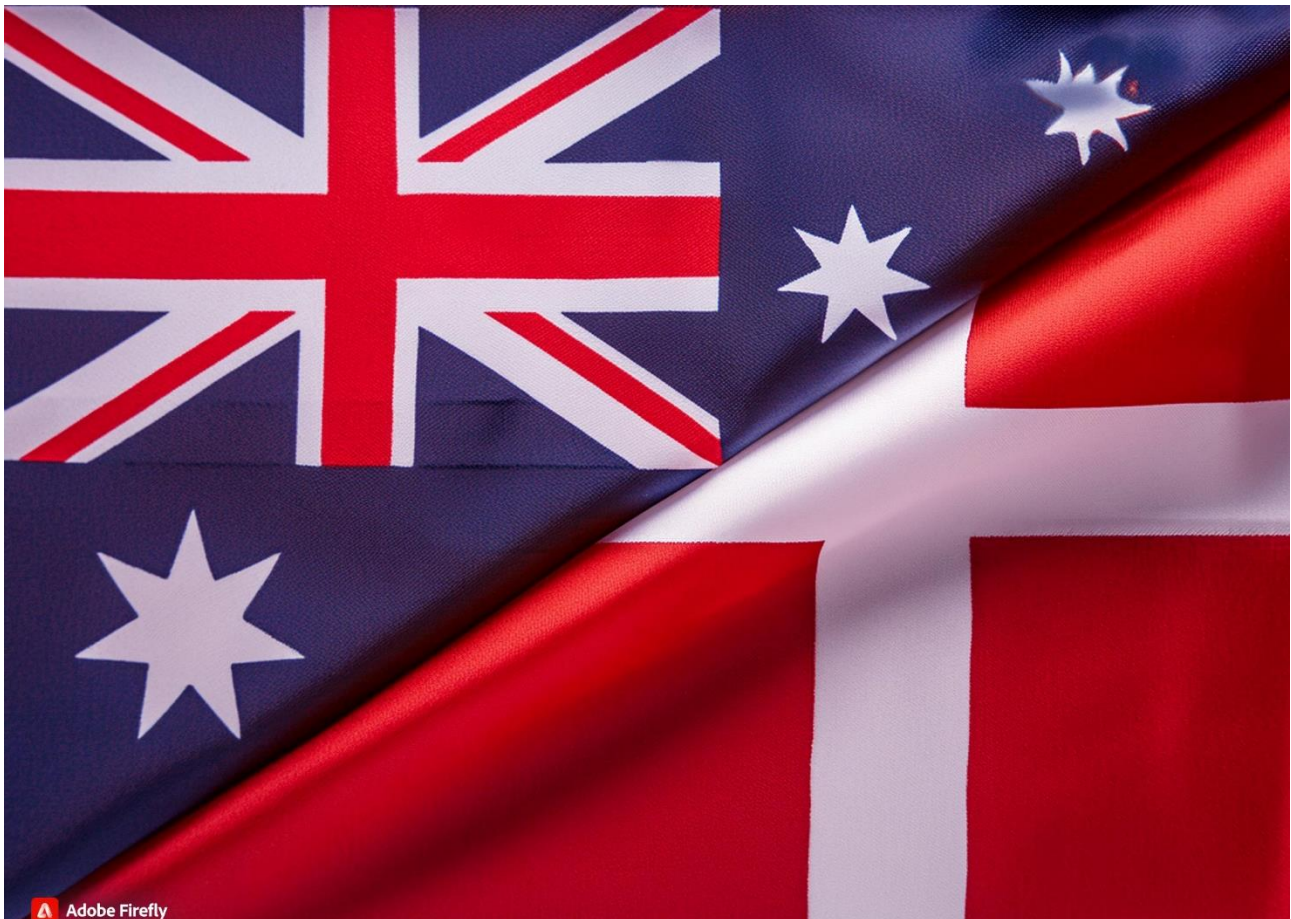


CCUS FACTFINDING MISSION TIL AUSTRALIEN

Styrket samarbejde og videnuudveksling mellem Australien og Danmark
om Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS)



**Erfaringer fra delegationsbesøg til
Sydney & Melbourne
10.-15. november 2024**

Finansieret af



Energistyrelsen
Danish Energy Agency

INDHOLD

Forord	3
Resumé.....	4
Baggrund	6
Hvorfor Australien?.....	7
Program	8
7 key findings fra missionen til Australien	11
3 anbefalinger	25
CCUS fra Danmark til Australien	29
Tal og fakta om Danmark og Australien	30
Delegationen	31



FORORD

Det er med stor glæde, at vi kan præsentere denne rapport om missionen til Australien, som har givet værdifulde indsigter i landets CCUS-økosystem.



Sydney (ATV-foto).

Australien har på mange måder allerede etableret en stærk base for en bæredygtig fremtid via carbon capture, utilization and storage (CCUS).

Der er store potentialer for CCU, hvor CO₂ sammen med brint fra vind- og solenergi eller affaldsprodukter fra industrien kan anvendes til nye materialer og brændstoffer. Australien har også næsten 20 års erfaring med CO₂-lagring i undergrunden.

Rapporten præsenterer de syv væsentlige findings og tre anbefalinger, som er opnået gennem besøget. Vi håber, at de erfaringer og anbefalinger, som præsenteres her, vil være til gavn for danske virksomheder, universiteter og politikere, der arbejder inden for CCUS-området.

Vi vil gerne rette en særlig tak til Energistyrelsen for deres finansiering af turen, som har muliggjort denne betydningsfulde udveksling af viden og teknologi mellem Danmark og Australien.

Rejsen er dygtigt og levende arrangeret af Thilde Møller Larsen fra Green Hub Denmark og Frederikke Kroon fra Akademiet for de Tekniske Videnskaber (ATV) i tæt samarbejde med Shaun Alexander McFarlane fra Trade Council Oceania/Udenrigsministeriet og David Kilham fra Academy of Technical Sciences (ATSE) i Australien.

Redaktionen og alle deltagere på missionen håber, at denne rapport vil tjene som en værdifuld ressource og inspiration for fremtidige samarbejder og initiativer inden for CCUS, og vi ser frem til at fortsætte arbejdet med at styrke de bånd, vi har skabt mellem danske og australske aktører.

Med venlig hilsen

Mikkel Krogsgaard Niss
Redaktør

Redaktionen



Thilde Møller Larsen

Arrangør

Green Hub Denmark



Frederikke Kroon

Arrangør

ATV



Kasper Havemann

Rådgiver

Clean



Mikkel Krogsgaard Niss

Redaktør

CCS Zealand

RESUMÉ



Melbourne (ATV-foto).

Australien har gode muligheder for at etablere et solidt CCUS-økosystem og er på mange områder allerede godt i gang.

Kombinationen af de gode muligheder for at producere vedvarende energi med sol og vind, undergrunden med plads til lagring af CO₂, masser af CO₂-punktkilder i Australien og et stærkt forskningsmiljø inden for klima- og energiområderne gør Australien til et oplagt samarbejdsområde for

danske CCUS-aktører som universiteter og virksomheder.

Ti væsentlige danske CCUS-aktører har besøgt Australien for at undersøge, hvad Danmark kan lære af Australiens tilgang til CCUS, samt hvordan samarbejdet kan styrkes til gavn for danske virksomheder og forskningsinstitutter.

Erfaringerne opnået ved besøget kan sammenfattes i syv væsentlige findings og tre anbefalinger til de danske CCUS-aktører og -politikere.

RESUMÉ

7 FINDINGS

- **1: Stor viden om fangst og lagring, men mindre om anvendelse:**
CCU-projekterne i Australien er typisk små, på forsøgsstadiet og/eller silobaseret, hvilket giver mulighed for, at Danmark kan eksportere teknologi og viden til Australien på dette område. Til gengæld kan vi lære meget fra deres erfaring med CO₂-lagring.
- **2: Stort potentiale for samarbejde mellem virksomheder, teknologiske innovationscentre og universiteter:**
De australske virksomheder og universiteter er meget åbne over for at dele deres viden og erfaringer, og der er et enormt potentiale for samarbejde på tværs af flere områder.
- **3: Australien er god til at bringe teknologier hurtigt til markedet:**
Dette gøres gennem et tæt samarbejde mellem universiteter, teknologiske videncentre og industrien, som direkte finansierer udviklingen af deres egne teknologier.
- **4: CO₂-lagring virker på land og er driftssikker:**
Det har de gjort i snart 20 år uden uheld.
- **5: I Australien anvendes CO₂ uanset oprindelse:**
Der er fokus på, at CO₂ genanvendes og genindgår i den cirkulære økonomi, uanset om den er fossil, biogen eller atmosfærisk.
- **6: Potentiale for at eksportere dansk viden og teknologi.**
Australien mangler fokus på biogene CO₂-kilder og teknologier som pyrolyse, hvilket giver danske virksomheder mulighed for at eksportere løsninger og dele erfaringer fra industrielle symbioser og værdikæder.
- **7: Borgerdialog skal modvirke borgermodstand.**
Australien har stor erfaring med borgerinddragelse i forbindelse med CCUS-projekter.

3 ANBEFALINGER

Besøget har givet en dybere forståelse af, hvor den danske CCUS-politik kan forbedres, samt hvordan man kan styrke samarbejdet med Australien til gavn for danske virksomheder og forskningsinstitutter. Det har afstedkommet tre konkrete anbefalinger:

- **1:** I Danmark skal CCUS understøtte grøn omstilling – ikke forlænge fossil produktion.
- **2:** Staten skal sætte rammer og tage ansvar for finansieringsmodeller, samarbejde, regulering og infrastruktur.
- **3:** Borgerne skal inddrages, lyttes til og optimalt selv få fordele.

BAGGRUND

Den danske regerings klimaplan har bl.a. ført til et fokus på nødvendigheden af at fange og lagre CO₂ samt at udnytte CO₂ til Power-to-X-formål og til fremtidens alternative materialer. Udviklingen af CCUS-teknologier i Danmark tager fart, hjulpet af initiativer som INNO-Missionerne (finansieret af Innovationsfonden Danmark), Erhvervsfyrtårnet CO₂Vision (finansieret af Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse og Fonden for Retfærdig Omstilling), direkte statslig finansiering af

CCS og pyrolyse samt iblandingskrav til brændstoffer.

Der er mange værdifulde erfaringer at lære af, nye teknologier, der skal udvikles, og nye samarbejder, der skal bygges, for at Danmark kan lykkes med målet om at reducere CO₂-udledningen med 70 % inden 2030 og få en mere cirkulær økonomi som en del af kulstofværdikæden.



Delegationen på besøg ved Calix (ATV-foto)

HVORFOR AUSTRALIEN?

Australien har gode muligheder for at etablere et solidt CCUS-økosystem. De rigtig gode muligheder for at producere vedvarende energi med sol og vind kombineret med en undergrund med god plads til CO₂, masser af CO₂-punktkilder samt et solidt forskningsmiljø på klima og energiområderne gør Australien til et oplagt område for samarbejde om CCUS.

Formålet med at besøge Australien var således at undersøge nogle af nedenstående punkter:

- Hvordan man i Australien har opbygget et CO₂-økosystem, og hvordan man med samarbejde kan drive et kulstofmarked.
- Hvordan Australien stræber efter at opbygge et højteknologisk, regionalt videnøkosystem omkring bæredygtig vækst med verdensklasseambitioner.
- Samarbejdsmodeller, der fremmer frugtbare fordele for universiteter og etablerede virksomheder.
- Hvordan man får succes med bæredygtige forretningsmodeller, der imødegår fremtidige udfordringer.
- Hvordan vidensøkosystemet arbejder med talenttiltrækning og talentuddannelse.
- Hvordan Australien og Danmark kan styrke samarbejdet om CCUS og bæredygtige teknologiske løsninger til gensidig fordel.
- Hvilke fremtidige anvendelser af fanget kulstof australske interessenter betragter som mest lovende.



PROGRAM

Delegationen besøgte Sydney, Newcastle, Melbourne og Otway i Australien i perioden 10. til 15. november 2024. Nedenfor er indholdet i de enkelte besøg og møder skitseret.

Chevron

Delegationen mødtes med Chevron i Sydney. Chevron driver CO₂-lageret Gorgon, der har lagret ca. 10 mio. ton CO₂ siden 2019. Lageret er placeret onshore på en ø og har haft tekniske problemer med trykket i undergrunden og korrosion i rørledninger. De bruger avanceret monitorering til at sikre integriteten. Drift af CCS-pumper kræver 90 MW energi drevet af diesel og naturgas. Projektet har kostet 3,2 mia. AUD, hvoraf staten har bidraget med 60 mio. AUD.

Vigtigste takeaways: Betydningen af at kontrollere lagerets tryk, optimering af energiforbrug og erfaringer med tekniske løsninger vil kunne overføres til Danmark.

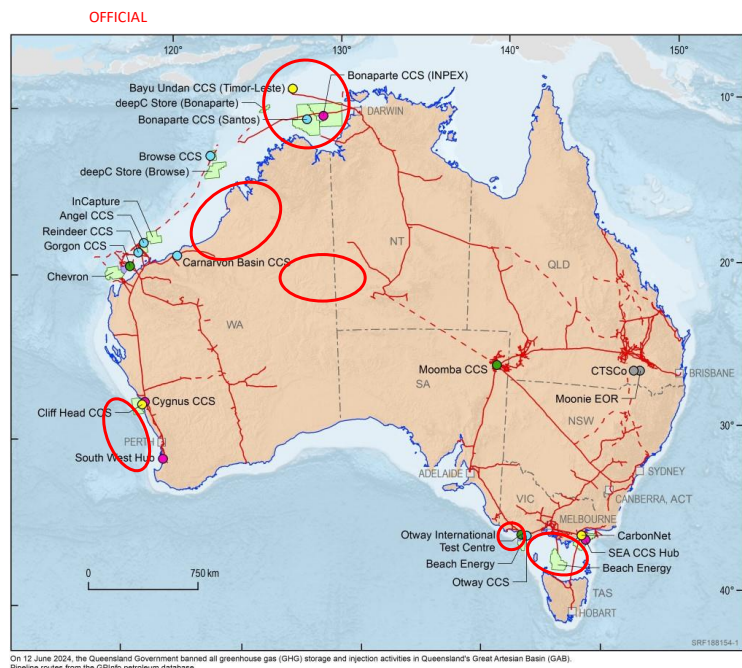
Australian Government (DCCEEW)

Delegationen mødtes med repræsentanter fra Department of Climate Change, Energy Efficiency and Water i Sydney. Australien arbejder på at blive CO₂-neutral i 2050 og reducere CO₂-udledninger med 43 % inden 2030. Føderale ministerier styrer offshore-CCS, mens delstaterne håndterer onshore-CCS. Australien har afsat 1 mia. AUD til forskning i CCUS og har et emission trading system kaldet Safeguard, hvor kvoteprisen er ca. 35 AUD pr. ton. De oplever borgeres modstand mod CCS-projekter, da de forbindes med at fastholde fossile brændstoffer.

Vigtigste takeaways: De har udarbejdet konkrete vejledninger til CCS-tilladelser, som Danmark kunne lade sig inspirere af. Desuden arbejder de med at systematisere borgerinddragelse.

CCS projects and proposed regions for CO₂ storage resource assessment

- In total, 22 projects at various stages of development
- 2 commercial operating projects (Gorgon, Moomba)
- Majority of proposed projects are located offshore
- Proposed regions for CO₂ storage resource assessments



Slide fra Australian Government, der viser CCS-projekter og -regioner i Australien (DCCEEW).

Newcastle Institute for Energy and Resources (NIER)

Delegationen fik en rundvisning på NIER i Newcastle. NIER er et sektorforskningsinstitut ved Newcastle University svarende til Teknologisk Institut i Danmark, men er udelukkende privat finansieret. NIER forbedrer og udvikler teknologier til at reducere CO₂-udledninger og omdanne CO₂ til anvendelige materialer. De arbejder tværfagligt og accelererer teknologiudvikling fra TRL 6 til 9. NIER samarbejder tæt med industrien, hvilket gør deres forskning praktisk anvendelig. Eksempler på relevante projekter inkluderer CO₂-fangst og behandling af industrielle biprodukter.

Vigtigste takeaways: NIER's model for academia-industry-samarbejde og deres markedsdrevne tilgang til teknologiudvikling. Desuden konkrete teknologier.

MCi Carbon

MCi Carbon er en australsk virksomhed, der anvender NIER til at bringe deres teknologi til markedet. MCi Carbon anvender mineralisering til at omdanne fanget CO₂ til anvendelige materialer såsom magnesiumcarbonat og calciumcarbonat. De har bygget et demoanlæg i Newcastle, der kan omdanne 1.000 ton CO₂ årligt. MCi Carbon har også planer om at bygge et anlæg i Østrig, der skal omdanne 50.000 ton CO₂ om året. Deres teknologi kombinerer CO₂ med industrielle affaldsprodukter.

Vigtigste takeaways: Teknologiens potentiale til industriel opskalering og affaldsgeanvendelse.

Australian Hydrogen Council

Delegationen mødte Australian Hydrogen Council i Melbourne. De arbejder for at fremme brugen af brint i Australien. De samarbejder med industrien, forskningsinstitutioner og myndigheder og minder på mange måder om en brancheorganisation i Danmark, men har også formelle indgange til regeringen. Australien har afsat 2 mia. AUD til deres hydrogen production tax incentive.

Samarbejde mellem Danmark og Australien er meget relevant på brintområdet. Danmark og Australien kan samarbejde om at integrere brint i decentral energisystemer, og Danmark kan dele

viden om vedvarende energikilder for at hjælpe Australien med at opbygge en grøn brintsektor. Herudover kan Australien fungere som test bed for PtX-teknologier, hvor brint og CO₂ anvendes i fællesskab, da man i Australien går mindre op i CO₂'ens oprindelse, hvilket betyder, at der er mere CO₂ til rådighed.

Vigtigste takeaways: Potentialet for dansk-australsk samarbejde om brintteknologier og integration af vedvarende energi i energisystemet.



University of Melbourne

Delegationen deltog i en fælles session med University of Melbourne med præsentationer af deres forskning på CCUS-området. Besøget på University of Melbourne gav indsigt i CCUS-forskningen i Australien og skabte kontakt mellem danske og australske aktører. Projekter og samarbejdsvirksomheder, der er tæt på markedet, blev præsenteret, herunder spændende initiativer i forhold til DAC samt fangst og transport af CO₂. Universitetet tænker meget siloopdelt, så Danmark kan bidrage med systemorienterede energiløsninger og erfaringer med integration af vedvarende energikilder i energisystemerne.

Vigtigste takeaways: Muligheder for akademisk samarbejde om CCUS.

Australian Energy Producers

I Melbourne mødtes delegationen med Australian Energy Producers, der præsenterede status for de australske CCS-projekter. Der er mange erfaringer at hente fra deres lagringsprojekter, der ligesom i Danmark fokuserer på salg af lagringskapacitet til udlandet. Projekter som Moomba og Woodside/Angel CCS er således afhængige af internationale aftaler for at sikre finansiering.

Australien har en del CO₂-fangstprojekter, der dog især fokuserer på opgradering af naturgas. Det giver store udfordringer, da befolkningen hermed ser CCS som en teknologi, der skal fastholde olie- og gasproduktion. Vi kan i Danmark lære heraf, så vi fastholder, at CCS skal være en klimateknologi, som ikke skal benyttes til at fastholde langsigtet olie- og naturgasproduktion.

Vigtigste takeaways: Danmark kan hjælpe Australien med erfaring med bilaterale aftaler under Londonprotokollen.

Otway International Test Center og CO₂CRC

Delegationen besøgte Otway-centret, hvor de har lagret CO₂ i undergrunden siden 2008. Centret er et forskningsprojekt under CO₂CRC, og de har demonstreret, at CO₂'en bliver i undergrunden, samt hvordan man kan holde øje med CO₂'ens bevægelse i undergrunden. De anvender avancerede overvågningssystemer som 3D-seismisk billedannelse og fiberoptiske sensorer. Deres erfaringer viser, at der er behov for nøje kortlægning af reservoirer og overliggende lag.

Besøget på Otway-centret har skabt gode kontakter, der vil kunne anvendes af danske CO₂-lagre til at forbedre deres sikkerhed samt overvågning. Desuden har Otway-centret gode erfaringer med borgerdialog, som vil kunne anvendes af danske lagre.

Vigtigste takeaways: CO₂'en bliver i undergrunden. Desuden billiggørelse af overvågning samt borgerinddragelse. Gode muligheder for samarbejde.

Calix Technology Centre

Delegationen besøgte Calix Technology Centre, der har udviklet en drop-in-ovn, der adskiller kalcineringsprocessen ved cementproduktion fra varmekilden. Kalcinatoren er indesluttet i en lodret stålrørsovn, som udleder ren CO₂ fra toppen og derved fjerner behovet for at installere et anlæg til at fange CO₂-udledningerne fra kalcinering eller lignende mineralske højtemperaturprocesser. Teknologien gør det desuden muligt at elektrificere varmekilden ved kalcinering, hvilket fx kan gøre cementproduktion enklere og mere omkostningseffektiv samt muliggør, at cementproduktionen på længere sigt kan elektrificeres. Teknologien kan også anvendes i direct air capture (DAC), hvor Calix samarbejder med Heirloom. Teknologien er yderst relevant i Europa, da den vil kunne anvendes på cementvirksomheder og andre virksomheder, der arbejder med kalcinering. I Danmark vil den kunne anvendes af Aalborg Portland samt i kommende DAC-projekter.

Vigtigste takeaways: Teknologiens potentiale for CO₂-neutral cementproduktion og energieffektiv DAC.

CarbonNet

Delegationen mødte CarbonNet både på Melbourne University og selvstændigt til et møde i Melbourne. CarbonNet arbejder på at etablere onshore CO₂-rørledning og offshore CO₂-lager i det sydøstlige Australien. Projektet er i planlægningsfasen, og de har indtil videre investeret 200 mio. AUD i undersøgelser (900 mio. DKK). CarbonNet har stor erfaring med borgerinddragelse og uddannelse af borgergrupper, hvilket er yderst anvendeligt i en dansk sammenhæng, da mange erfaringer kan overføres 1:1.

Vigtigste takeaways: Erfaringer med borgeruddannelse og -inddragelse samt offentlighedens accept af CCS-projekter.

7 KEY FINDINGS FRA MISSIONEN TIL AUSTRALIEN

Besøget i Australien har hjembragt stor viden om, hvordan der arbejdes med CCUS "down under". De væsentligste findings er samlet her.

- 1.** Stor viden om fangst og lagring – mindre om anvendelse.
- 2.** Stort potentiale for samarbejde mellem virksomheder, teknologiske innovationscentre og universiteter.
- 3.** Australien er god til at bringe teknologier hurtigt til markedet.
- 4.** CO₂-lagring virker på land og er driftssikker.
- 5.** I Australien anvendes CO₂ uanset oprindelse.
- 6.** Potentiale for at eksportere dansk viden og teknologi.
- 7.** Borgerdialog skal modvirke borgermodstand.

Key Findings

1. 2 3 4 5 6 7

STOR VIDEN OM FANGST OG LAGRING – MINDRE OM ANVENDELSE

Forventningerne til australiernes udvikling på CCUS-området var store, men de blev ikke helt opfyldt. CCU-projekterne i Australien var typisk små, på forsøgsstadiet og/eller silobaseret. Det giver mulighed for, at Danmark kan eksportere teknologi og viden til Australien på dette område. Til gengæld kan vi lære meget af deres erfaringer med CO₂-lagring.

Rammebetingelserne for brint er godt på vej i Australien. Der indføres et tilskud til brintproduktion, og mulighederne for at etablere vedvarende energi er gode de fleste steder i Australien. Altså er det nu, at danske eksperter og virksomheder skal se imod Australien for at etablere sig med grøn brintproduktion.

Besøgene hos de australske virksomheder viste, at mangel på økonomiske incitamenter og regulering kan få utilsigtede konsekvenser. Da det australske CO₂ Emission Trading System arbejder med betydeligt lavere priser end det europæiske ETS-system, vælger virksomhederne nogle gange at købe kvoter frem for at reducere deres

CO₂-udledning. I de kommende år forventes kvoteprisen i Australien at stige, hvorved fangst og lagring af CO₂ må forventes at blive implementeret i højere grad.

MCi Carbon

I Australien er der enkeltstående projekter, der arbejder med genanvendelse af CO₂, men de bygger ikke på en overordnet strategi. MCi Carbon er en undtagelse. MCi Carbon kombinerer fanget CO₂ med affaldsprodukter fra mineindustri og stålindustri til produktion af materialer som fx magnesiumcarbonat og calciumcarbonat. Denne teknologi vil kunne anvendes i stor skala i Europa til at øge cirkulariteten i bl.a. stål- og bilindustrien, samtidig med, at den reducerer CO₂-udledningen.

"Australien har masser af sol og vind, gode økonomiske forhold samt store politiske ambitioner. Alligevel er der endnu ikke sket så meget. Det skal vi i Danmark lukrere på, så danske virksomheder i de kommende år etablerer produktion af grøn brint i Australien."

Carina Jensen, Partnership Director for MissionGreenFuels



Delegationen på besøg ved Otway-centret, Centre er et forskningsprojekt under CO₂CRC. (ATV-foto).

I Australien er der stor viden om CO₂-lagring, som danske virksomheder vil kunne få gavn af. Dette skyldes dels den ambitiøse delstat Victoria, der allerede i starten af 00'erne etablerede et testsite for CO₂-lagring, dels at der ved nye naturgastilførelser nogle gange stilles krav om nulemission i driften af naturgasbrønden. Derfor er der etableret flere onshore CO₂-lagre, og flere er på vej, både onshore og offshore. Deres tekniske erfaringer kan vi i Danmark lære af, når vi etablerer CO₂-lagre.

Der er i Australien udviklet interessante CO₂-fangstteknologier, som vil kunne finde anvendelse i danske CCUS-værdikæder. Blandt de mest interessante kan nævnes:

- **Calix**, der arbejder med fangst af CO₂ fra cementproduktion og brændsel af kalksten ved hjælp af alternativ opvarmningsproces (drop-in-kalcinering). Derudover har de en forretningsenhed med fokus på DAC.
- **NIER**, der tester fangstteknologi til almindelig røggas i et såkaldt chemical loop.
- **KC8**, der udvikler en membranbaseret CO₂-fangstteknologi.
- **MCI Carbon**, der har udviklet en teknologi, der fanger CO₂ fra røggas, hvorefter den genanvendes i en industriel proces.

Key Findings

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.

STORT POTENTIALE FOR SAMARBEJDE MELLEM VIRKSOMHEDER, TEKNOLOGISKE INNOVATIONSCENTRE OG UNIVERSITETER

De australske virksomheder og universiteter er meget åbne over for at dele deres viden og erfaringer med udenforstående, og der er et enormt potentiale for samarbejde på tværs af flere områder.

Australien har sat et mål om at blive en global leder inden for grøn energi, hvilket skaber en god platform for samarbejde med danske aktører.

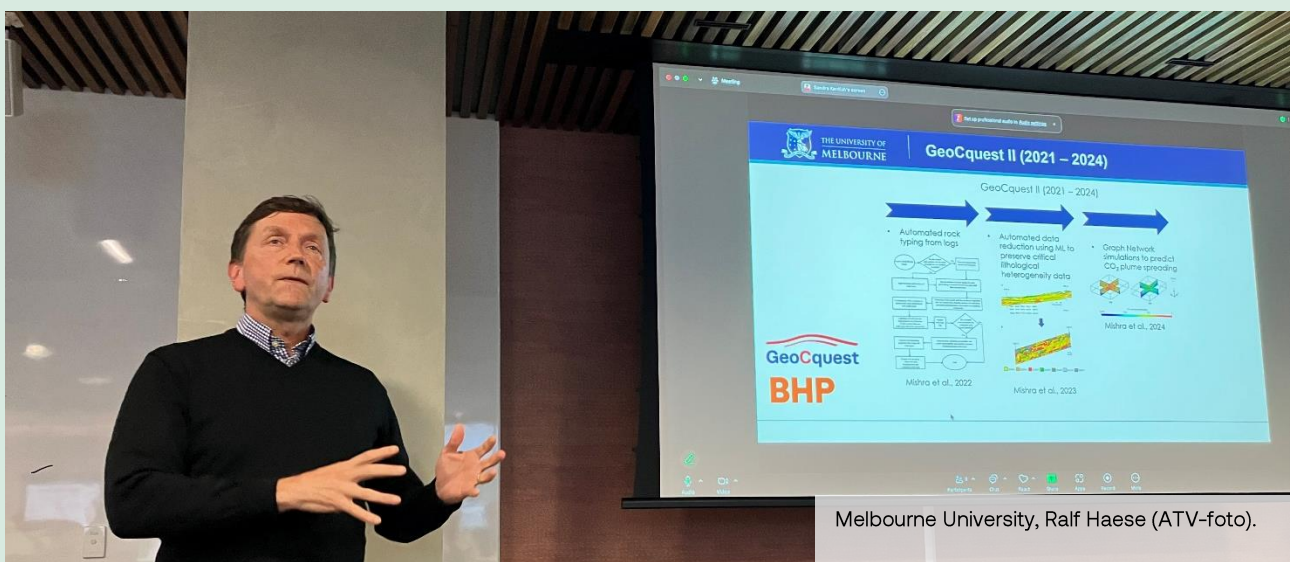
Et af de mest oplagte områder for samarbejde er inden for brintproduktion og -anvendelse. Den australske regering har afsat betydelige støtte-midler til produktion af brint, og her kan danske virksomheder bidrage med deres ekspertise inden for vedvarende energi og erfaring med at integrere brint i energisystemer.

Et andet oplagt område er CO₂-lagring, hvor Australiens erfaring med både kommercielle og forskningsbaserede CO₂-lagre vil kunne

anvendes til at forbedre de kommende danske CO₂-lagre. Erfaringerne med sikkerhed på CO₂-lagrene vil ligeledes kunne anvendes i forhold til borgerinformation i Danmark.

Der er potentiale for samarbejde inden for forskning, innovation og teknologiudvikling, hvor australske universiteter og teknologiudviklingsinstitutter, fx Newcastle Institute for Energy and Resources (NIER) og University of Melbourne, kan samarbejde med danske universiteter, GTS-institutter og forskningsinstitutter om at bringe teknologier hurtigere til markedet. Dette samarbejde kan styrke vores danske innovationskapacitet, øge dansk eksport samt bidrage til overholdelse af Parisaftalens målsætninger.

Delegationen så flere CO₂-fangstteknologier, der er på vej mod markedet, men endnu ikke er helt markedsklare. Der var stor interesse fra disse virksomheder i forhold til at komme ind på det



Melbourne University, Ralf Haese (ATV-foto).

europæiske og danske marked, i forbindelse med at der i de kommende år etableres meget mere CO₂-fangst på danske punktkilder. Samtidig er det en oplagt mulighed for, at dansk ekspertise kan benyttes til at bringe disse teknologier tættere på markedet, fx ved at indtænke en mere holistisk tilgang til energisystemet i projekterne.

Australiens store erfaring med borgerinddragelse i forbindelse med CCUS-projekter vil kunne anvendes i en dansk sammenhæng. Det er et oplagt område, hvor virksomheder, der skal til at etablere CO₂-lagring eller CO₂-transport, kan få inspiration til, hvordan man gør i en tilsvarende setting.

”Australien har et enormt potentiale for samarbejde mellem danske virksomheder og universiteter inden for CCUS. Som repræsentant for et missionsdrevet universitet, der fokuserer på at skabe samfundsmæssige forandringer, ser jeg en stor mulighed i at bringe dansk ekspertise inden for CCUS-teknologier, borgerinddragelse, innovative forretningsmodeller og reguleringer i spil. Ved at kombinere teknologiske løsninger med en helhedsorienteret tilgang kan vi bidrage til at accelerere bæredygtig omstilling globalt.”

Paw Mortensen, Mission Officer, Aalborg Universitet



Delegationen på besøg ved MCI Carbon (ATV-foto).

Key Findings

1 2 3. 4 5 6 7

AUSTRALIEN ER GOD TIL AT BRINGE TEKNOLOGIER HURTIGT TIL MARKEDET

Australien har vist, at man er hurtig til at bringe klimateknologier til markedet som set på NIER, hos Calix og hos MCi Carbon. Dette gøres gennem et tæt samarbejde mellem universiteter og industrien, som direkte finansierer udviklingen af deres egne teknologier.

Newcastle Institute for Energy and Resources (NIER) arbejder på at reducere tiden fra teknologisk udvikling til kommerciel anvendelse fra seks til fire år (fra TRL 6 til TRL 9). Denne acceleration skyldes et tæt og produktivt samarbejde mellem akademiske institutioner og industrien, hvor NIER's markedsdrevne tilgang sikrer, at forskningen hurtigt omsættes i praktisk anvendelige løsninger.

Ved slet ikke at modtage offentligt tilskud tvinges NIER og virksomhederne til at udvælge teknologier, der hurtigt kan komme på markedet. Det afskærer visse teknologier fra at blive udviklet, men sikrer modsat en hurtig udvikling af de teknologier, der er efterspørgsel på. NIER ligger i tilknytning til et universitet, som leverer forskere og viden til NIER, men NIER uddanner ikke studerende.

Danske aktører kan lære meget af Australiens model ved at styrke samarbejdet mellem universiteter, GTS-institutter og industri. En sådan integrationsmodel kræver en holistisk tilgang, der samler viden og ressourcer fra forskellige discipliner og sektorer, samtidig med at tilknytningen til universiteterne fastholdes. Ved at følge Australiens eksempel kan Danmark måske forbedre sin innovationskapacitet og bidrage til hurtigere implementering af teknologier på markedet. Dette gælder især inden for klimateknologier, hvor der er behov for, at teknologier er demonstreret, inden markedet vil tage imod dem. I den forbindelse vil det i en dansk kontekst formentlig kræve

enten finansiel støtte, eller at der skabes rammer, som understøtter, at teknologi med et TRL på 6-9 også kan blive implementeret i stor skala. Her vil de danske GTS-institutter kunne få en betydelig rolle

"Setuppet hos NIER viste delegationen, hvordan samarbejdet mellem universitetet og den private industri – i forhold til at teste og demonstrere grønne løsninger og bringe dem hurtigt til markedet – kan struktureres optimalt. Det opnås ved at koncentrere indsatserne på de områder, som har signifikant interesse for industrien, og hvor der dermed er betalingsvillighed i forhold til at få løsninger testet i et lukket miljø og hurtigt bringe dem det sidste stykke op ad TRL-skalaen."

Michael Stie Laugesen,
projektchef for Green Hub Denmark

Danske virksomheder og forskningsinstitutioner kan drage nytte af de betydelige erfaringer, som australske aktører har opnået med at teste og demonstrere teknologier i industriel skala. Denne

tilgang kunne vi med fordel duplikere i Danmark, da den øger chancerne for, at teknologier bringes til markedet og bliver kommercielle succeser.



Delegationen på besøg hos MCI Carbon (ATV-foto).

Newcastle Institute for Energy and Resources (NIER)

Newcastle Institute for Energy and Resources (NIER) er et teknisk sektorforskningsinstitut, der minder om nogle af de danske GTS-institutter. NIER har en tværfaglig tilgang, hvor de integrerer viden fra forskellige fagområder for at fremme innovation inden for energi og ressourceforvaltning. Denne helhedsorienterede tilgang skaber stærkere og mere innovative løsninger, der er relevante på tværs af sektorer. De arbejder systematisk med at få teknologierne hurtigt fra TRL 6 til 9, som de forsøger at nedbringe fra seks år til fire år.

NIER modtager ikke direkte offentlig støtte og samarbejder derfor tæt med industrien. Hermed sikrer NIER, at deres forskning er praktisk anvendelig og hurtigt kan omsættes til løsninger, der matcher markedets behov.

Key Findings

1 2 3 4. 5 6 7

CO₂-LAGRING VIRKER PÅ LAND OG ER DRIFTSSIKKER

CCS virker på land. Og det har det gjort i næsten 20 år uden uheld.

Missionen har vist, at der er betydelig erfaring med CO₂-lagring på land i Australien, og at der ikke har været uheld eller utilsigtede udslip fra de australske CO₂-lagre i undergrunden.

Australien har gennem årene opbygget en betydelig ekspertise inden for CO₂-lagring på land og har demonstreret teknologiens robusthed og sikkerhed. Denne succes er et godt eksempel for Danmark og viser, at CO₂-lagring kan spille en central rolle i vores klimastrategi.

Hos Otway International Test Centre har de siden 2005 haft CO₂ i undergrunden på et testsite. Her har de vist, at CO₂'en bliver dernede. Tilsvarende har et kommercielt projekt, Gorgon, lagret ca. 10 mio. ton CO₂ siden 2019, ligeledes uden

sikkerhedsbrister. I begge tilfælde har overvågningen bekræftet placeringen af CO₂'en i undergrunden samt sikkerheden forbundet med CO₂-lagring.

På testsitet har de simuleret et CO₂-udslip ved at pumpe CO₂ ned i et almindeligt jordlag, hvor der ikke ligger lerlag over til at holde CO₂'en nede. Forventningen var, at CO₂'en hurtigt ville nå jordoverfladen og blive udledt til atmosfæren, men i praksis var det kun en mindre del af CO₂'en, der kom op til jordoverfladen, mens resten bandt sig til jordpartikler og således kun meget langsomt udledtes til atmosfæren. Dette forsøg viser, at selv ved uheld i undergrunden vil CO₂-udslippene fra et CO₂-lager ikke medføre store udslip med helbredsskadelig effekt. Disse resultater bør anvendes i den danske informationsindsats til borgere.

"Australien har en lang og veldokumenteret erfaring med onshore CO₂-lagring, og det er oplagt at trække på deres viden og teknologi, når vi i Danmark skal implementere CO₂-lagring i stor skala. Deres erfaringer giver et stærkt grundlag for samarbejde om forskning og innovation, så vi kan fremskynde udviklingen af sikre og effektive løsninger. Et eksempel er monitorering, hvor vi kan bruge australske erfaringer til at udvikle præcise og pålidelige metoder til overvågning af CO₂-lagring i den danske undergrund."

Karina M. Søgaard, Partnership Director ved INNO-CCUS

Otway International Test Centre

Otway International Test Centre er et forskningscenter, der har drevet et onshore CO₂-lager siden 2008. Lageret benyttes kun til forskning og demonstration. De har demonstreret, at CO₂'en bliver i undergrunden, samt hvordan man kan holde øje med CO₂'ens bevægelse i undergrunden. Til det anvender de avancerede overvågningssystemer som 3D-seismisk billeddannelse og fiberoptiske sensorer.

Centret har meget fokus på formidling af testresultater og er også meget interesseret i at samarbejde med danske forskningsinstitutioner og industri.

Delegationen på besøg på Otway International Test Centre (CO₂CRC) (ATV-foto).

Borgerinddragelse er en del af alle CCUS-projekterne, vi besøgte, men de har alligevel svært ved at opnå opbakning fra befolkningen. Det skyldes, at projekterne ofte er en forlængelse af olie og gas, og at de ikke har mulighed for at sælge den gode historie.

I Danmark kan vi benytte erfaringerne fra Australiens borgerinddragelse, men med en mere positiv vinkel, da vores projekter har en reel

klimaeffekt. Deres arbejde med at skabe benefits for naboer skal vi genbruge.

Samlet set viser erfaringerne fra Australien, at CO₂-lagring på land kan være en sikker og effektiv metode til at reducere drivhusgasemissioner. Ved at lære af deres succeser og udfordringer kan Danmark forbedre implementeringen af CCUS-projekter. Dette gælder både i forhold til teknologi og i forhold til borgerinddragelse.

"CO₂-lagring på land virker bare. I Australien har de i næsten 20 år lagret CO₂ i en undergrund, der er meget lig den danske. Og de har vist, at CO₂'en bliver dernede. I Danmark skal vi bruge de australske erfaringer – både til at udvikle gode og sikre CO₂-lagre i den danske undergrund og til at informere borgere om risici og muligheder ved CO₂-lagring."

Mikkel Krogsgaard Niss, sekretariatsleder, CCS Zealand

Key Findings

1 2 3 4 5. 6 7

I AUSTRALIEN ANVENDES CO₂ UANSET OPRINDELSE

For de australske aktører handler anvendelse af CO₂-molekyler ikke så meget om, hvorvidt de er grønne eller sorte. I stedet er der fokus på, at CO₂'en genanvendes og således genindgår i den cirkulære økonomi. Dette er i kontrast til den europæiske tilgang.

I Danmark er det væsentligt, at der anvendes grøn CO₂ til CCU-projekter. Det er et krav fra EU's VE-direktiv, og det er nødvendigt, for at slutbrugerne accepterer det som et grønt produkt. Dette er i bund og grund fornuftigt, da det sikrer, at vi som samfund fokuserer på at reducere udledningen af den fossile CO₂, samtidig med at Direct Air Capture og fangst af biogen CO₂ styrkes i værdikæden. Det er bedst for klimaet og for etableringen af fremtidige industrier.

Australien ser anderledes på det. For dem handler anvendelse af CO₂-molekyler ikke så meget om, hvorvidt de er grønne eller sorte. I stedet er der fokus på, at CO₂'en genanvendes. For eksempel viser besøget hos MCI Carbon, at de fokuserer på at tage CO₂ fra en hvilken som helst røggas og benytte den til at skabe nye byggematerialer. I deres østrigske projekt er sparede fossile ETS-kvoter på kraftværket en direkte finansieringskilde, hvilket skyldes, at CO₂'en lagres permanent i de producerede byggematerialer.

En anden interessant læring var, at når der blev talt om negative emissioner i Australien, var kilden til dette stort set udelukkende fra DAC – en teknologi, som vi også i Danmark har brug for, men som ikke er vores eneste vej mod dette mål. DAC er stadig dyrt at udvikle, og der findes på nuværende tidspunkt andre og billigere måder at få grøn CO₂ på.

Selvom vi i Danmark ikke ser denne tilgang som en bæredygtig slutløsning, giver den mulighed for, at man i Australien kan teste CCU-teknologier med fossil CO₂, inden de bringes til Europa, hvor de kan opskaleres med brug af grøn CO₂. Denne fleksibilitet i den australske tilgang har givet dem en betydelig fordel i udviklingen og implementeringen af CCU-projekter, hvilket har bidraget til hurtigere teknologisk fremgang og kommercialisering. Det kan vi i Danmark benytte til at teste danske projekter i Australien.

"I Australien handler det om at genanvende CO₂, uanset oprindelse, hvilket giver dem adgang til mere CO₂ og hurtigt fremmer teknologisk udvikling inden for CCU. I Danmark fokuserer vi på grøn CO₂ for at sikre bæredygtighed og reducere fossile udledninger – og det skal vi blive ved med. Selvom vi ikke skal kopiere Australiens tilgang, kan deres fleksibilitet fungere som testmiljø for danske grønne løsninger."

Kasper Havemann, Senior Project Manager & CCUS Lead, Clean

Key Findings

1 2 3 4 5 6. 7

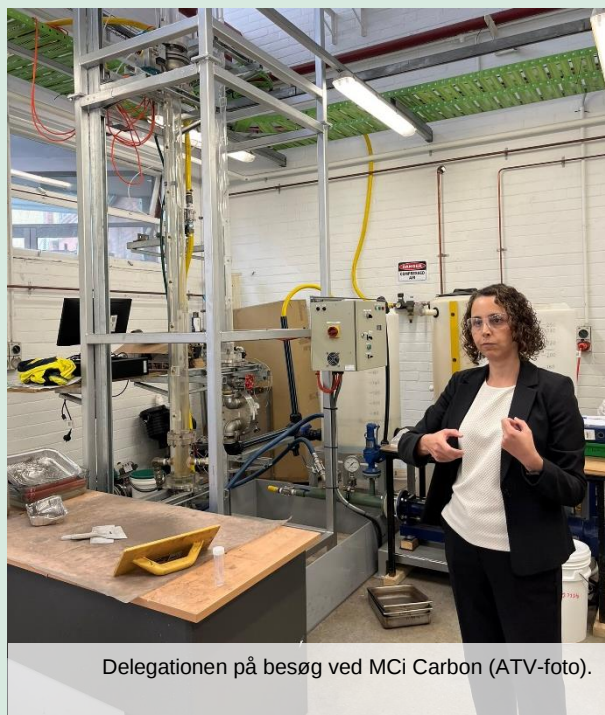
POTENTIALE FOR AT EKSPORTERE DANSK VIDEN OG TEKNOLOGI

Australien mangler fokus på biogene CO₂-kilder og teknologier som pyrolyse, hvilket giver danske virksomheder mulighed for at eksportere løsninger og dele erfaringer med industrielle symbioser og værdikæder.

Ligesom i Danmark har Australien en betydelig landbrugssektor. Under besøget oplevede vi dog, at dekarbonisering af landbrugsindustrien ikke var et fokusområde. Tværtimod var der en tydelig tendens til silotænkning mellem industrier, når det kommer til CO₂-fangst.

I Danmark arbejder vi med initiativer som INNOCCUS, der netop fokuserer på at samle aktører på tværs af værdikæder, hvilket giver os en unik mulighed for at eksportere denne helhedsorienterede tilgang. Det skal vi holde fast i.

Pyrolyse er ikke repræsenteret i det australske CCUS-økosystem, og det kan være en mulighed for danske leverandører. Det var overraskende for delegationen, da der er en stor landbrugssektor, hvor pyrolyse ville være en oplagt teknologi til at reducere CO₂-udledningerne. I Danmark ser vi dette som en nøgleteknologi for at nå vores klimamål og har fået afsat 10 mia. DKK som led i den grønne trepart. Når vi nævnte denne teknologi for de australske værter, var der ikke stor viden om den.



Delegationen på besøg ved MCI Carbon (ATV-foto).

Danske leverandører inden for pyrolyseteknologier, der kan være med til at bringe biokul ud på markerne, bør på sigt have en interessant business case i Australien. Et eksempel på dette er, at der på nuværende tidspunkt stadig brændes arealer af efter høst, hvilket spilder store mængder materiale, som danske pyrolyseproducenter vil kunne nyttiggøre som bioolie og biokul. Biokul kan samtidig forbedre jordens evne til at holde på vand – en værdifuld ressource i Australien, der er plaget af tørke og erosion.

"Australien har en meget stor landbrugssektor og står over for at skulle reducere sine udledninger inden for mange forskellige sektorer. Landet har en unik mulighed for at integrere innovative teknologier, der kan transformere deres tilgang til CO₂-reduktioner og gøre en betydelig forskel i forhold til at reducere udledningen af drivhusgasser fra deres landbrugssektor. Med danske erfaringer inden for pyrolyse, CO₂-fangst og industriel symbiose kan vi tilbyde løsninger, der ikke kun reducerer CO₂-udledninger, men også skaber økonomiske fordele gennem effektiv ressourceudnyttelse. Ved at samarbejde på tværs af landegrænser kan vi fremme en bæredygtig fremtid, hvor både miljøet og økonomien trives."

Jan Boyesen, CCUS-markedschef på Teknologisk Institut

En markedsundersøgelse, som fx kunne udarbejdes sammen med brancheforeningerne Pyrolyse Danmark og Biogas Danmark, kunne skabe klarhed over potentialet i Australien. Samtidig bør der arbejdes på en plan for håndteringen af negative CO₂-kreditter fra et sådant marked. Vi blev informeret om, at den australske regering arbejder på en Carbon Dioxide Removal (CDR)-strategi, hvor danske erfaringer med CDR-planlægning kunne være værdifulde.

Inden for industriel CO₂-fangst er der også mulighed for at introducere den danske model for industriel symbiose. Ved at skabe projekter, der integrerer flere udledere, lagre og virksomheder inden for anvendelse, kan CO₂-fangstens økonomiske bæredygtighed styrkes. Dette perspektiv kan styrkes yderligere gennem samarbejde på akademisk niveau og med rådgivere samt ved at anvende dansk teknologi inden for vedvarende energi og brintproduktion.



Delegationen på besøg hos MCI Carbon (ATVfoto).

Key Findings

1 2 3 4 5 6 7.

BORGERDIALOG SKAL MODVIRKE BORGERMODSTAND

Australien har stor erfaring med borgerinddragelse i forbindelse med CCUS-projekter. Disse erfaringer kan anvendes i danske projekter, hvor fokus på klimaeffekter og lokale fordele kan styrke opbakningen. De danske CCUS-aktører kan finde inspiration i den australske tilgang, som viser, hvordan man kan inddrage, informere og undervise befolkningen.

I Australien er der betydelig borgermodstand mod CCUS-projekter, primært fordi teknologierne ofte forbindes med den fossile industri. CO₂-fangst anvendes på fossile kraftværker og i forbindelse med gasproduktion, CO₂-lagring bruges til at øge olieproduktionen, og CCU understøtter fortsat brug af fossile brændsler. Disse anvendelser strider mod befolkningens ønske om at reducere CO₂-udledninger og afhængigheden af fossile brændsler. Manglende viden om sikkerheden ved CO₂-lagring forstærker desuden modstanden, hvilket kan føre til politisk pres og risiko for, at projekter lukkes.

I den danske CCS-debat er der to vigtige læringer fra den australske måde at opfatte CCS på. For det første er det væsentligt, at CCS bliver ved med at være en klimateknologi, der understøtter

vores klimamål gennem negative emissioner og CO₂-fangst de steder, hvor det er svært eller umuligt at reducere CO₂-udledningerne på anden vis. For det andet skal borgernes bekymring om sikkerhed tages seriøst, og her har de gode erfaringer i Australien, som vi kan lære fra.

Fra statens side har man i Australien en strategisk tilgang til borgerinformation om CCUS. De har udviklet en guide til, hvordan man kommunikerer om grønne teknologier, og de arbejder med at styrke borgerinddragelse tidligt i projekterne og at uddanne lokalbefolkningen. Ansvar er samlet ét sted, og der er fokus på at nå helt ud til den enkelte borger.

Delstaten Victoria har gennem projektet Carbon-Net en betydelig erfaring med at kommunikere om CCS til borgere på alle niveauer – lige fra



Matchmaking-reception i Denmark House i Melbourne (ATV-foto).

skolebørn til lodsejere og virksomheder. Deres erfaringer inkluderer udarbejdelse af undervisningsmateriale til forskellige klassetrin, hvilket sikrer, at børn og unge får en tidlig forståelse af CCS. Derudover har de erfaringer fra ekspropriationsprocessen for tracéer til den rørførte CO₂-transport, som de gladeligt deler. Desuden har de skabt projektspecifikke oplysningsmaterialer til den brede befolkning, der beskriver processen og teknologien bag CCS på en letforståelig måde.

Flere CCUS-projekter nævner, at naboer skal have noget igen, når der etableres anlæg eller lagre. På Otway International Test Centre har de gode erfaringer med at have en tæt nabolag og samtidig levere data om drikkevandskvalitet,

luftforurening og vejrmåling til naboerne, så de får noget igen.

I Danmark kan vi bruge erfaringerne fra Australiens arbejde med borgerinddragelse, men med en mere positiv vinkel. De danske projekter har i modsætning til de australske en klimavinkel og bør således præsenteres som en del af løsningen på klimaudfordringerne. Derudover bør vi genbruge de australske erfaringer med at skabe lokale fordele for naboer til CCUS-projekter, hvilket kan styrke den folkelige opbakning.

Den australske stats tilgang, hvor staten tager direkte ansvar for både dialogen med borgerne om konkrete projekter og uddannelse af borgergrupper til at blive ambassadører for CCUS, er relevant at oversætte til danske forhold.

"Australierne har inddraget naboer og borgere på et tidligt tidspunkt, lyttet til deres behov og ønsker og på basis af det fundet ud af at give lokalsamfundet noget igen. Eksempelvis ved at dele data, de i forvejen indsamler i projektet, som kan bruges til at skabe værdi lokalt. Udveksling af erfaringer med borgerinddragelse vil helt klart kunne inspirere os her i Danmark."

Ulla Röttger,
formand for ATV's styregruppe for Teknologi for Bæredygtighed

3 ANBEFALINGER

Besøget har givet en dybere forståelse af, hvor den danske CCUS-politik kan forbedres, samt hvordan man kan styrke samarbejdet med Australien til gavn for danske virksomheder og forskningsinstitutter. Det har afstedkommet tre konkrete anbefalinger til CCUS-industrien og Danmark.



I Danmark skal CCUS understøtte
grøn omstilling
– ikke forlænge fossil produktion



Staten skal sætte rammer og tage
ansvar for finansieringsmodeller,
samarbejde, regulering og infrastruktur



Borgerne skal inddrages, lyttes til
og optimalt selv få fordele

Anbefalinger

1.

2

3

I DANMARK SKAL CCUS UNDERSTØTTE GRØN OMSTILLING – IKKE FORLÆNGE FOSSIL PRODUKTION

CCUS skal understøtte den grønne omstilling, og det skal sikres, at CCUS ikke anvendes til at fortsætte den fossile industri. Alternativet er, at der opstår større borgermodstand imod CCUS.

I Danmark kan vi lære meget af Australiens erfaringer, selvom vi har en grundlæggende anden tilgang til, hvad CCUS skal bruges til og i hvilke industrier.

Hvis der ikke fokuseres på, at CCUS er en klimateknologi, der kan understøtte og forstærke den grønne omstilling, er der en betydelig risiko for, at CCUS kan blive italesat som en teknologi, der anvendes til at fortsætte fossil produktion.

Det er således væsentligt for implementeringen af CCUS i Danmark, at vi er tydelige om, hvad CCUS i Danmark er – og også hvad det ikke er. Det er nøglen, hvis den offentlige opbakning skal fastholdes og styrkes. Dette gøres ved at:

- CCUS benyttes som en integreret del af vores klimapolitik. CCUS skal således både reducere udledninger fra svært omstillingsbare sektorer og skabe direkte grøn omstilling med negative emissioner, så CO₂-koncentrationen i atmosfæren mindskes. For at undgå samme udfordringer som Australien skal der sikres en tydelig skelnen mellem fossile og grønne anvendelser i både politik og kommunikation.
- CCUS benyttes som en klimateknologi, der sammen med andre teknologier skal sikre, at vi når vores klimamål. CCUS skal ikke anvendes til at fastholde produktionen og brugen af fossile brændstoffer, fx ved Enhanced Oil Recovery (EOR). I Australien har en anden tilgang ført til, at borgerne er kritiske over for CCUS og ser det som teknologier, der gør, at den fossile industri kan fortsætte med "business as usual".

Anbefalinger

1

2.

3

STATEN SKAL SÆTTE RAMMER OG TAGE ANSVAR FOR FINANSIERINGSMODELLER, SAMARBEJDE, REGULERING OG INFRASTRUKTUR

Staten skal fastholde sit lederskab ved at sikre langsigtede finansieringsmodeller, fremme internationale samarbejder og implementere klare reguleringer, der gør det muligt at opskalere CCUS hurtigt og effektivt.

Dette inkluderer målrettede investeringer i CO₂-infrastruktur og styrket sagsbehandling i miljømyndighederne.

Danmark kan lære af Australiens erfaringer med fragmenteret regulering og undgå lignende udfordringer ved at skabe et samlet nationalt forlig, der sikrer stabile rammer på tværs af regeringsskift.

Danmark er blandt de førende CCUS-nationer lige nu, men hvis vi skal fastholde dette, skal vi også have langsigtede mål for øje, når staten investerer og regulerer.

Det er i den forbindelse væsentligt, at statens prioritering af CCUS med et bredt flertal i Folketinget fastholdes. Ellers risikeres, som i Australien, at skiftende flertal ændrer retningen for CCUS, alt efter hvilken vej de politiske vinde blæser. Det vil reelt kunne dræbe CCUS-projekterne i Danmark, hvilket vil gøre det markant dyrere at nå de kommende 2030-, 2045- og 2050-klimamål.

Det er en fordel for Danmark, at staten har sat retning for CCUS-udviklingen. Det skal fortsætte i de kommende år, fx gennem:

- understøttelse af CO₂-infrastruktur i og til Danmark.
- styrkelse af de internationale samarbejder omkring import af CO₂.
- arbejde for et ETS-system, der muliggør finansiering af negative emissioner, samtidig med at de frivillige CDR-marked fastholdes.
- at miljømyndighedernes sagsbehandlingstid ikke bliver en flaskehals i udviklingen af CCUS-projekter.

Via CarbonNet-projektet er det offentlige direkte involveret i udrulningen af CO₂-infrastruktur og tager et ejerskab herfor. Der kan med fordel ses på fordele og ulemper ved den model, når der skal etableres CO₂-infrastruktur i, til og fra Danmark.

Anbefalinger

1

2.

3.

BORGERNE SKAL INDDRAGES, LYTTES TIL OG OPTIMALT SELV FÅ FORDELE

Danmark skal arbejde med borgerinddragelse, der omfatter tidlig dialog med lokalsamfund, letforståelige informationskampagner om CCUS-teknologiens sikkerhed og fordele som klimateknologi, samt uddannelsesinitiativer rettet mod både børn og voksne.

For at skabe tillid bør staten samarbejde med lokale aktører, NGO'er og forskningsinstitutioner om at udarbejde retningslinjer for borgerinddragelse, der sikrer en helhedsorienteret tilgang.

De australske erfaringer viser, at borgerinddragelse skal være en integreret del af CCUS-projekter fra begyndelsen. Dette kan styrkes i Danmark ved at tilbyde lokale fordele som en del af projektplanlægningen, fx bedre infrastruktur eller miljøovervågning.

Borgerne i både Danmark og Australien har brug for mere viden om, hvad CCUS er, så tilliden til teknologierne styrkes. Dette gælder på alle niveauer – både naboer, lodsejere og den brede offentlighed i hele landet.

På baggrund af erfaringerne fra Australien vil det være oplagt, at vi i Danmark arbejder med følgende:

- at der er fuld fokus på sikkerhed, og at borgernes bekymringer tages seriøst, når der etableres CCUS-projekter i Danmark.
- at staten påtager sig en strategisk og samlende rolle i kommunikationen og borgerdialogen om CCUS som klimateknologi, fx gennem en vejledning om borgerinddragelse i CCUS-projekter, uddannelse af lokale ambassadører m.v. Hermed kan staten medvirke til at mindske risiciene ved de danske CCUS-projekter.
- at der udvikles generelt informationsmateriale og undervisningsforløb om CCUS. Undervisningsforløbene vil kunne anvendes i folkeskolens ældste klasser og tage udgangspunkt i tilsvarende materiale fra Australien.
- at borgerne inddrages i CCUS-projekter, fx gennem dialog om placering, sikkerhed m.v., men også ved at lokalsamfundene får direkte fordele ved at være nabo til et CCUS-anlæg.
- at erfaring fra CO₂-lagre i Australien benyttes, når der informeres om sikkerhed ved CO₂-lagring

CCUS FRA DANMARK TIL AUSTRALIEN



Danmark har en ambition om at opnå en 70 % reduktion i drivhusgasudledningerne inden 2030 og at nå nettonul inden 2045.

For at opnå sine mål har den danske regering udpeget missionsdrevne forsknings- og innovationspartnerskaber inden for CCUS og Power-to-X. Hvert partnerskab igangsætter forsknings- og udviklingsprojekter inden for nøgleområder og teknologier for at fremskynde innovation og implementering af løsninger.

Desuden har CCUS-virksomhederne i Danmark nedsat flere regionale partnerskaber, der har fokus på implementering af CCUS, herunder infrastruktur til transport af CO₂ og brint.

Danmark investerer i alle dele af CCUS-værdikæden, herunder CO₂-fangst på kraftvarmeanlæg, affaldsenergianlæg og på cementproduktion samt energieffektive og PtX-anlæg og CO₂-lagring. Et omfattende CO₂-transportnetværk fra flere punktkilder forventes at blive bygget i de kommende år for at støtte CCS på kort sigt og

CCU på længere sigt. Danmark har desuden en god track record inden for forskning og udvikling, som hjælper nye industrier godt på vej.

For at gennemføre det hele lægges stor vægt på at uddanne kvalificeret arbejdskraft, hvilket sikrer, at den grønne omstilling implementeres. Men vi er der ikke helt endnu.

Undergrunden i Danmark er ligesom den australske god til at lagre CO₂. Der er både akvifærer og nedlagte olie- og gaslommer, som kan anvendes til at lagre CO₂, og der er gode muligheder for samarbejde mellem Danmark og Australien. Med regeringens stop for udvinding af olie og gas er vejen banet for CO₂-fangst og -lagring.

Danmark har en høj andel af vedvarende elektricitet, hvilket er afgørende for produktion af grøn brint. Sammen med de danske kompetencer på tværs af energiværdikæden har Danmark et solidt fundament for at udnytte CO₂ i produktionen af fx e-brændstoffer og plastik.

Kombineret giver det en opskrift med gode forudsætninger for CCUS og et bagvedliggende økosystem med mere end 50 års erfaring, der kan hjælpe en ny nordisk industri på vej.

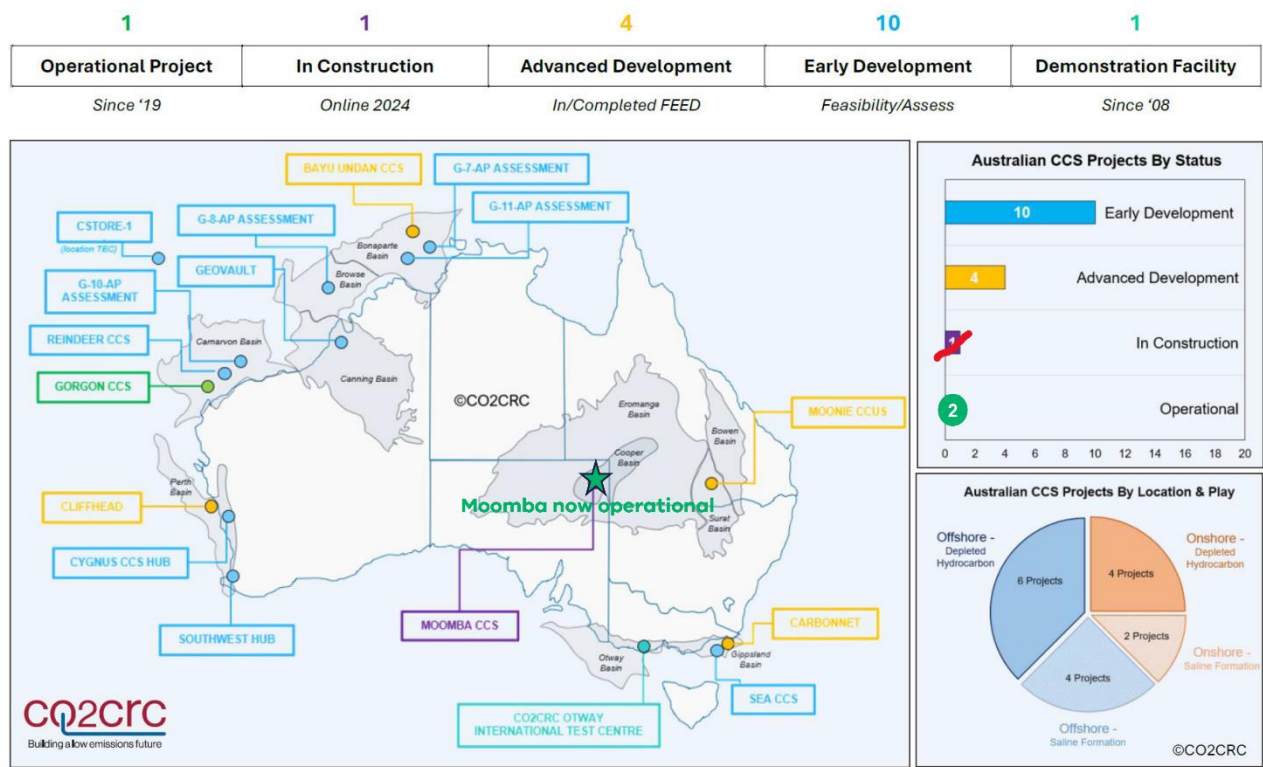
Både i Danmark og i Australien er der stærk efterspørgsel på forskning i CCUS-teknologier, herunder fangstteknologier, onshore- og offshore-lagring af CO₂, CO₂-transportsløsninger og Direct Air Capture. Der er ligeledes diskussioner om import af CO₂ til lagring og CCUS-forskningsfinansiering i begge lande, som kan forbedres gennem samarbejde.

TAL OG FAKTA OM DANMARK OG AUSTRALIEN

Australien er ca. 180 gange større end Danmark. Samtidig er indbyggertallet under fem gange større i Australien end i Danmark. Der er altså meget mindre befolkningstæthed i Australien sammenlignet med Danmark. Det er både en mulighed og en ulempe. Med langt mellem byer og industrielle klynger er det svært at skabe et solidt samarbejde i Australien, men til gengæld er der god plads og muligheder for at etablere industri i samklang med lokalbefolkning og/eller miljø.

	Danmark	Australien
Indbyggertal	6,0 mio.	26,1 mio.
Areal	42.952 km ²	7.741.220 km ²
BNP	2.785 mia. DKK	12.032 mia. DKK
Økonomisk vækst (2023)	1,9 %	3,3 %
CO ₂ -emissioner	6,7 ton pr. capita 40 Mtpa	14,5 ton pr. capita 383 Mtpa
CCUS-budget	38 mia. DKK (2020-2045)	N/A

CCS in Australia



Slide fra CO2CRC.

DELEGATIONEN

Michael Stie Laugesen	Projektschef	CO ₂ Vision at Green Hub Denmark
Carina Jensen	Partnership Director	MissionGreenFuels
Frederikke Kroon	Program Director	Akademiet for de Tekniske Videnskaber
Jan Boyesen	Markedschef CCUS	Teknologisk Institut
Karina M. Søgaard	Partnership Director	INNO-CCUS
Kasper Havemann	Sr. Project Manager & CCUS Lead	Clean
Mikkel Krogsgaard Niss	Sekretariatsleder	CCS Zealand
Paw V. Mortensen	Energy Mission Officer	Aalborg Universitet (AAU)
Thilde Møller Larsen	International Project Manager	Green Hub Denmark
Ulla Röttger	Advisor & board member	Akademiet for de Tekniske Videnskaber



Hvem er vi?

Gennem CO₂VISION sigter Norddanmark mod at blive et nationalt og internationalt knudepunkt for kulstoffangst, -udnyttelse og -lagring. CO₂VISION opererer med en finansiering på 200 mio. kr. fra Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse, som deles mellem projektets partnere: mere end 50 private virksomheder, offentlige myndigheder og forskningsinstitutioner, der repræsenterer alle trin i CCUS-værdikæden. Hovedmålet med CO₂VISION er at skabe en køreplan for opbygning af CO₂-, brint- og metanolinfrastruktur samt storskalatest og demonstration af CCUS-teknologier på 17 forskellige teststeder i hele regionen, der fokuserer på forskellige aspekter af CCUS.

Hvad kigger vi efter?

Nye kommercielle og forsknings- og udviklingspartnerskaber inden for CCUS såsom:

- state-of-the-art og næste generations teknologier til kulstoffangst.
- teknologier og værdikæder til kulstoftransport.
- teknologier og værdikæder til onshore og offshore CO₂-lagring.
- teknologier og værdikæder til kulstofudnyttelse.

Hvem er vi?

MissionGreenFuels er et banebrydende dansk initiativ under landets Inno Missions, som sigter mod væsentligt at reducere CO₂-udledningen gennem udvikling og implementering af innovative grønne brændstofd løsninger. Som et samarbejdende offentlig-privat partnerskab er vi dedikeret til at fremme grønne brændstofteknologier og skabe systemiske ændringer inden for energisektoren. Vores primære mål er at katalysere innovation, fremme samarbejde og tilskynde til investeringer for at fremskynde overgangen til en bæredygtig, lavkulstoføkonomi, samtidig med at vi støtter dansk forskning, innovation, jobskabelse og eksportmuligheder inden for grøn brændstof-domænet.

Vores strategiske køreplan giver en detaljeret ramme for udvikling af grønne brændstoffer og identificerer de specifikke udfordringer og muligheder i sektorer som transport, luftfart og skibsfart. Den fungerer som en detaljeret vejledning til at navigere i kompleksiteten af den grønne omstilling og sikrer, at alle interessenter er på linje og bevæger sig fremad mod vores fælles mål. MissionGreenFuels har over 100 partnere og aktuelt 21 finansierede projekter med flere på vej.

Hvad kigger vi efter?

Udforskning af samarbejds muligheder inden for hydrogen/grønne brændstofteknologier. Læring fra stor-skalahydrogenprojekter og infrastruktur til eksport af hydrogen. Udforskning af gensidige fordele ved teknologi- og videnudveksling, især inden for hydrogen- og biogen-CO₂-applikationer. Læring fra den australske CO₂-udnyttelsesvejledning.



Danish Academy of
Technical Sciences

Frederikke Kroon
Program Director
fk@atv.dk
www.atv.dk

Ulla Röttger
Board member
ullarottger@gmail.com
www.atv.dk

Hvem er vi?

Akademiet for de Tekniske Videnskaber (ATV) blev grundlagt i 1937 og er Danmarks førende netværk for teknologiledere og beslutningstagere fra universiteter, industrier, private organisationer og den offentlige sektor. ATV er en uafhængig nonprofit privat tænketank, der udnytter ekspertisen fra mere end 800 medlemmer.

I en tid, hvor teknologi udvikler sig hurtigere end nogensinde før, er ATV teknologiens stemme i samfundsdebatten og stræber efter at sikre, at medlemmernes ekspertise inden for de tekniske videnskaber bliver brugt til at skabe en mere bæredygtig fremtid.

Gennem strategiske initiativer, arrangementer og konferencer samt dialog med medlemmer, politikere og offentlighed arbejder ATV på at styrke Danmarks position som førende på Science & Engineering til gavn for borgere og samfund. Vores indsats er rettet mod at informere politiske beslutningstagere, fremme samarbejde blandt teknologiprofessionelle, øge offentlighedens bevidsthed om teknologiudviklingen og styrke teknologiens rolle i offentlige debatter.

ATV har siden 2021 fremskyndet den danske implementering af CCUS gennem forskellige aktiviteter, der forbinder videnskab og erhvervsliv, bl.a. CCU-konference, CCUS fact-finding-mission til Canada om carbon capture and utilization, CCUS "Mission Lab Carbon 110%" med fokus på 2050-målene for CO₂-reduktion. Vores medlemmer arbejder pro bono for ATV, støttet af ATV's sekretariat.

Hvad kigger vi efter?

ATV håber at facilitere stærkere samarbejde mellem videnaktørerne i Danmark inspireret af og gerne i samarbejde med Australien. Ved at dele viden og forstå det australske CCUS-videnøkosystem forventer vi, at vi kan få inspiration og skabe forbindelser, der kan styrke og løfte samarbejdet mellem Australien og Danmark med fokus på bæredygtige teknologiske løsninger til gensidig fordel.



INNO-CCUS
Carbon capture,
utilisation and storage

Karina M. Søgaard
Partnership Director
kms@inno-ccus.com
www.inno-ccus.com

Hvem er vi?

INNO-CCUS er et af Danmarks fire missionsdrevne partnerskaber, der skal fremskynde den grønne omstilling. Vi støtter udviklingen af teknologier til at fange, lagre og anvende kulstofressourcer og samler nøgleaktører inden for CCUS-området. Med effektive, skalerbare og økonomisk bæredygtige CCUS-løsninger kan vi sikre et væsentligt bidrag til at opnå danske klimamålsætninger.

Hvad kigger vi efter?

Vi søger samarbejde og inspiration inden for områder på tværs af CCUS-værdikæden, herunder CO₂-fangst, naturbaserede løsninger, CO₂-lagring, CO₂-anvendelse og samfundsmæssig kobling, hos både akademiske og industrielle aktører og med fokus på forskning og innovation.

Hvem er vi?

Clean er den danske vand- og miljøklynge, og vores vision er, at danske virksomheder skal være verdensledende inden for vand- og miljøområdet. Vi er innovationsrum for både dem, der udvikler vand- og miljøløsninger, og dem, der har brug for at løse vand- og miljøudfordringer. Det er vores ambition at understøtte udviklingen af CCUS i Danmark og skabe grobund for, at danske aktører kan levere vigtige bidrag til den internationale CCUS-dagsorden

Hvad kigger vi efter?

Vi søger samarbejde og inspiration inden for områder på tværs af CCUS-værdikæden, herunder CO₂-fangst, naturbaserede løsninger, CO₂-lagring, CO₂-anvendelse og samfundsmæssig kobling, hos både akademiske og industrielle aktører og med fokus på forskning og innovation.

**Mikkel Krogsgaard Niss**
Sekretariatsleder
mail@ccszealand.dk
www.ccszealand.dk

Hvem er vi?

CCS Zealand er den lokale CO₂-hub i for Østdanmark. De virksomheder, der står bag CCS Zealand, leverer varme, elektricitet, spildevandsbehandling, affaldshåndtering, havneinfrastruktur og meget mere til gavn for borgere og virksomheder i Østdanmark og muliggør den grønne omstilling gennem fangst, lagring og transport af CO₂. Målet er at fange og lagre 2-3 mio. ton CO₂ inden 2030.

Bag CCS Zealand AffaldPlus, ARC, ARGO, CarbonCuts, CO₂ Storage Kalundborg, CTR, Evida, Gas-storage Denmark, HOFOR, Kalundborg Havn, Novo Nordisk Fonden, Novonesis, VEKS, Vestforbrænding og Ørsted. De første store fangstanlæg i området vil være operationelt inden 2026, og de fleste andre punktkilder af CO₂ i området planlægger at etablere fangstanlæg inden udgangen af 2030.

I løbet af de næste 5-10 år vil der blive etableret CO₂-lagring og transportinfrastruktur til CO₂-transport i Østdanmark. Der er allerede tildelt efterforskningslicenser til CO₂-lagring ved Kalundborg og Rødby, der forventer at være operationelle omkring 2030, såfremt analyserne viser, at det er muligt at lagre CO₂ i undergrunden på en sikker måde.

CCS Zealand har et godt samarbejde med punktkilder i naboregioner, herunder Fyn og Sverige.

Hvad kigger vi efter?

Deltagelse i turen præsenterer en værdifuld mulighed for CCS Zealand til at få ny viden og validere eksisterende viden om CCS og CCUS. Engagement med virksomheder, der allerede arbejder med CCS, er særligt værdifuldt for os. Derfor håber jeg at se konkrete projekter og tale med medarbejderne bag dem, så vi kan udnytte erfaringerne fra Australien i Danmark. Desuden er det afgørende for mig at forstå de politiske beslutninger, der har muliggjort etableringen af CCS-projekter, herunder specifikke regler om sikkerhed og design af økonomiske incitamenter. Min primære interesse ligger i fangst, CO₂-transport via rørledninger og onshore CO₂-lagring.



Jan Boyesen
Market Director CCUS
janb@teknologisk.dk
www.dti.dk

Hvem er vi?

Teknologisk Institut er et GTS-institut (Godkendt Teknologisk Service-institut), som arbejder med at styrke innovation og hjælper virksomheder med at udvikle, validere og implementere nye CCUS-løsninger og er en nøglepartner i at muliggøre en grønnere industri gennem vedvarende energi, miljøteknologi, materialer, fødevareproduktion samt byggeri og konstruktion.

DTI udfører såvel kommercielle opgaver som forsknings- og udviklingsprojekter inden for teknologi og har 1.000 specialister, 70 test-, demonstrations- og udviklingsfaciliteter samt 10.000 tilfredse kunder.

Hvad kigger vi efter?

Nye kommercielle og forsknings- og udviklingspartnerskaber inden for CCUS-områder såsom:

- Teknologier til CO₂-fangst: state-of-the-art solventbaseret fangst og næste generations teknologier.
- Overvågning af CO₂-lagring på land og til havs: teknologier og procedurer til sikker overvågning af emissioner fra CO₂-lagring på land og til havs.
- Materialer og teknologier til CCUS: inklusive korrosionsforebyggelse og effektiv rengøring, tryksætning, flydendegørelse og transport af CO₂.
- Udnyttelse af grønt kulstof og næste generations biogene CCUS-teknologier, herunder produktion af brændstoffer og materialer fra fanget CO₂, hydrotermisk flydendegørelse, lagring i biokul og CCUS fra biogas, alger og bakteriel kulstoffangst.



Paw V. Mortensen
Energy Mission Officer
pvm@adm.aau.dk
www.missions.aau.dk

Hvem er vi?

Aalborg Universitet (AAU) er i Danmark er kendt for sin problemorienterede tilgang, som integrerer praktiske, virkelige problemer i uddannelsesoplevelsen for at forbedre studerendes læring og færdigheder. Gennem stærkt samarbejde med industrien og tværfaglige projekter forbereder AAU studerende til at blive adaptive, løsningsorienterede professionelle. Universitetet er missionsdrevet og fokuserer på innovativ forskning og uddannelse, der tager fat på komplekse samfundsmæssige udfordringer. AAU skiller sig ud inden for ingeniørvidenskab, herunder ved at være Europas bedste ingeniøruniversitet på U.S. News and World Report's liste over verdens bedste universiteter inden for ingeniørdiscipliner (2022). AAU arbejder specifikt med CCUS, herunder DAC, BECCS, pyrolyse, grønne brændstoffer, carbon-til-værdi, infrastruktur og transmission samt lagring.

Hvad kigger vi efter?

Aalborg Universitet håber at udvide det professionelle netværk og at samarbejde med nye partnere, der kan skabe betydelige videnskabelige resultater. AAU håber desuden at eksponere den unikke forskning, der udføres, og at udvikle fremtidige ph.d.-udvekslingsprogrammer.



Thilde Møller Larsen
International Project Manager
tml@aalborg.dk
www.greenhubdenmark.dk/en

Hvem er vi?

Green Hub Denmark er et offentlig-privat partnerskab for test og demonstration af fremtidige grønne løsninger. Vi samarbejder med forsyningsvirksomheder, virksomheder, fonde, forskere, forbrugere og offentlige myndigheder for at bane vejen for samskabelse af nye grønne produkter og tjenester, der kan hjælpe med at nå den danske regerings CO₂-reduktionsmål på 70 % før 2030.

Vi faciliterer udvikling og test af teknologier, der reducerer energiforbruget, og Aalborg og Region Nordjylland tilbyder store moderne test- og demonstrationsfaciliteter – alt inden for en geografisk rækkevidde på en time eller mindre fra Aalborg. Som et eksempel tilbyder Port of Aalborg og Aalborg Forsyning adgang til store udendørsområder og leverer plug-and-play-løsninger til test af nye idéer og produkter.

Green Hub Denmark er operatør for det statslige prioriteringsprojekt CO₂VISION, som er det største CCUS-projekt i Region Nordjylland. Missionen er at transformere regionen til en international pioner inden for Carbon Capture, Utilization and Storage (for mere om CO₂VISION, se Michael Stie Laugesen).

Hvad kigger vi efter?

Green Hub Denmark søger at facilitere samarbejde mellem Australien og Danmark med det formål at hjælpe hinanden med at opnå miljømæssig bæredygtighed ved at samle grøn viden og knowhow fra begge sider. Vi ønsker at se en miljømæssig bæredygtig overgang gennem teknologiske initiativer som CCUS. Et australsk-dansk samarbejde har potentialet til at øge væksten og fremme beskæftigelsen – både i Australien og Danmark. Dette fremmes yderligere gennem den australsk-danske strategiske partnerskabsaftale fra juli 2023 samt den nye handelsaftale mellem EU og Australien.



Danish Academy of
Technical Sciences



Sydney (ATV-foto)

Rapporten er blevet til i samarbejde mellem

CCS Zealand

Clean

CO₂Vision at Green Hub Denmark

Akademiet for de Tekniske Videnskaber

Green Hub Denmark

INNO-CCUS

MissionGreenFuels

Teknologisk Institut

Aalborg Universitet

Rapporten er udgivet af Akademiet for de Tekniske Videnskaber (ATV) og Green Hub Denmark.

Udgivelsesdato: 26/2 2025

ISBN: 978-87-7836-110-3

Rapporten er støttet af Energistyrelsen.