

Hvordan løse klima- og energikrisen med biometan



Fred Martin Kaaby, MSc. Organic Chemistry

Dagens agenda

- 01 Hvem er vi?
- 02 Biogass som klimakur
- 03 Biogass på 1-2-3
- 04 Biogass oppgradering
- 05 Biometan I veitransport
- 06 Hydrogen fra biometan
- 07 Oppsummering og konklusjoner
- 08 Spørsmålsrunde



Institutt for Energiteknikk's visjon: Internasjonalt ledende forskningsinstitutt

Omsetning:

1

BNOK



Årlige pulikasjoner:

120



1948: IFA



1980: IFE

Ansatte:

300



14.000

Årlige besøkende

Avanserte laboratorier:

24



Najsonaliteter: 32

Forskere: 218

PhDs: 105

Sentre for fornybar energi:

2

Internasjonale prosjekter:

> 30%



Avdeling for Reservoar teknologi

«Å finne smarte løsninger for en bedre framtid»

Grønnere og mer effektiv utnyttelse av hydrokarboner (metan)

Forskning for sikker og pålitelig undergrunns karbonlagring

Utvikle nye metoder for miljøovervåking og kartlegge væskestrømning i landdeponier

IFE Biogas analysis service

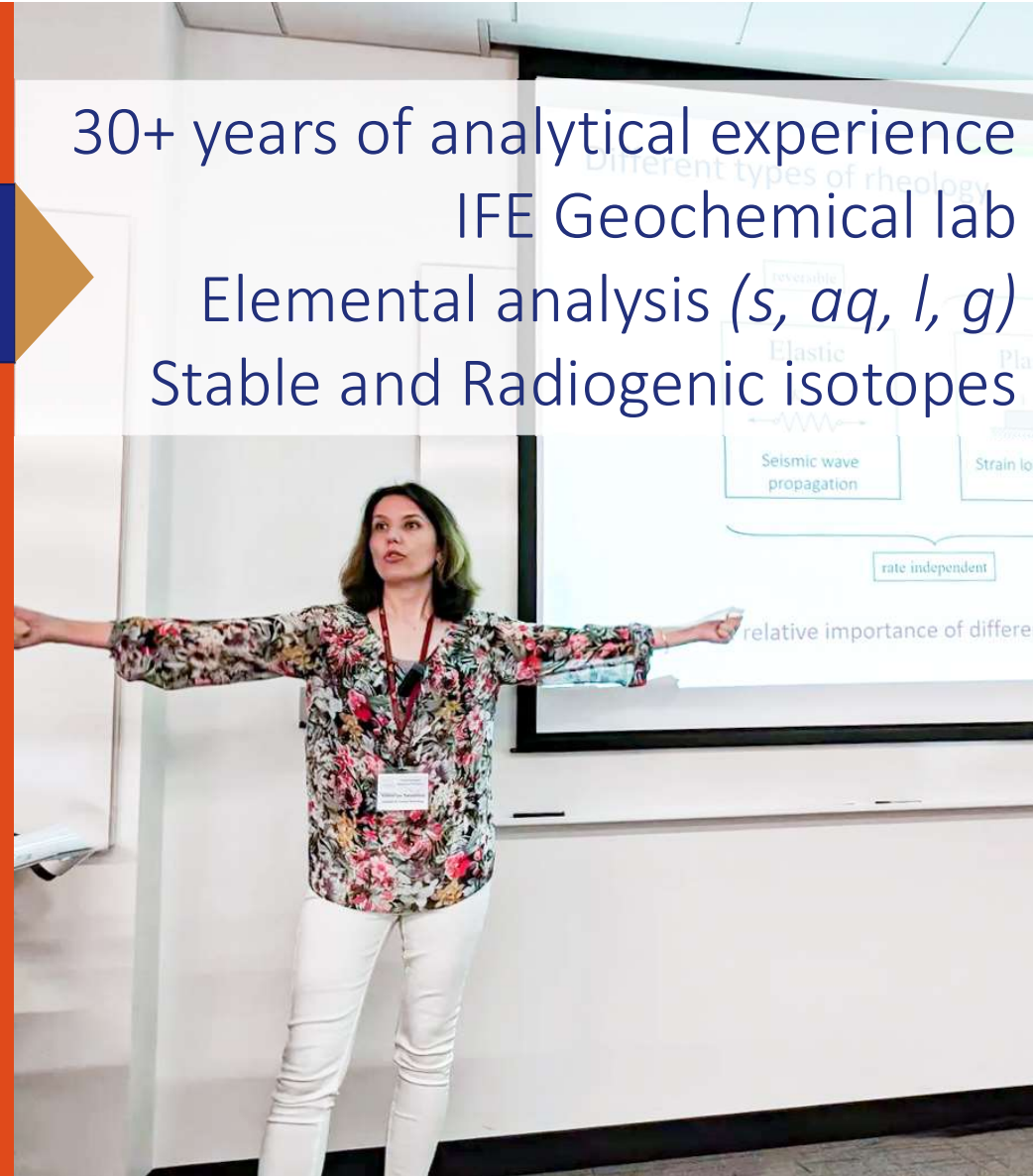
Gas composition analysis

Periodic measurements

Training

Stable Isotope Monitoring

30+ years of analytical experience
IFE Geochemical lab
Elemental analysis (*s, aq, l, g*)
Stable and Radiogenic isotopes



IFE Biogas analysis service

Gas composition analysis

Periodic measurements

Training

Stable Isotope Monitoring



Verify sensor calibration
Range, precision and accuracy
No interferences
All gaseous species
Easy to sample and send

The image shows a laboratory setup for biogas analysis. On the top shelf, there is a gas chromatograph (GC) with a digital display and a control panel. Below it, on the middle shelf, is a dual furnace control unit with two digital displays showing '35.7' and '35.7'. To the right of the furnace are two stainless steel gas cylinders, one labeled 'H₂ = 90%' and 'O₂ = 3.08%', and another labeled 'H₂ APPROX. 90%' and 'O₂ APPROX. 3.08%'. The equipment is connected by various tubes and wires.

IFE Biogas analysis service

Gas composition analysis

Periodic measurements

Training

Stable Isotope Monitoring



Verify purification/filtration
Know your contaminants
Essential for Risk Evaluation
Part of preventive maintenance
Requirement from CHP* suppliers

**Combined heat and power usually with Combined-cycle Gas Turbin*

IFE Biogas analysis service

Gas composition analysis

Periodic measurements

Training

Stable Isotope Monitoring



Thrustworthy monitoring
Sampling is AQ for quality!
Support/Analytical expertise

IFE Biogas analysis service

Gas composition analysis

Periodic measurements

Training

Stable Isotope Monitoring



Stability control of process

Certification

Tracing leachate and pollutants

Dagens agenda

01 Hvem er vi?

02  Biogass som klimakur

03 Biogass på 1-2-3

04 Biogass oppgradering

05 Biometan I veitransport

06 Hydrogen fra biometan

07 Oppsummering og konklusjoner

08 Spørsmålsrunde

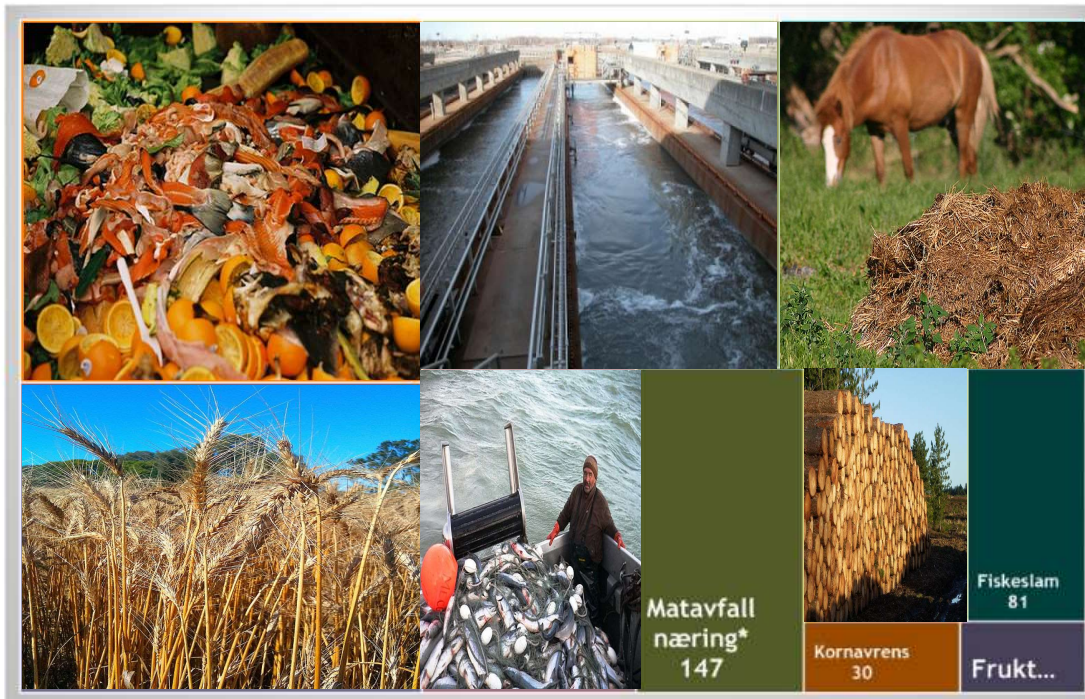
Sirkulær økonomi

Effektiv utnyttelse av ressurser for å redusere press på jordas økosystem.



Biologisk avfall er blitt redefinert som verdifullt!

Energipotensialet fra biologisk avfall



Totalt beregnet potensial for ny biogassproduksjon per råstofftype i 2030 (GWh)

Vi kan omdanne biologisk avfall til metan ved anaerob biologisk nedbryting.

Potensiale for produksjon av 2 TWh energi i form av metan i 2030.

(Norwaste anslår det samme innen 2035)

(Kilde: Miljødirektoratet M-1652/2020)

Biogass er først og fremst en lokal energikilde!

Når vi snakker om sirkulær økonomi og biogass gir det best mening i lokale sammenhenger: Kortreist mat!



Klimakur 2030: Tiltak for å øke utnyttelsen av husdyrgjødsel til biogassproduksjon fra dagens nivå (1 prosent) til 25 prosent i 2030.

Dagens agenda

01 Hvem er vi?

02 Biogass som klimakur

➤ 03 Biogass på 1-2-3

04 Biogass oppgradering

05 Biometan I veitransport

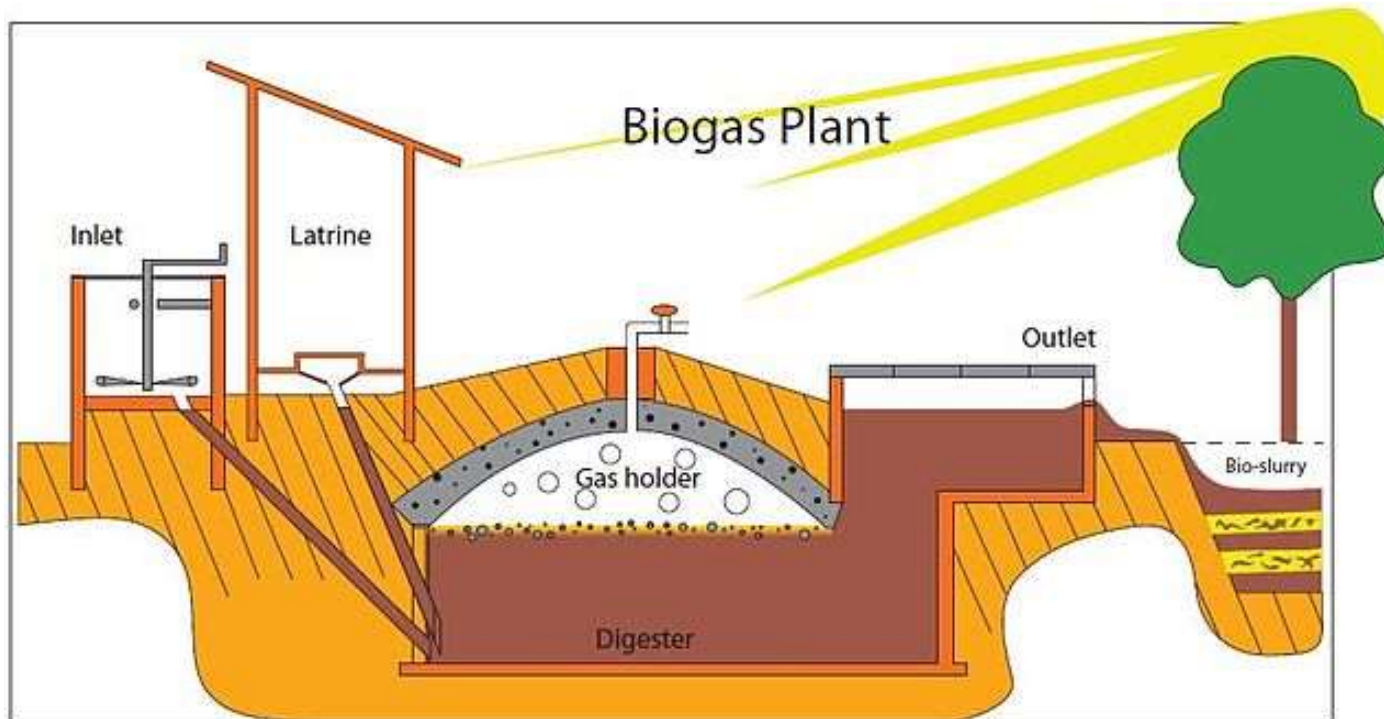
06 Hydrogen fra biometan

07 Oppsummering og konklusjoner

08 Spørsmålsrunde

Biogass på 1-2-3

Biogass er enkelt å produsere på liten skala. Blir mer utfordrende på industriskala.



Du trenger:

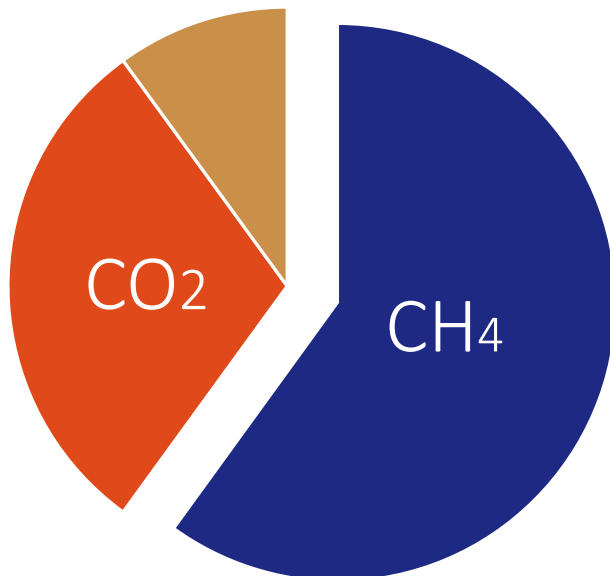
- 1) Varme
- 2) Anaerobe bakterier
- 3) Luftfritt miljø

Biogass inneholder mest metan (CH₄)

Kompostering



Anaerobisk biologisk nedbryting (stammer fra da Jorda ikke hadde oksygen):



Metan er en fargeløs gass

Luktfri

Brennbar (5.4–17% i luft)

Lettere enn luft (normal temperatur)

Kvelende



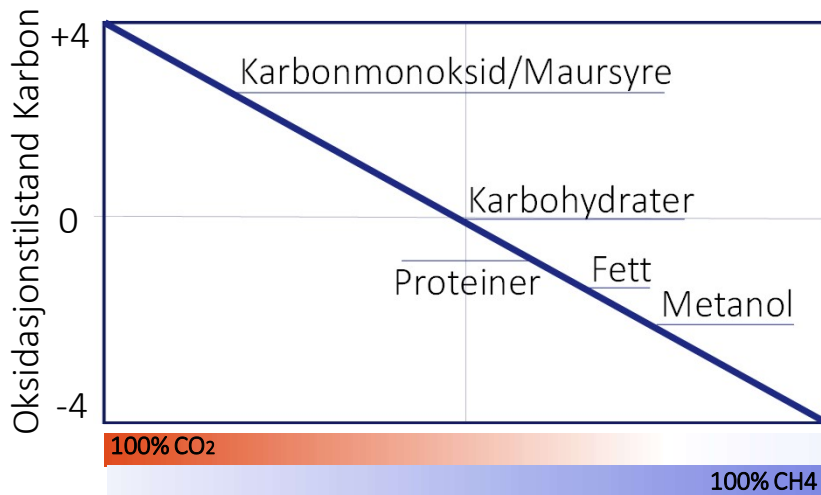
Bruk ATEX merket utstyr
der det kan forekomme
eksplosiv atmosfære

Biogass inneholder noe giftige gasser

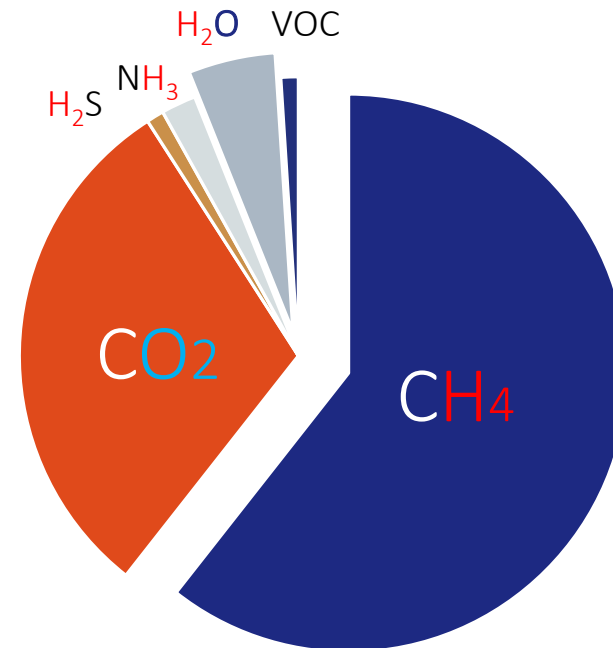
Hydrogensulfid (H_2S) og ammoniakk (NH_3)
Flyktige organiske forbindelser (VOC)

er giftige og lukter vondt! Kommer fra **proteiner** i maten!
forårsaker kondensasjon, slitasje og korrosjon. Intermediater.

Karbondioksid er en fargeløs gass
Syrlig lukt med smak
Tyngre enn luft (normal temperatur)
Kvelende og forårsaker åndenød



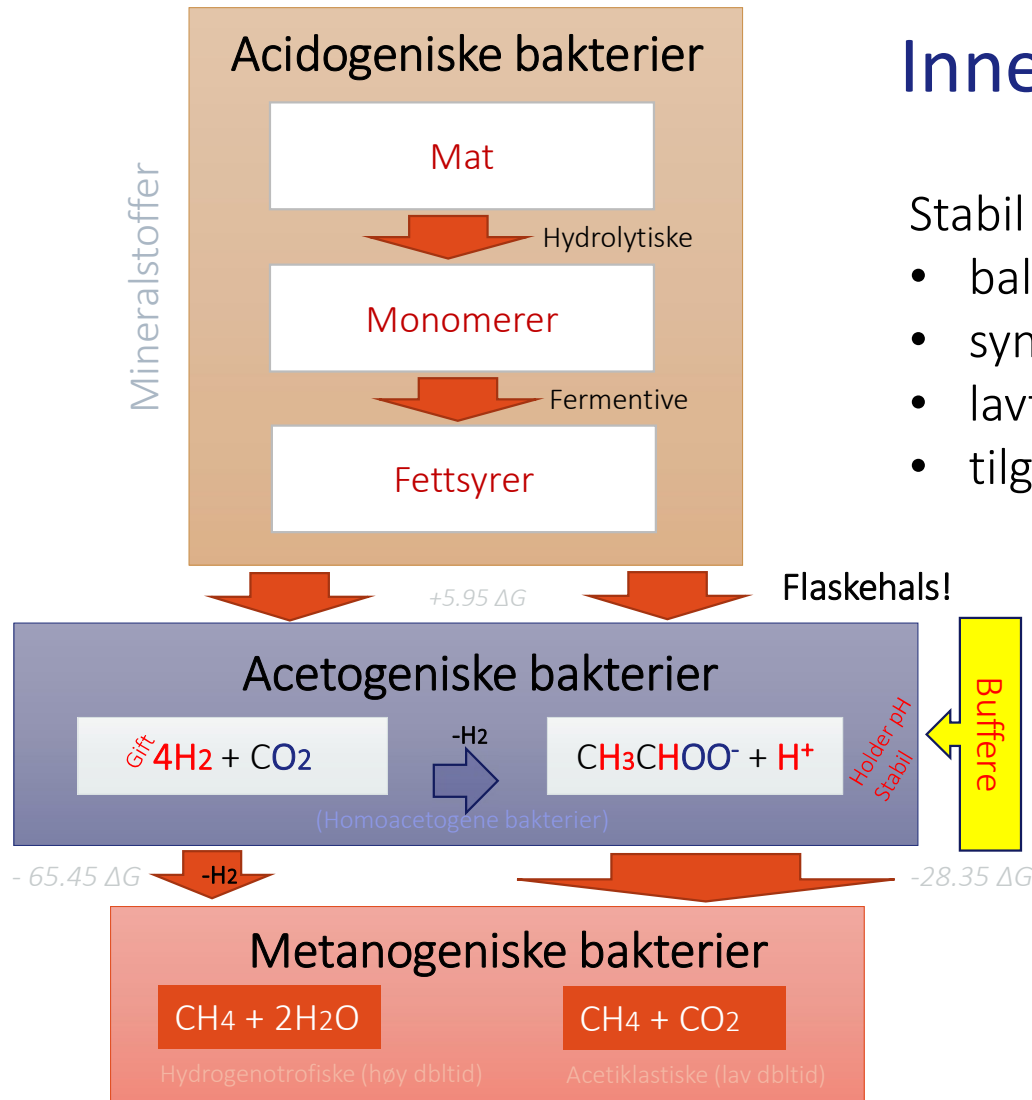
(Speece, 1996)



Inne i biogassreaktoren

Stabil biogassproduksjonen er avhengig av

- balansert pH
- synergi mellom ulike bakteriekulturer
- lavt innhold av giftstoffer (H₂, NH₃, H₂S)
- tilgjengelige mineralstoffer i maten.



Biogass på industriskala

På industriskala er de metaboliske prosessene i reaktortankene svært viktige å overvåke pga større volumer! Rensing og miljøovervåkning kommer i tillegg.



Eksempelvis Romerike biogassanlegg som driftes av Oslo Kommune

Dagens agenda

01 Hvem er vi?

02 Biogass som klimakur

03 Biogass på 1-2-3

04  Biogass oppgradering

05 Biometan I veitransport

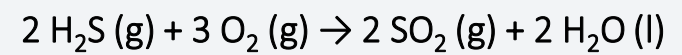
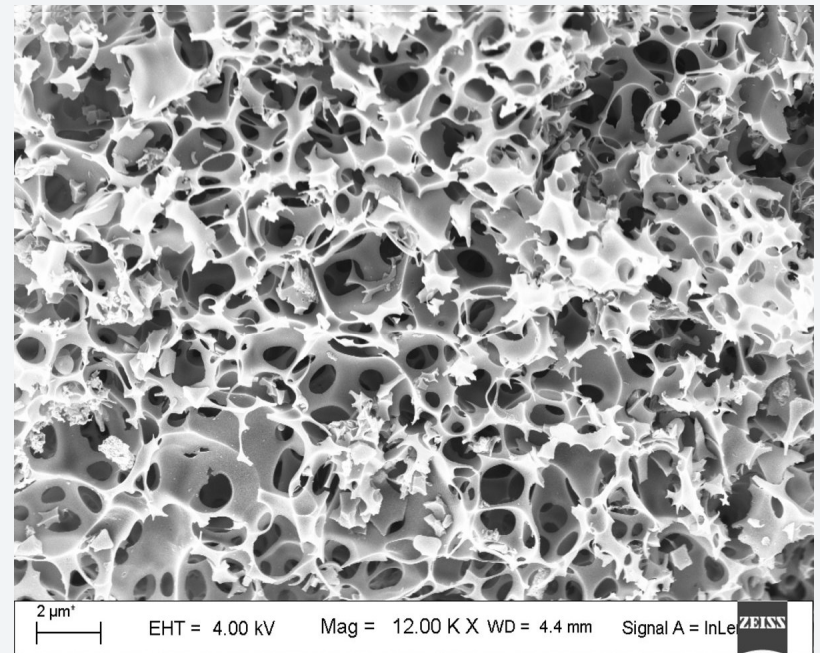
06 Hydrogen fra biometan

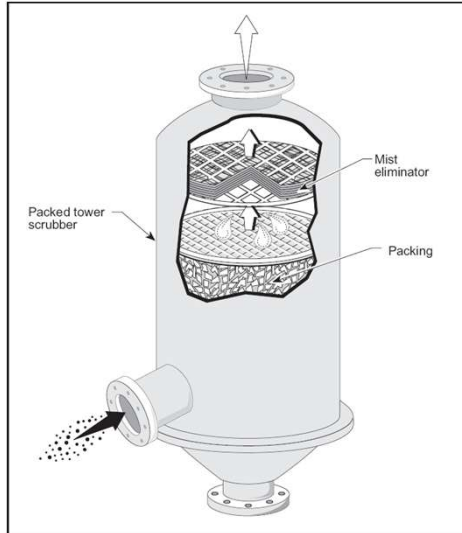
07 Oppsummering og konklusjoner

08 Spørsmålsrunde

Biogas upgrading

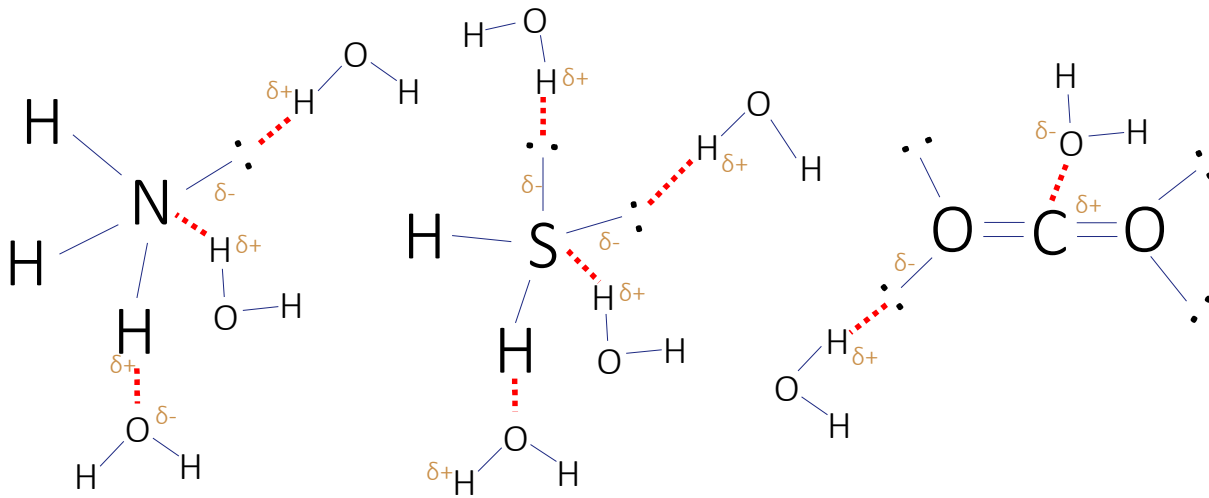
Absorbents, adsorbents /
chemisorption vs physisorption

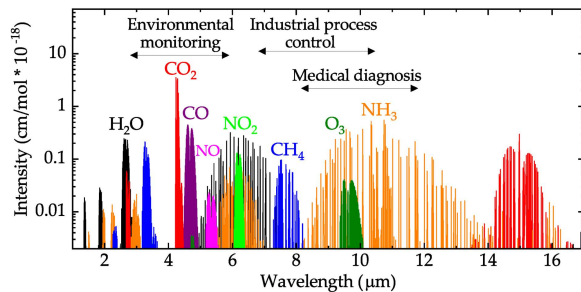




Scrub the gas!

Use the power of hydrogen-bonds





Nondispersive infrared
spectra of common gases

Common online sensors and their limitations

Wikimedia Commons@Daniel Popa and Florin Udrea

Oxygen

Mostly electrochemical, finite lifespan (2-3 years).

Calibration check: 3 months.

Hydrogen sulfide

Mostly electrochemical, finite lifespan (1-2 years). Cross-sensitive to hydrogen.

Calibration check: 3 months. Requires personell handling of toxic gas. Gas mixtures have limited «shelf-time».

Carbondioxide/Methane

Nondispersive infrared sensors are bulky and expensive, but robust!

Calibration check: 6 months

Dagens agenda

01 Hvem er vi?

02 Biogass som klimakur

03 Biogass på 1-2-3

04 Biogass oppgradering

➤ 05 Biometan i veitransport

06 Hydrogen fra biometan

07 Oppsummering og konklusjoner

08 Spørsmålsrunde

Biogass som klimakur og tiltak innen veitransport

Tabell A 37. Utslippsmål mot 2030 for utvalgte kommuner i Norge. Kilde: Miljødirektoratet, kommunenes energi- og klimaplaner og klimabudsjetter.

Kommune	Utslippsmål	Eksempler på tiltak i de lokale planene hvor kommunene peker på behov for nye eller styrkede statlige virkemidler
Bergen	100 % fossilfri i 2030	CCS på avfallsforbrenning, byvekstavtale mot 2030, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Oslo	95 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2009	CCS på avfallsforbrenning anleggsplasser utslippsfrie fra 2025, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Stavanger	80 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2015	Byvekstavtale mot 2030, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Trondheim	80 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 1991	CCS på avfallsforbrenning, anleggsplasser utslippsfrie fra 2025, raskere overgang til nullutslippsteknologi i kjøretøyparken
Bodø	60 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2009	Byvekstavtale mot 2030
Arendal	76 % utslippskutt i 2040 sammenlignet med 1991	Byvekstavtale mot 2030
Tromsø	85 % utslippskutt i 2030 sammenlignet med 2009	

Flere byer i Norge strekker seg langt for å nå klimamålene og nullutslipp er viktig!

Biogass som klimakur og tiltak innen veitransport

Oppgradert biogass, biometan, er en klimakur og viktig i Norges tiltak for klimagassreduksjon innen 2030!



2018:

820 gassbusser

300 gasslastebiler

34 fyllestasjoner

25 er offentlig tilgjengelige

200 GWh biogass i veitransportbruk

Samlet etterspørsel etter flytende biodrivstoff blir ca. 650 millioner liter i 2030.

(Kilde: Klimakur 2030 og Miljødirektoratet M1652)

Biomethane for Automotive fuel (EN 16723-2)

Total silicon (siloxanes) ^b	< 0.5 mg/m ³
Hydrogen	< 2 %
Hydrocarbons (including terpenes)	< -2 °C dew point
Oxygen	< 1 %
Total sulfur	< 5 mg/m ³
Methane	> 65 % (High grade 80)
Compressor oil	de deminis ^a
Dust	de deminis ^a
Amines (including NH ₃)	< 10 mg/m ³
Water	< -10 °C dew point

a) de deminis - Does not render the fuel unacceptable for use in end user applications

b) Some gas turbines manufacturers have set < 0.1 mg/m³ limits.

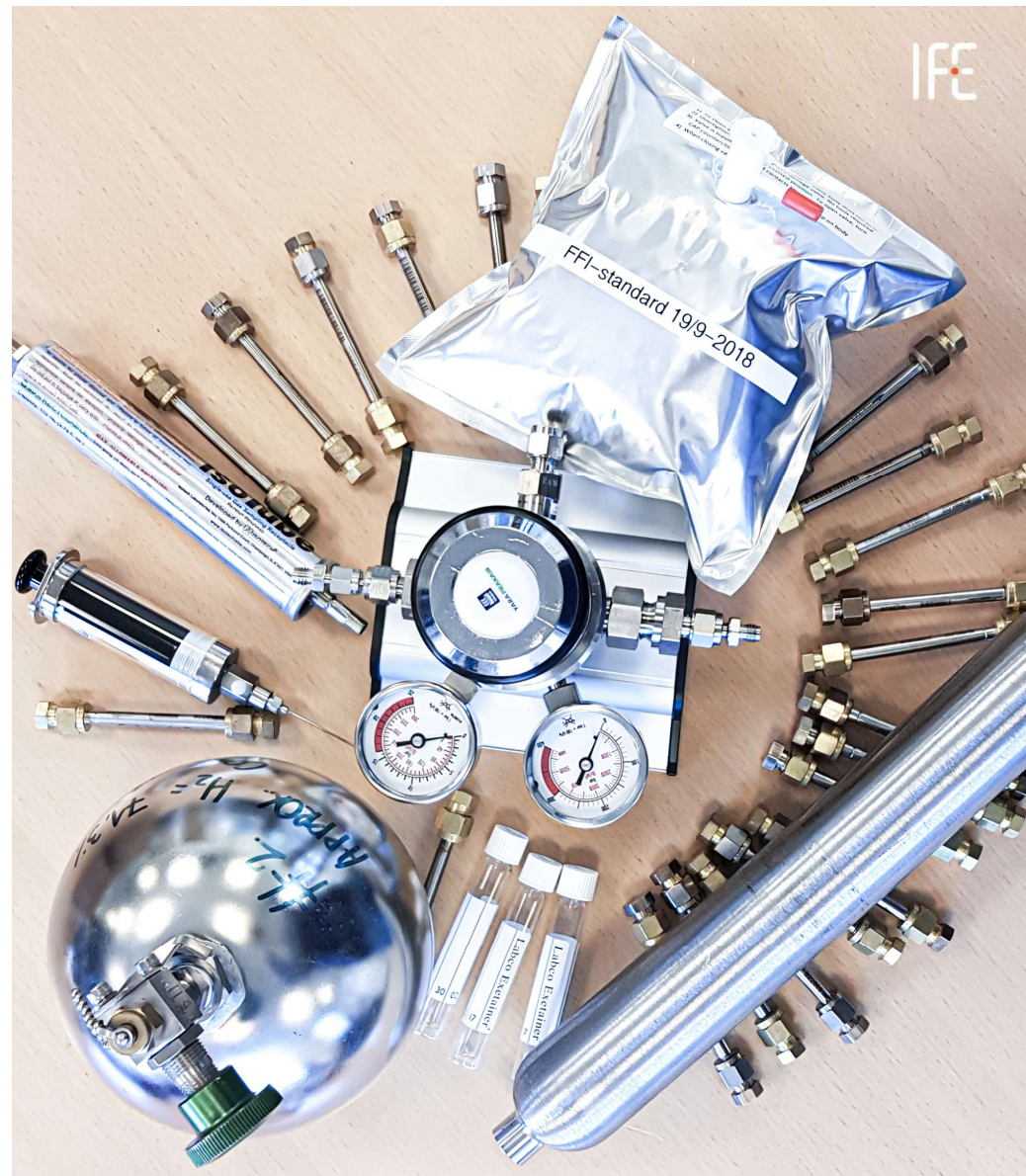


The biomethane
monitoring caveat:

«Of all the requirements, only methane, CO₂, hydrogen sulfide, oxygen is monitored real-time.»

Periodic measurements

Twice/year and after
feedstock/process changes
according to EN16723



Lysbilde 28

SP7 2 slides, so ten "good habits"?
Stephane Polteau; 20.01.2021

Dagens agenda

01 Hvem er vi?

02 Biogass som klimakur

03 Biogass på 1-2-3

04 Biogass oppgradering

05 Biometan i veitransport

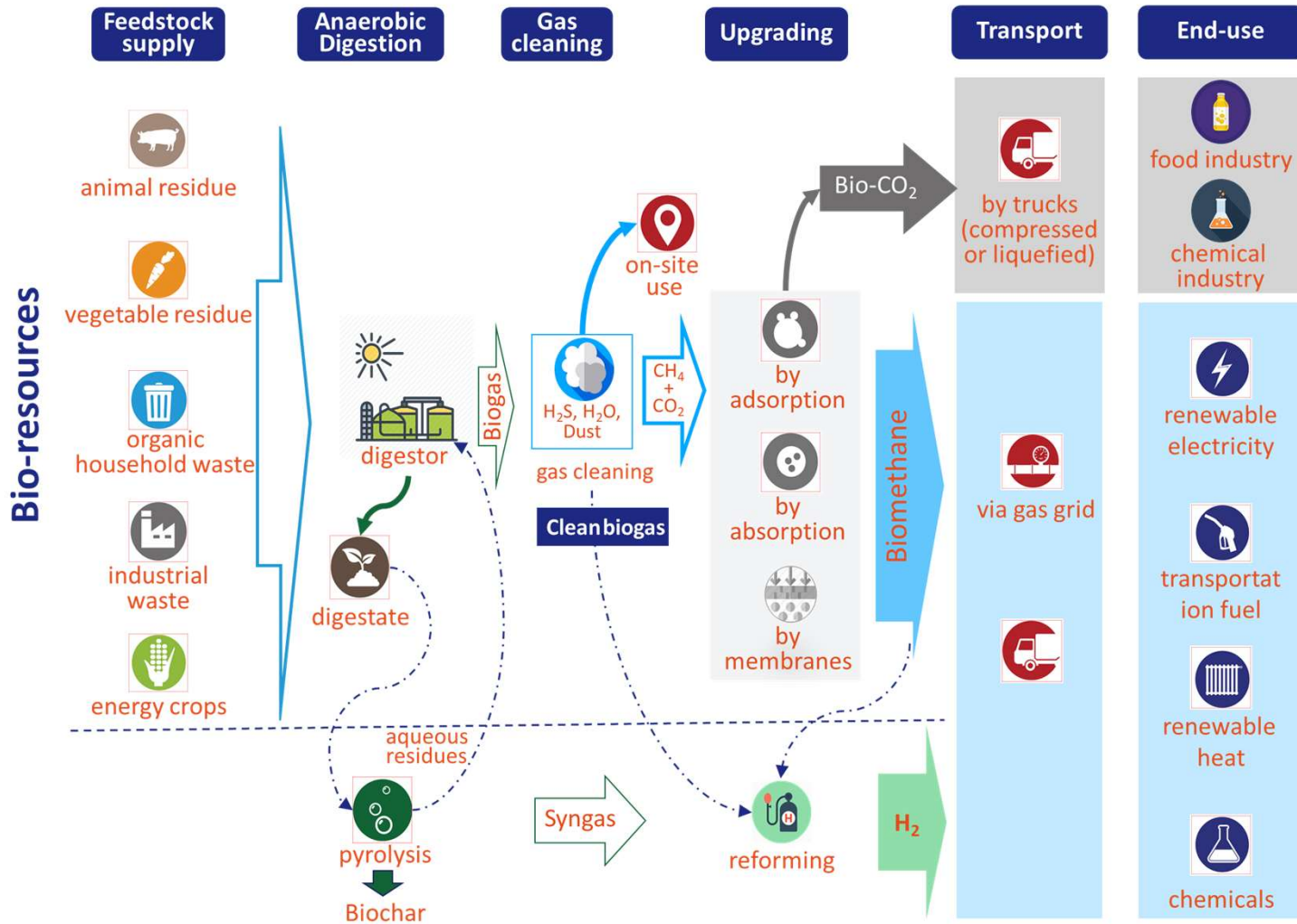
 06 Hydrogen fra biometan

07 Oppsummering og konklusjoner

08 Spørsmålsrunde

Biogas to H2

Biogas Value Chain



Hydrogen from biomethane?

Steam-methane reforming reaction



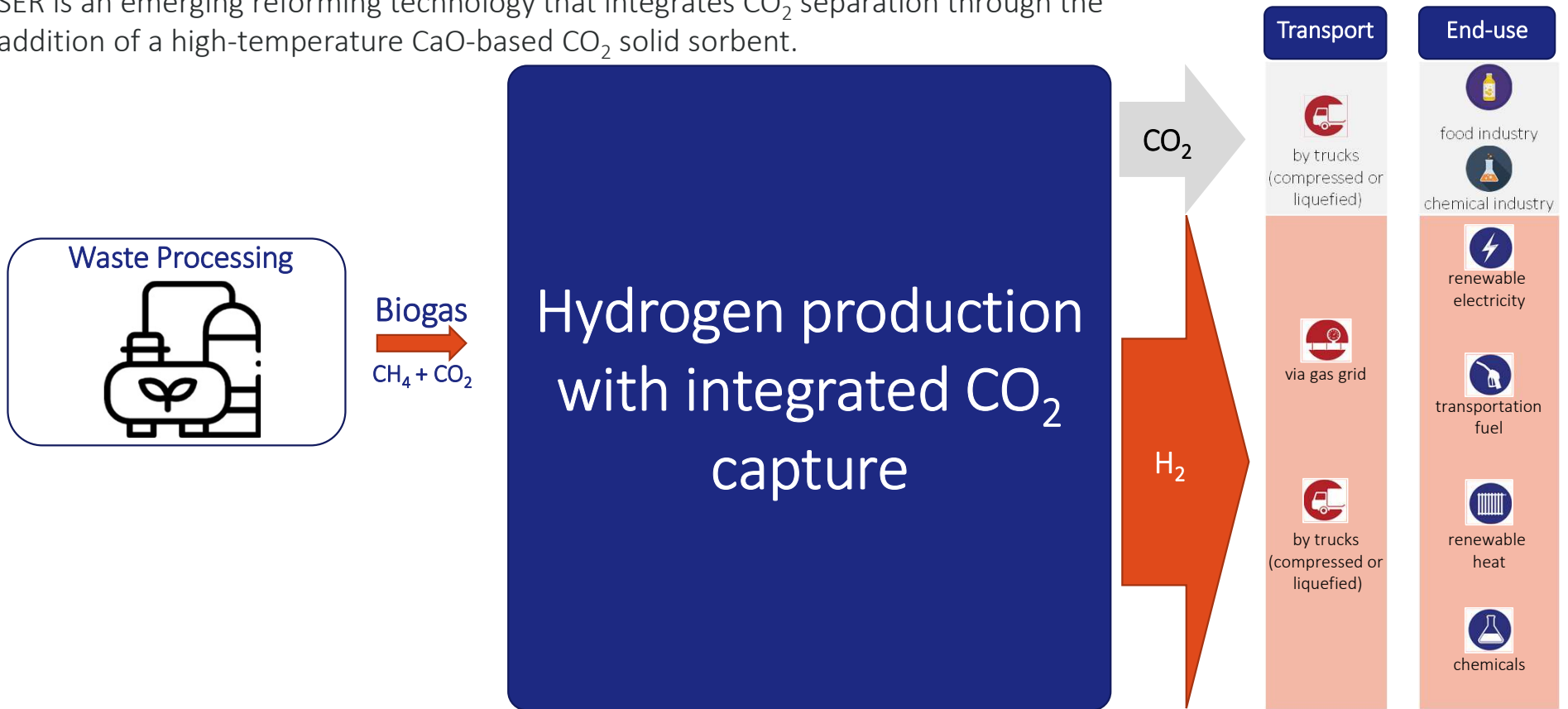
Water-gas shift reaction



Green Hydrogen

Sorption Enhanced Reforming - SER

- SER is an emerging reforming technology that integrates CO₂ separation through the addition of a high-temperature CaO-based CO₂ solid sorbent.



Hydrogen specification for PEM fuel cells (EN 17124:2018)

Nitrogen	< 300 $\mu\text{mol/mol}$
Methane	< 100
Water	< 5
Oxygen	< 5
Carbon dioxide	< 2
Total hydrocarbons (except CH ₄)	< 2
Carbon monoxide	< 0.2
Formic acid	< 0.2
Ammonia	< 0.1
Halogenated compounds*	< 0.05
Formaldehyde	< 0.2
Total CO, formic acid, formaldehyde	< 0.2
Total sulphur compounds	< 0.004
Particulate	< 1 mg/kg



Hydrogen production from biomethane?

Purification is even more essential!

Dagens agenda

-
- 01 Hvem er vi?

 - 02 Biogass som klimakur

 - 03 Biogass på 1-2-3

 - 04 Biogass oppgradering

 - 05 Biometan i veitransport

 - 06 Hydrogen fra biometan

 - 07 Oppsummering og konklusjoner

 - 08 Spørsmålsrunde



Biogass produksjon er en viktig del for sirkulær økonomi og for miljøet. Smått gir mindre risiko!



Biometan til drivstoff og hydrogenproduksjon krever ren gass.



Kalibrerte sensorer og regelmessig prøvetaking er nødvendig i industriell produksjon



Biometan blir en viktig brikke inn i framtiden som klimakur



IFE assisterer deg med analysetjenester og opplæring

IFE

Research for a
better future



Thank you for your attention!

Fred Martin Kaaby

Process engineer, Msc. Organic Chemistry

 Fred.kaaby@ife.no