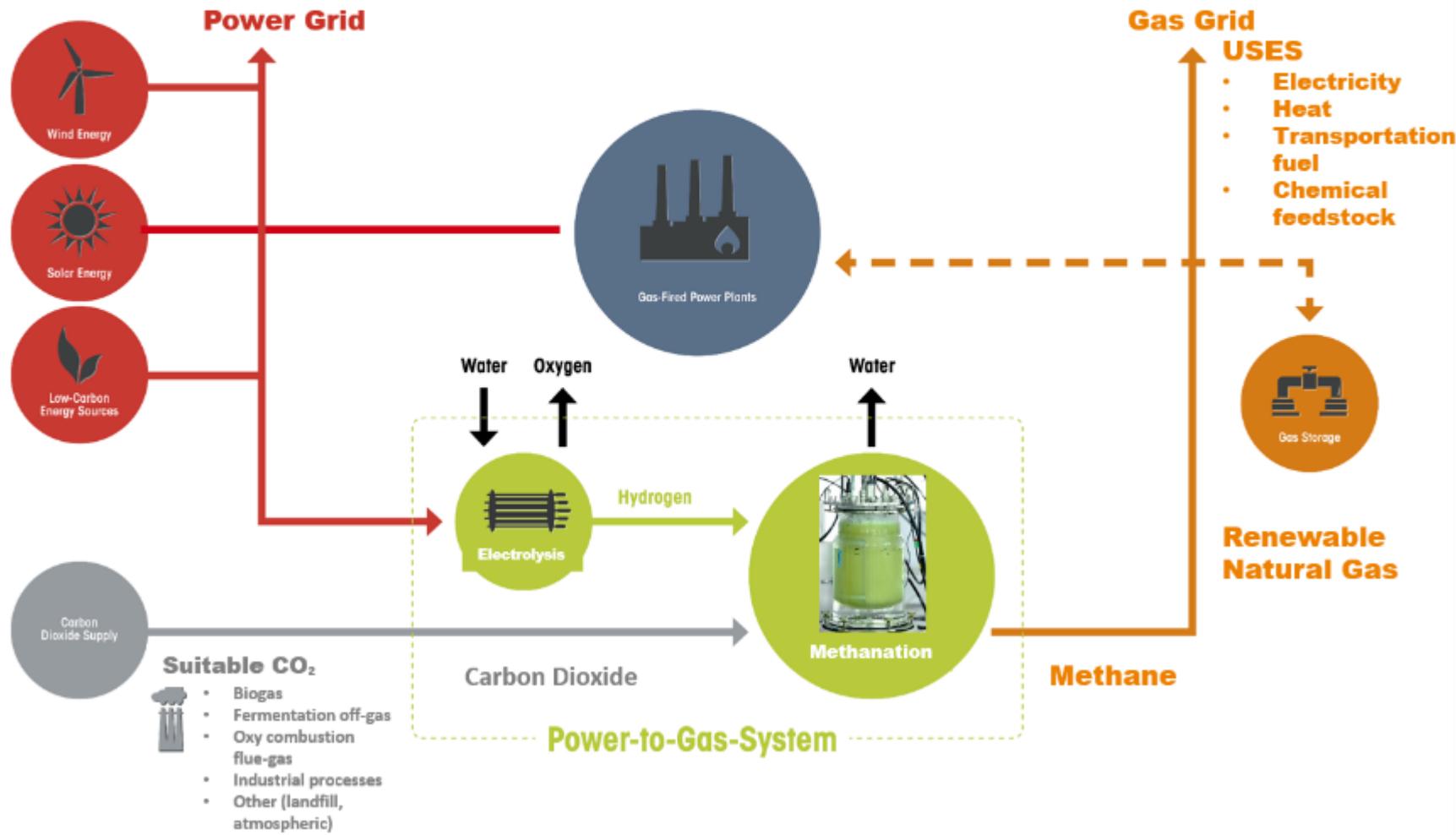


Vedvarende kilder som producer 5.7% af
årlig energiforbrug

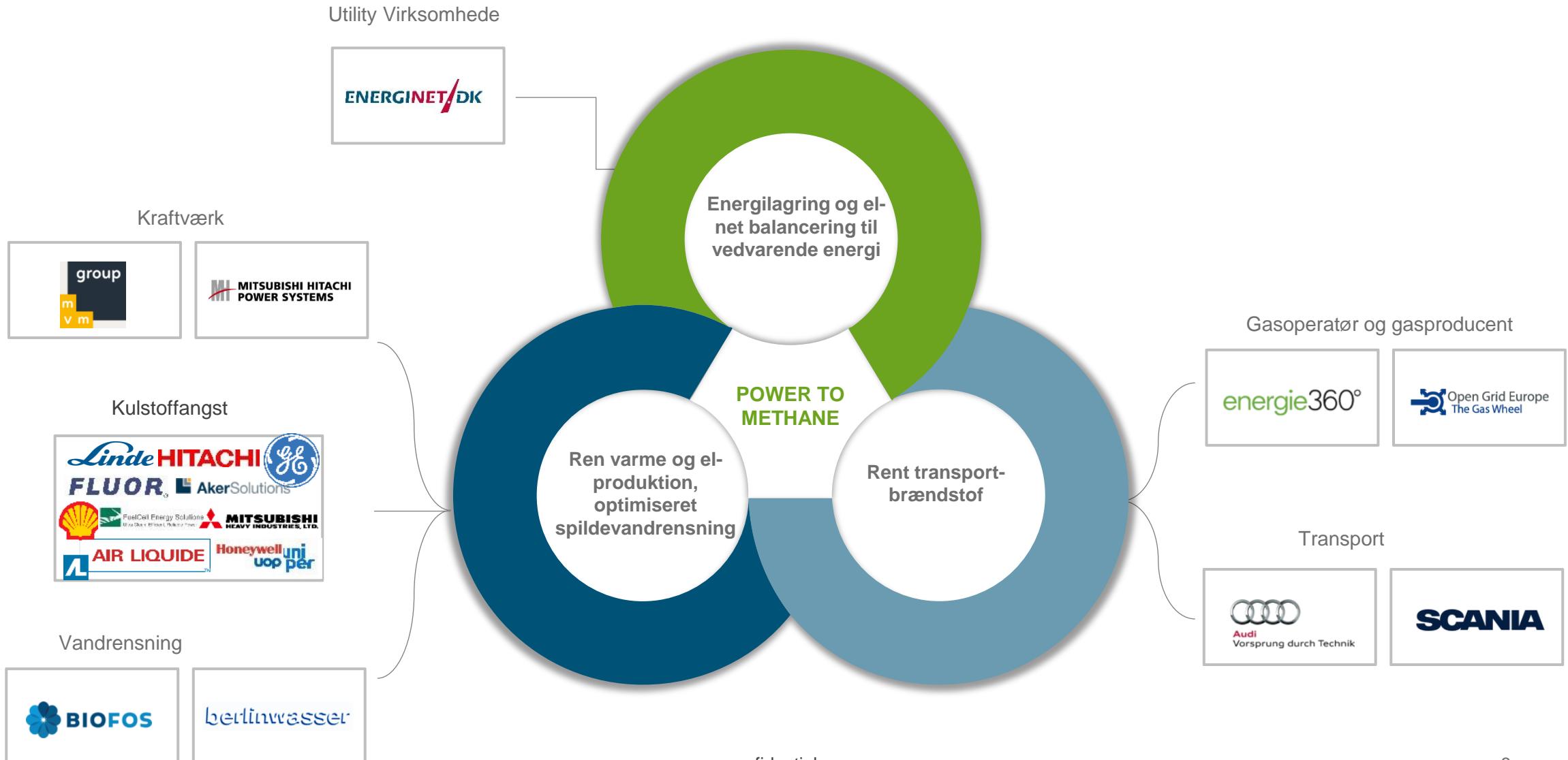
Vedvarende som producer 25% af årlig
energiforbrug.

Biometanisering til konvertering og lagring af energi

Power-to-Gas Energy Storage



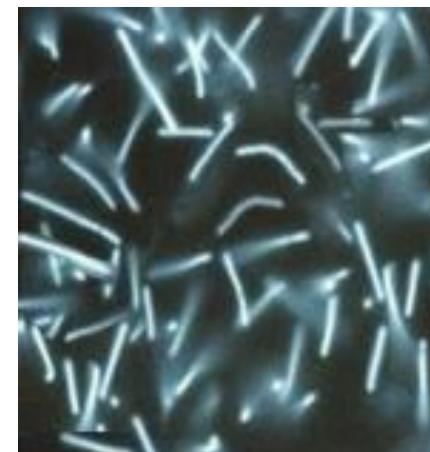
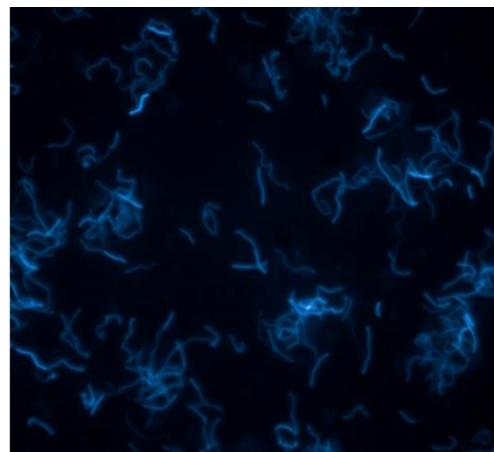
Power-to-Methane betyder mere end energi-lagering



Hvor de begyndte

**Dr Laurens Mets laboratory,
Univ. of Chicago**

- Udvælgelse af en stamme fra naturmiljøet i Island.
- Optimering af en unik stamme af Archaea
- Arkiverede patentansøgninger på omrørt reaktor og bioelektrokemiske systemer
- Demonstration af høj effektivitetskonvertering af kuldioxid og elektrisk energi i metan



Karakteristik af Electrochaea Biokatalysator



Vækstbehov

- Saltvand and mineraler
- 65°C
- Anaerobe forhold
- Feedgas: CO₂ and H₂



Effektiv



98.6% kuldioxid til metan

Produktiv



VVD* of 800, masse-transfer af brint er den eneste begrænsende faktor

Lydhør



Hurtig retur til metanproduktion inden for sekunder / minutter

Selektiv



100% metan, ingen mellemprodukter

Robust



Tolerant over for ilt, H₂S, CO, sulfat, ammoniak, partikler

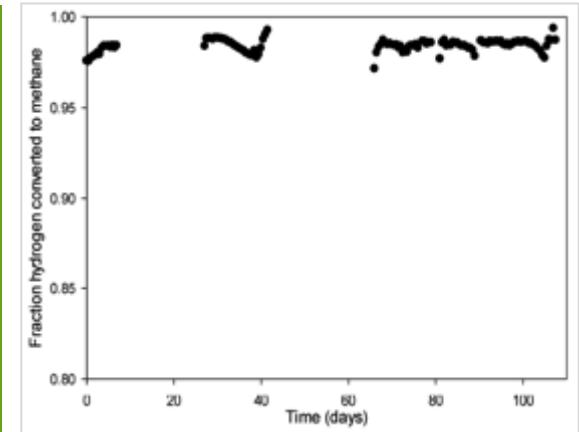
Enkel



Moderat temperaturområde (60-65 ° C)

Langsigtet stabilitet

- Mulighed for intermitterende drift
- Hurtigt opsving under start / stop cyklus



*VVD = volumes of gas per volume of reactor per day (24-hr)

Hurtig teknologi de-risking og opskalering



Commercial-Scale eksperimenter

Nyt process-design til markedsindgang med 1 MW reactor i Avedøre



2014 - 2016

Pre-Commercial eksperimenter

Demonstration i 5m³ omrørt tank bioreactor med rå biogas som CO₂-kilde, Foulum (DK)



2013

Lab-scale eksperimenter

Biocatalysering kapacitetsforsøg med rå biogas



2011 - 2012



2006 - 2010
confidential

Power-to-gas projekt, Foulum, Denmark



Første pilotskala projekt

- I 2012 foreslog Electrochaea.dk projektet "Carbon Dioxide to Methane - System Integration" med Aarhus Universitet, EON og NEAS Energy
- 12mio DKK projekt (EUDP, Electrochaea, EWZ og Energie 360°)



Biocat projekt, Avedøre, Denmark



Først demonstration-anlæg

- Identificer steder med kuldioxide-kilde og forbindelse til gasnettet.
- Støtte fra ForskEl program i 2014
- Detaljeret teknik og konstruktion af BioCat-anlæg startede i 2015
- Inokulering i April 2016



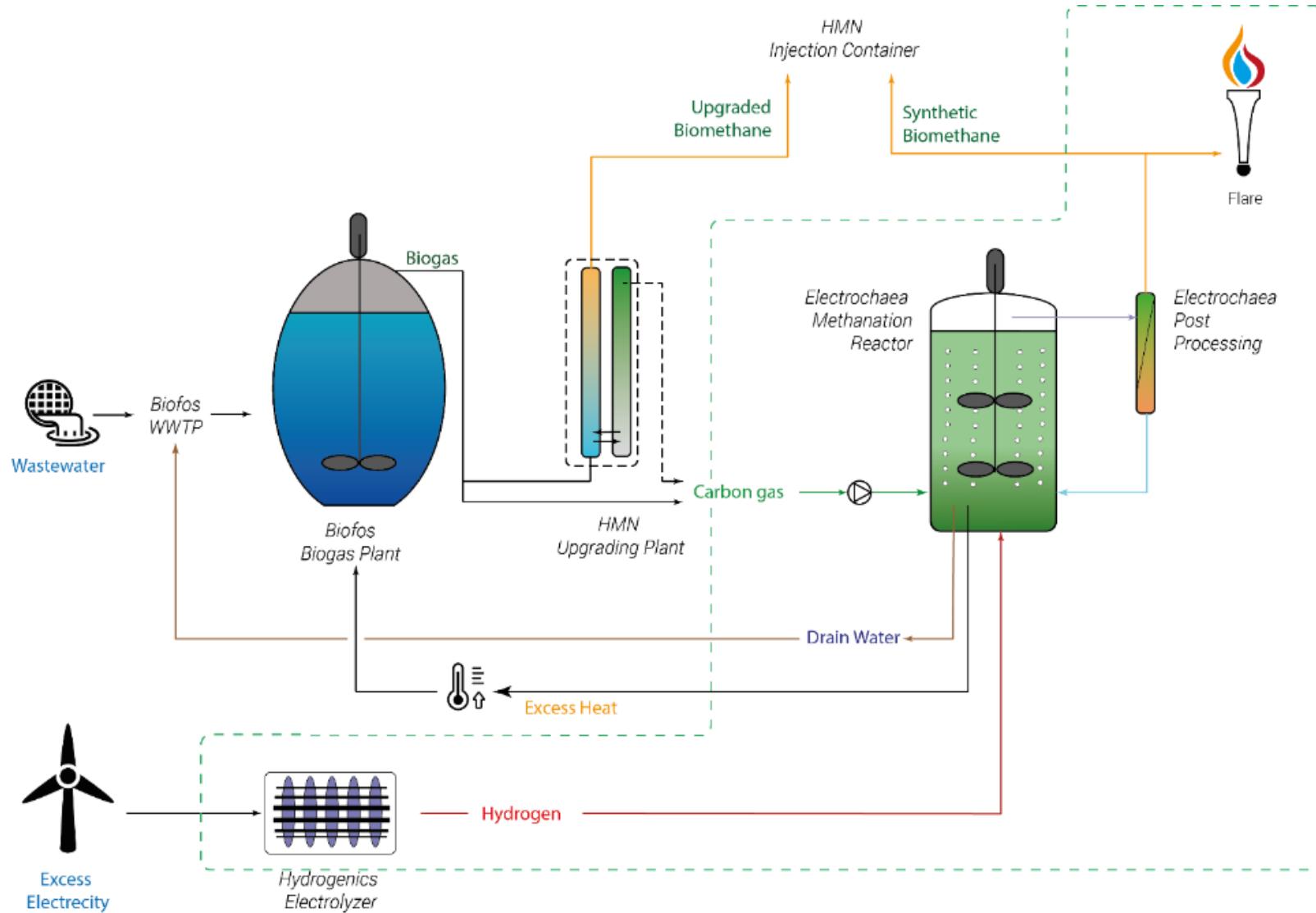
Naturlig symbiose med biogas og spildevandsrensningsanlæg



Overskydende elektricitet, Vindmøller

Grøn naturgas

Naturlig symbiose med spildevandsrensningsanlæg



Opnåelse af netskala produktion



BioCat

Bio-metanisering system i megawatt skala

- Konvertering af overskud fra vedvarende energi til biometan: 13-20 kW/Nm³-CH₄
- Virker også som biogas-opgradering: 5.4 til 8 kW/Nm³-CH₄
- Patenteret bio-katalysator (4 patenter), in-house system design & operation
- Konkurrencefordel: dynamisk operation, høj tolerance for urenheder
- Opszalering: til 10 MW og 50 MW systemer på globalt marked



Vellykket opstart og drift af Biocat



April 2016: Biokatalysatot inokulering

- 7 monthsønder af drift
- 6-12 timer af drift, 5 dager om uge (~1 500 hrs)
- 100 timer kontinuerlig drift

2017

- 2 gang 500 timer af drift
- 98% proces tilgængelighed

Netkvalitet gas:

- 97-98.5% CH₄
- 0.2-1% CO₂
- 1-2% H₂
- 0-3 ppm H₂S

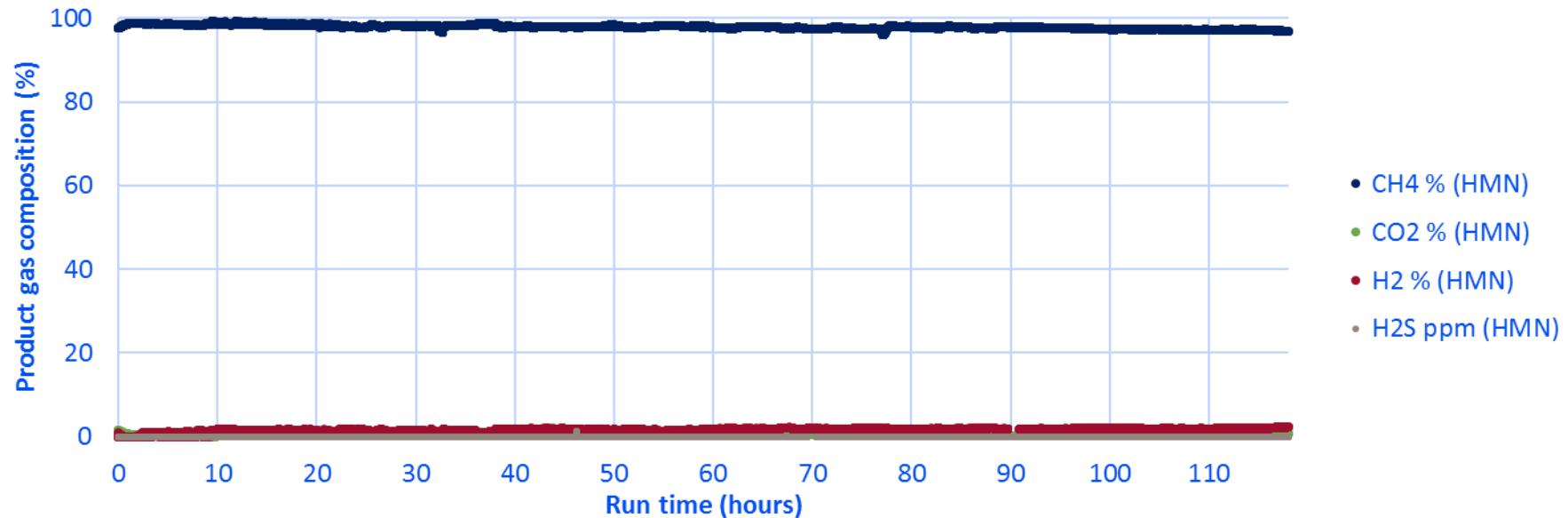
Driftsbetingelser

- 8 bar tryk
- 63°C
- 55-70 Nm³/hr biogas (37% CO₂, 63% CH₄)
- 80-105 Nm³/hr H₂
- 200-300 ppm H₂S

Stabil gaskvalitet

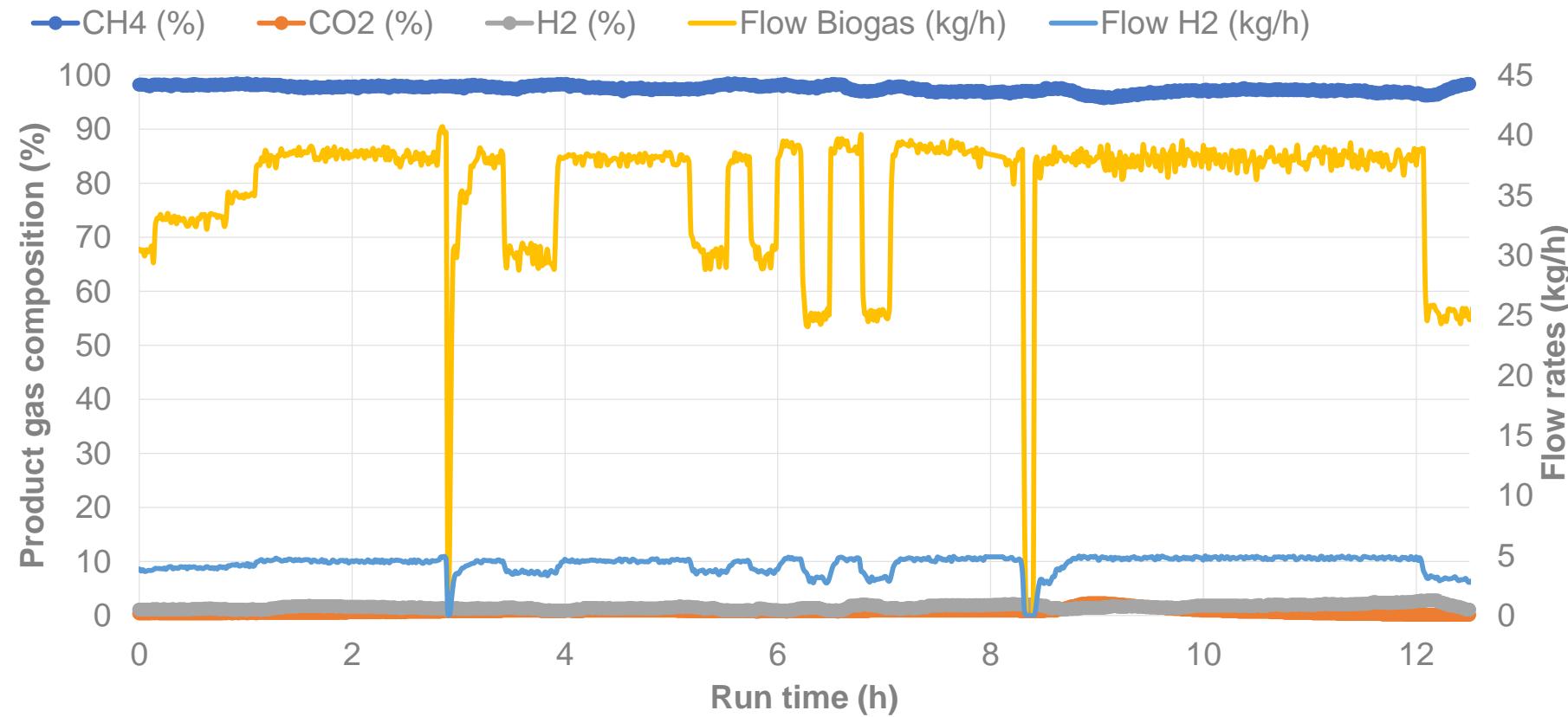


OD: 50 | pH: 7.5 | Mixing energy: 1.2 kW/m³culture | Pressure: 9 bar | Flows: H₂: 67 Nm³/h & Biogas: 42 Nm³/h



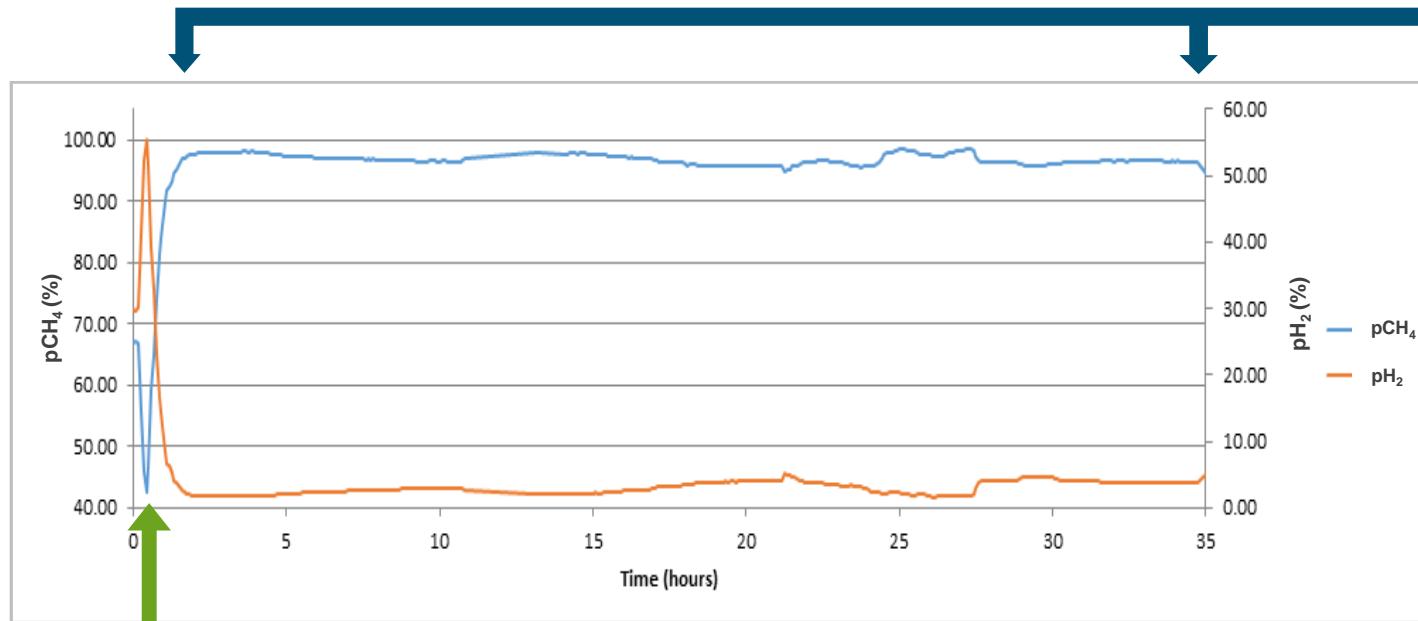
Parameter	Krav	Gemensnit produktgas BioCat
CO ₂ % v:v	Max. 3,0	1
Metan % v:v	Min. 97	97
H ₂ S mg/ m _n ³	Max. 5	0
Brint % vol.	Max. 2	2

Fuld belastning i forhold til mellem belastning



- Fleksibilitet i drift mellem 0 - 50 - 100% af den fuld kapacitet
- Hurtig tilpasning af biokatalysatoren: Ingen indvirkning på produktgas sammensætningen ved forskellige belastninger

BioCat opstart og fortsat ydeevne



Opstart	
Gas type	%
CH_4	45 (biogas mixture)
O_2	0
CO_2	2
H_2	55
N_2	0
H_2S	25 ppm

Steady-state	
Gas type	%
CH_4	98.33
O_2	0.00
CO_2	1.4
H_2	1.9
N_2	0.0
H_2S	25.4 ppm

- Høj renhed af produktgas (>96%)
- Umiddelbar højkvalitetsmetanproduktion efter opstart

Sterk effect af et 50 MW BioCat anlæg



Effekt af en 50 MW Biocat anlæg

Lagering 400 GWh/år
af el



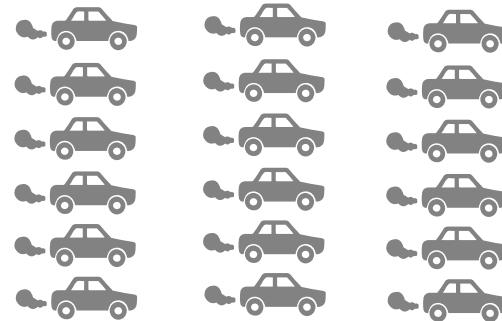
Forbrug af 13 000
husstande



Opnåelse CO₂
genbrug af 37 000
tons/år



Udslip af ~20 000
biller



Future 50 MW
plant



BioCat 1 MW
plant
confidential



Future 10 MW
plant

Partnere og investorer



Electrochaea GmbH

Semmelweisstrasse 3
82152 Planegg, Germany
www.electrochaea.com



Mich Hein, PhD, CEO
mich.hein@electrochaea.com



Markus Forstmeier, PhD, VP BD
markus.forstmeier@electrochaea.com



Doris Hafenbradl, PhD, CTO
doris.hafenbradl@electrochaea.com



confidential



Bronze medalist 2016 in early stage start-up category



Fra El Og CO2 til naturgas via biologisk metanisering

laurent.lardon@electrochaea.com

