



Kontor/afdeling
SYS

Dato
27-02-2023

J nr. 2023-1700

Status på DAC

Indledning

Klima-, Energi og Forsyningsudvalget (KEF) har efterspurgt et notat, som gør status over udviklingen af *direct air capture* (DAC) til CO₂-fangst.

DAC er betegnelse for forskellige teknologier, som kan anvendes til at indfange CO₂ fra atmosfæren. Efter CO₂'en er indfanget, kan den enten injiceres i undergrunden, hvor den kan langtidslagres i geologiske strukturer, eller anvendes som CO₂-kilde til eksempelvis kulstofholdige elektro-brændstoffer (PtX), såsom e-metanol eller e-kerosen (jetfuel).

I det følgende redegøres der for de to væsentligste DAC-teknologier. Derudover gives en status på teknologiens udviklingsstadiet fsva. energiforbrug og økonomi samt fremtidsperspektiver fsva. potentiel fangstkapacitet.

DAC-teknologien

For indeværende er udviklingen af DAC domineret af to teknologier:

- *Solid adsorption*-DAC (S-DAC)
- *Liquid adsorption*-DAC (L-DAC).

Ved *S-DAC* blæses luft igennem et filter, som binder CO₂'en, der efterfølgende kan fjernes fra filteret ved at opvarme det til 80-120°C, hvor damp trækker CO₂'en ud af filtret. Virksomheden Climeworks anvender S-DAC og har opført et anlæg i Island i 2021, som fjerner 4.000 t CO₂ per år¹.

Ved *L-DAC* bringes luft i kontakt med en stærkt basisk opløsning for at indfange CO₂, hvorved CO₂ udfældes som kalk, som derefter brændes, hvilket frigiver CO₂ på gasform. Brændingen af kalk kræver temperaturer på 300-900°C. Der anvendes typisk naturgas som brændsel, hvorfor CO₂ fra afbrændingen skal indfanges for at opnå fuld reduktionseffekt fra L-DAC.

Energibehov

DAC-teknologierne har et større energibehov end CO₂-fangst fra punktkilder. Det skyldes, at atmosfærisk luft har en lavere koncentration af CO₂ end røggassen fra eksempelvis et affaldsforbrændingsanlæg, hvorfor DAC-processerne skal tilføres store mængder luft for at indfange en tilsvarende mængde CO₂. Der er væsentlig

¹ <https://climeworks.com/roadmap/orca>

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



usikkerhed om energiforbruget til DAC. Tabel 1 sammenholder estimeret energiforbrug for S-DAC fra IEA² (september 2022) og Energistyrelsens Teknologikatalog for S-DAC (november 2021), og er perspektiveret med Teknologikatalogets tilsvarende skønnede energiforbrug ved aminbaseret kulstoffangst, som er den mest udviklede CO₂-fangstteknologi og som kan anvendes ved punktkilder.

Tabel 1: Sammenligning af anslået energiforbrug til CO₂-fangst ved S-DAC og amin-scrubbing (MWh/ton CO₂).

	S-DAC (IEA)	S-DAC (Tekkat.)	Amin-scrubbing (Tekkat.)
Lavtemperaturvarme	2	2,5	0,83
Elektricitet til fangstproces	0,64	0,35	0,03
Elektricitet til kompression	0,14	0,15	0,10

Geografiske overvejelser for DAC

Det kan være en fordel at placere DAC-anlæg i geografisk nærhed til vedvarende energikilder. Det kan eksempelvis være geotermi, som nogle af de eksisterende DAC-anlæg benytter til at dække fangstprocessens el- og lavtemperatur varmebehov. I modsætning til eksisterende punktkilder har DAC-teknologierne den fordel, at de kan placeres i samme geografiske område, hvor CO₂'en skal lagres eller anvendes, hvilket nedbringer transportomkostningerne.

Økonomi

Ifølge IEA er der på nuværende tidspunkt etableret 18 DAC-anlæg på verdensplan³. Det er sparsomt med tilgængelige erfaringer om anlæggenes økonomi, idet flere udviklere har valgt ikke at offentliggøre økonomiske data. Den tilgængelige viden om forventede omkostninger og omkostningsdrivere udgør således estimerer baseret på udmeldinger fra et begrænset antal udviklere, hvorfor omkostningsskønnet for DAC er meget usikkert. World Resource Institute⁴ vurderer, at omkostningerne beløber sig til 250-600 USD per ton, svarende til 1.700-4.100 DKK per ton. Ifm. PtX-strategien har Energistyrelsen skønnet, at fangstomkostninger i en dansk kontekst kan ligge i spændet 1.500-2.100 DKK per ton. Estimatet er behæftet med betydelig usikkerhed.

³ <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture>

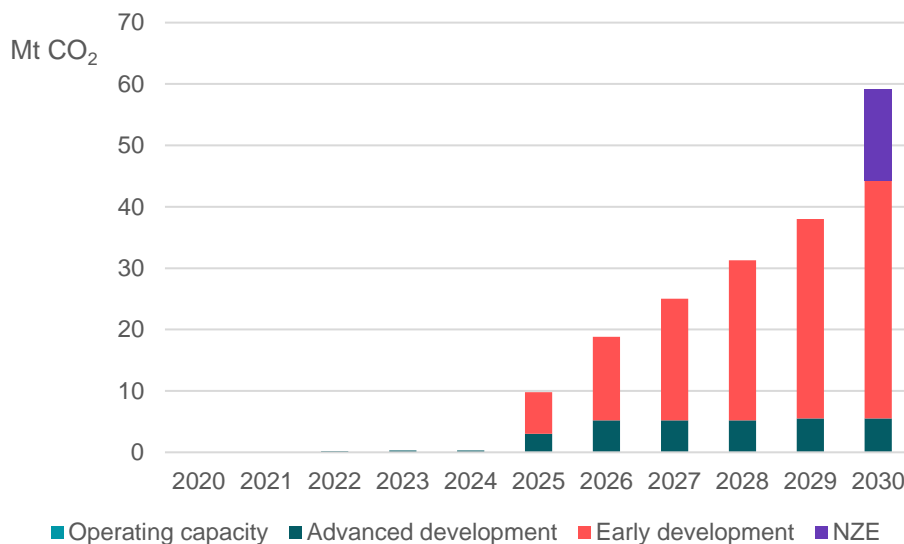
⁴ <https://www.wri.org/insights/direct-air-capture-resource-considerations-and-costs-carbon-removal>

DAC frem mod 2030

På nuværende tidspunkt spiller DAC en meget begrænset rolle i forhold til at fjerne CO₂ fra atmosfæren. De eksisterende DAC-faciliteter indfanger samlet set ca. 10.000 ton CO₂ om året. Det største nuværende DAC-anlæg, Orca, som er udviklet af Climeworks, er et S-DAC anlæg med en fangstkapacitet på 4.000 t CO₂ per år⁵. Det første storskala DAC-projekt er et L-DAC anlæg, som forventes idriftsat i 2024⁶ i Texas og forventes at opnå en fangstkapacitet på 0,5 Mt CO₂ per år i anlæggets første fase.

I forlængelse af den generelle udvikling af området, forventer IEA vækst i planlagte DAC-projekter frem mod 2030 jf. Figur 1.

Figur 1: IEA's forventning til udviklingen i planlagte DAC projekter ud fra antallet af Mt CO₂ fanget (NZE er IEA's Net Zero Emissions scenarie⁷)⁸



Med IEAs fremskrivning vil den samlede kapacitet af DAC-anlæg, der i dag vurderes at være i en fremskreden planlægningsfase (*advanced development* jf. figur 1), stige til ca. 5,5 Mt CO₂ i 2030. IEA har samtidig vurderet, at der kan være behov for, at DAC skal bidrage med 59 Mt CO₂ årligt fra 2030 globalt set, hvis 1,5°-målet skal nås.

⁵ <https://climeworks.com/roadmap/orca>

⁶ <https://www.iea.org/reports/ccus-around-the-world/dac-1>

⁷ IEA, Net Zero Emissions: <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/net-zero-emissions-by-2050-scenario-nze>

⁸ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/co2-capture-by-direct-air-capture-planned-projects-and-in-the-net-zero-scenario-2020-2030>