

# Metanrensere til fjernelse af lavkoncentrations-metan

Ved brug af gasfasekemi har vi fundet en løsning, der kan være med til at nedbringe metanudledningerne fra punktkilder som stalde, rensningsanlæg og biogasanlæg.

Af Morten Krogsbøll<sup>1</sup>,  
Hugo S. Russell<sup>1,2</sup> og  
Matthew S. Johnson<sup>1,3</sup>

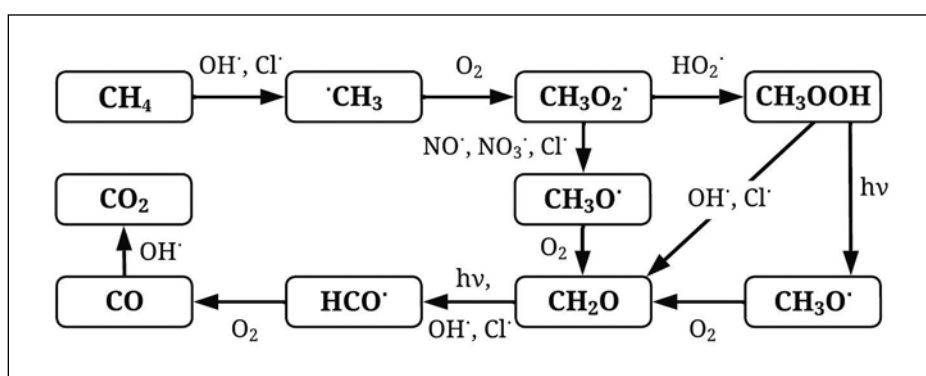
<sup>1</sup> Ambient Carbon ApS

<sup>2</sup> Institut for Miljøvidenskab  
- mikrobiel økologi, Aarhus Universitet

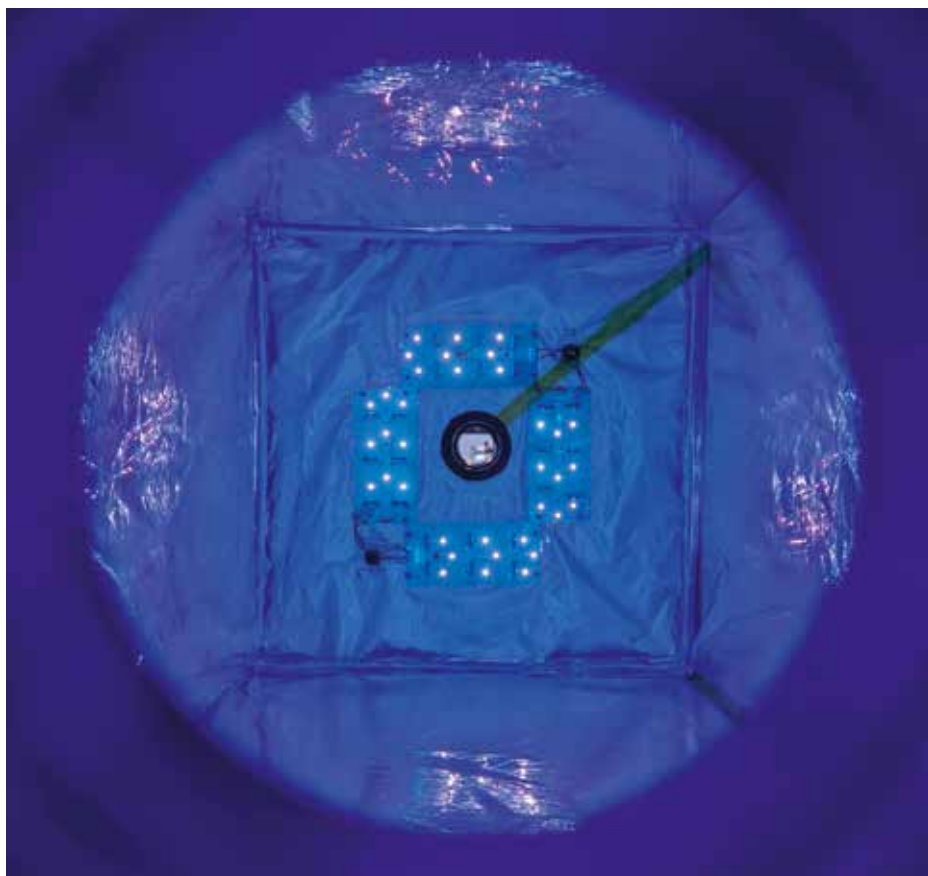
<sup>3</sup> Kemisk Institut, København Universitet

Metankoncentrationen i atmosfæren er steget fra  $730 \pm 15$  ppb [1] før den industrielle revolution til de nuværende 1.930 ppb [2], altså 2,5 gange så meget.

Globale metanudledninger har bidraget med 20-30 procent af den for-



Figur 2. Oxidationsskema for metan med tilføjelse af de reaktioner, klor bidrager til.



Figur 1. Indersiden af fotokammeret.

øgelse af temperaturen, vi har set siden præindustrielle temperaturer [3]. En ny metode er for nyligt blevet præsenteret, hvor man benytter reaktionen:  $Cl + CH_4 \rightarrow HCl + CH_3\cdot$ , til at oxidere metan. Reaktionen forekommer naturligt tæt på havoverfladen, hvor der er små mængder klor til stede grundet salt i vandet. Metoden har potentiale til at fjerne metanen fra mange punktkilder, der udleder metan ved forholdsvis lave koncentrationer, for eksempel stalde, rensningsanlæg eller biogasanlæg - kilder, hvor metanen er ved for lave koncentrationer til at kunne bruges til noget andet.

## Hvordan virker det?

I en artikel udgivet i *Environmental Research Letters* (ERL) i december, præsenterede vi et system med navnet "Methane Eradication Photochemical System (MEPS)" [4]. MEPS gør brug af et 90 L fotokammer, hvori der bliver tilført en gasstrøm på 30 L/min., her blev der fjernet 58 procent af de 50 ppm metan, der var i gasstrømmen.

MEPS virker ved, at metan og klor bliver tilføjet til en gasstrøm i et mindre forkammer for at få stabile koncentrationer, inden det bliver ledt ind i reakt-

tionskammeret. I reaktionskammeret bliver gassen belyst af LED-lys med en bølglængde omkring 365 nm. 365 nm er inden for klors absorptionspektrum, der gør, at kloren bliver fotolyseret til klorradikaler. Klorradikalerne kan så reagere med metanen og starte oxidationsprocessen, som ses i figur 2, side 27.

Både metan- og klorkoncentrationerne bliver målt både før og efter reaktionskammeret. Metanen bliver målt med en "Tunable Diode Laser Absorption Spectrometer" (TDLAS) fra Axetris. Kloren bliver målt med elektrokemiske sensorer (Membrapor Chlorine Gas Sensor Cl2/C-200). Både klor- og metanmålingerne bliver logget af et system fra Devlabs.

## Hvad med klormetaner?

Der bliver holdt øje med mulighederne for produktion af klormetaner, der vil have en negativ effekt på klimaet. Vi har udarbejdet en model med fokus på udvikling af klormetaner, der viser, at disse ikke skulle blive produceret ved de forholdsmæssigt lave klorkoncentrationer, vi bruger. Det har ligeledes ikke været muligt at detektere klormetan ved FTIR. Vi har for nyligt istandsat et samarbejde med Stanford University, hvor de vil kigge nærmere på andre potentielle biprodukter af reaktionerne.

## Hvad er den nyeste udvikling?

Siden udgivelsen i ERL har vi udvidet størrelsen af systemet, så vi er gået fra 90 L til 250 L. Denne forøgelse har samtidig ført til en forbedret effektivitet fra 2,1 kWh/gCH<sub>4</sub> til 0,79 kWh/gCH<sub>4</sub>, som ses i figur 3.

Den øgede effektivitet vil vi hovedsageligt tilskrive, at det øgede volumen giver en længere rækkevidde til fotonerne i reaktionskammeret. Vi mister fotoner hver gang, de skal reflektere på en side i kammeret, så et større kammer betyder flere fotoner absorberet af klor og færre absorberet af væggene i kammeret. Når flere fotoner bliver absorberet af klor, øges kvanteudbyttet. Kvanteudbyttet beskriver, hvor mange af de fotoner vi producerer, der fjerner ét metanmolekyle. Vi har set en forbedring fra 0,83 procent af fotonerne, der fjerner et metanmolekyle til 2,18 procent i vores seneste forsøg, som vist i figur 4.

## Hvordan skal det implementeres i virkeligheden?

Det næste skridt bliver at udvide systemet til en prototype. Prototypen kommer til at blive bygget i containeren, der ses på figur 5. I prototypen bliver systemet udvidet, så det bliver testet på større

luftmængder, ligesom den skal testes på luft fra en stald. Containeren er sat op, så det er muligt at øge den mængde luft, vi behandler, i takt med at vi bliver klogere på, hvordan det skaleres.

Det er målet, at teknologien kan implementeres ved tilføjelse til eksisterende udluftning eller ventilering. I mange ko- og svinestalde er der allerede ventilation for at opretholde dyrevelfærd. Det kan ligeledes kobles til udluftningen fra rensningsanlæg eller biogas-anlæg. Afhængigt af de koncentrationer og mængden af luft, der skal behandles, kan systemet nemt ændres i størrelse, da det er lavet til at være modulært, bygget op af containere.

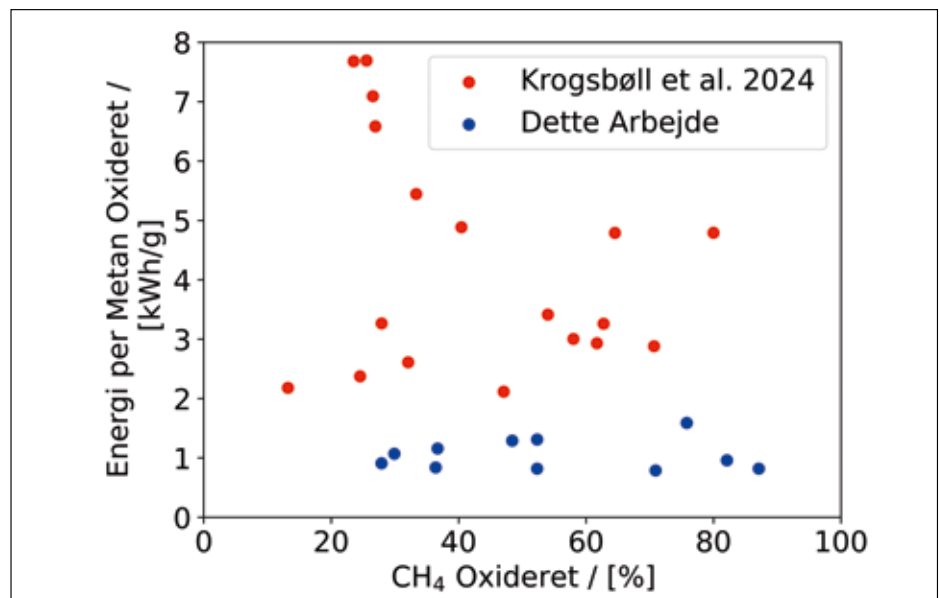
Ved at tilkoble MEPS til det eksisterende ventilationssystem, vil det være

muligt at holde implementeringsomkostninger nede og have den bedste overgang til en verden med færre metanudledninger.

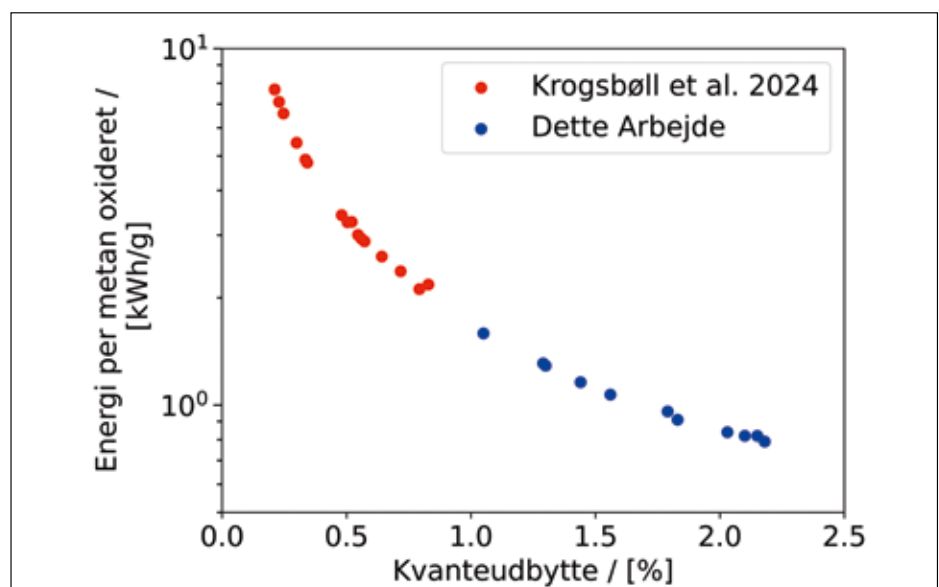
## Hvordan kom nogen på den idé?

Idéen blev først udviklet af Matthew Johnson, Silvia Pugliese og Johan Schmidt på Københavns Universitet [5].

Teknikken blev første gang demonstreret af Polat et al. [6] til at fjerne metan i prøver fra iskerneboringer. Metan forstyrrede målinger af isotopspecifik N<sub>2</sub>O, så klor blev brugt til at fjerne metanen, hvor det lykkedes at fjerne 97 procent og dermed undgå den interferens, så det var muligt at se de isotopspecifikke dele af



Figur 3. Energibehovet for MEPS sammenlignet med, hvor meget metan der bliver fjernet. Rød: Resultatet præsenteret af Krogsbøll et. al 2024 [4]. Blå: Dette arbejde.



Figur 4. Energibehovet sammenlignet med kvanteudbyttet af fotoner.



Figur 5. MEPS prototypecontainer placeret ved H.C. Ørsted Institutet i København.

### N<sub>2</sub>O-målingerne.

Den seneste udvikling er kommet efter en bevilling fra Innovationsfonden til projektet PERMA som en del af AgriFoodTure, et samarbejde imellem Ambient Carbon, Københavns Universitet, Aarhus Universitet, Arla og Skov. Målet med projektet er udvikling af teknologien til et niveau, hvor implementering er mulig.

### E-mail:

Morten Krogsbøll:

Morten@ambientcarbon.com

Matthew S. Johnson: msj@chem.ku.dk

### Referencer

1. Arias P.A., Bellouin N., Coppola E., Jones R.G., Krinner G., Marotzke J., Naik V., Palmer M.D., Plattner G.K., Rogelj J. et al. **2021** Technical Summary, IPCC AR6 WGI p. 69, <https://doi.org/10.1017/9781009157896.002>.
2. Lan X., Thoning K.W., and Dlugokencky E.J.: **2024** Trends in globally-averaged CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, and SF<sub>6</sub> determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements. Version 2024-04, <https://doi.org/10.15138/P8XG-AA10>.
3. Arias P.A., Bellouin N., Coppola E., Jones R.G., Krinner G., Marotzke J., Naik V., Palmer M.D., Plattner G.K., Rogelj J. et al. **2021** Technical Summary, IPCC AR6 WGI p. 92, <https://doi.org/10.1017/9781009157896.002>.

9781009157896.002.

4. Krogsbøll M., Russell H.S., and Johnson M.S., **2024** A high efficiency gas phase photoreactor for eradication of methane from low-concentration sources, *Environ. Res. Lett.* **19** 014017, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad0e33>.
5. Johnson M.S., Schmidt J.A. and Pugliese S., **2022** World Intellectual Property Organization, WO2022053603A1.
6. Polat M., Liisberg J.B., Krogsbøll M., Blunier T., and Johnson M.S.: **2021** Photochemical method for removing methane interference for improved gas analysis, *Atmos. Meas. Tech.*, **14**, 8041-8067, <https://doi.org/10.5194/amt-14-8041-2021>.

# SIKKERHEDSFOKUS



Nyt FOKUS-site fra TechMedia med nyheder, nyttig viden og nye produkter inden for sikkerhed

**Brand | IT-sikkerhed | Laboratorie  
Personbeskyttelse | Security**

Har du også andre fokusområder? - Tjek vores andre sites:

ELEKTRONIK**FOKUS** EMBALLAGE**FOKUS** FOODPROCES**FOKUS** KEMIF**FOKUS**  
KLIMAF**FOKUS** HVAC**FOKUS** TEKNISK**FOKUS** FØDEVARE**FOKUS** EL**FOKUS**

Tilmeld dig  
nyhedsbrevet på  
**sikkerhedsfokus.dk**  
og få ugentlige  
opdateringer inden for  
sikkerhedsområdet