

# Affaldsenergi i en national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst

## Indspil til politikere og centraladministration

### Indledning og baggrund

Dansk Affaldsforening har igennem de seneste måneder intensiveret arbejdet med CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergisektoren.

Vi offentliggjorde således i december 2020 en grundig analyse af CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergisektoren, som kan læses her<sup>1</sup>:

Analysen blev fulgt op af en CO<sub>2</sub>-fangst-konference, afholdt i januar 2021, hvor rapportens konklusioner dels blev formidlet og dels sat til debat, bl.a. med deltagere fra Folketingets Klima- energi- og forsyningsudvalg, Klimarådet og CON-CITO. Indlæg fra konferencen kan læses her<sup>2</sup>:

Affaldsenergisektoren er det mest oplagte sted i første omgang at etablere CO<sub>2</sub>-fangst, hvilket også pointeres af Klimarådet<sup>3</sup>. Sektoren kan derigennem yde en substantiel hjælp til Danmarks 70 %-reduktionsmål.

Dansk Affaldsforening har ultimo marts 2021 sendt et indspil til Folketingets klima-, energi- og miljøordførere. Indspillet er et kort oplæg med de hovedspørgsmål, som vi mener er afgørende at adressere i en kommende national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst.

I dette notat beskriver vi nærmere, hvordan affaldsenergisektoren kan yde et bidrag, hvilke konkrete affaldsenergianlæg, som arbejder med CO<sub>2</sub>-fangst, og hvordan vi får etableret de rette vilkår for at komme videre og realisere målet.

Nærværende notat er dermed en udfoldelse af vores indspil til en national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst.

Indspillet skal ses som en udstrakt hånd til folketinget og centraladministrationen. En invitation til en åben dialog med os – forening såvel som initiativrige affaldsenergianlæg.

---

<sup>1</sup> [Ny rapport fra Rambøll, "CO<sub>2</sub>-fangst på danske affaldsenergianlæg", dec. 2020, der viser at CO<sub>2</sub>-fangst fra affaldsenergi er økonomisk og klimamæssigt attraktivt, se Link til Dansk Affaldsforening her: \[CO fangst \\(danskaffaldsforening.dk\\)\]\(#\)](#)

<sup>2</sup> Kilde til indlæg på [Webinar: Klar bane for CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring | Dansk Affaldsforening](#)

<sup>3</sup> Det har Klimarådet senest understreget i sin 'Statusrapport 2021 – Danmarks nationale og globale klimaindsats' den 26. februar 2021. n

## Brug for en national strategi nu

Danmark bør intensivere arbejdet med en national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst, så det sikres, at strategien er klar medio 2021.

Det er blevet stadig mere klart, at CO<sub>2</sub>-fangst – hvad enten det er for at lagre eller på sigt at nyttiggøre CO<sub>2</sub> – er helt afgørende for, at Danmark kan indfri målsætningen om 70% CO<sub>2</sub>-reduktion i 2030.

Side 2 af 21

Og det kan kun gå for langsomt. Det haster med sammenhængende afklaringer og indsatser. Mange forhold skal afklares, men det haster særligt med at tage stilling til, hvordan man vil transportere, lagre og/eller udnytte indfanget CO<sub>2</sub>. Uden adgang til lagringsfaciliteter og/eller udnyttelse af fanget CO<sub>2</sub>, vil det være meget vanskeligt at træffe investeringsbeslutning om etablering af CO<sub>2</sub>-fangst.

Skal vi kunne leve op til Parisaftalens mål om at begrænse global opvarmning med maksimalt 1,5 grader, skal vi bruge alle mulige værktøjer – naturligvis afvejet efter den ressourceindsats, de måtte kræve.

Potentialet for reel reduktion med CO<sub>2</sub>-fangst er enormt. I klimaplanen for Energi og Industri fra juni 2020 nævnes et samlet, teknisk potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktion

i energisektoren på op til 9,9 millioner tons CO<sub>2</sub>e. Heraf stammer 0,9 mio. tons fra CO<sub>2</sub>-fangst (CCS), hvor der er afsat en CCS-pulje på 20 mia. fra 2024 og 20 år frem. Resten af det tekniske reduktionspotentiale er pt. ikke finansieret.

Alene i den danske affaldsenergisektor vurderer Dansk Affaldsforening, at potentialet for CO<sub>2</sub>-fangst frem mod 2030 er henvend 2 mio. tons CO<sub>2</sub>e. Dette omfatter både CO<sub>2</sub>-fangst fra fossile såvel som biogene affaldsfraktioner.

Det er nu dokumenteret, at CO<sub>2</sub>-fangst er en priseeffektiv måde at skabe reelle CO<sub>2</sub>-reduktioner på. Se blandt andet Klimarådets seneste rapport<sup>4</sup>, samt denne økonomiske analyse af CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergisektoren<sup>5</sup>.

Men der skal handles nu. Allervigtigst er, at staten går foran og udvikler de rammevilkår, som er altafgørende for, at de mange aktører går i nogenlunde samme takt med samme mål. Derfor skal den nationale strategi for CO<sub>2</sub>-fangst lægges frem nu.

Dette oplæg er tænkt som et indspil til de elementer, som strategien må indeholde, for at CO<sub>2</sub>-fangst bliver et væsentlig reduktionsbidrag.

Dansk Affaldsforening håber, at oplægget danner udgangspunkt for en fortsat god dialog med Klima- energi- og forsyningsministeriet om arbejdet med en national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst.

---

<sup>4</sup> Link til Klimarådets rapport: find titel, sidetal m.m..

<sup>5</sup> Link til Rambøll rapporten (dec. + nyt notat fra marts 2021)

## Fem anbefalinger

### 1. Udpeg konkrete lagringslokaliteter for indfanget CO<sub>2</sub> fra affaldsenergianlæg.

Der skal iværksættes en intensiveret forsknings- og udviklingsindsats, så de danske myndigheder kan anvise konkrete lagringsmuligheder for indfanget CO<sub>2</sub>, gerne senest fra 2025.

### 2. Etablér en offentlig infrastruktur for både lagring og transport af indfanget CO<sub>2</sub>.

Parallelt til udpegning til CO<sub>2</sub>-lagre anvises de konkrete faciliteter til transport af CO<sub>2</sub> (skib og/eller rørtransport).

Det er nødvendigt at skabe faciliteter for lagring og transport som et alment tilgængeligt, offentlige gode, der ikke kan monopoliseres. Etablering og drift af CO<sub>2</sub>-infrastruktur foreslås udbudt som en statslig koncession over anlæggets teknisk-økonomiske levetid, enten varetaget af en offentlig monopolreguleret virksomhed fx Energinet eller via en kommerciel virksomhed, der er under statslige styring. Det kan eventuelt tænkes sammen i tværregionale/tværnationale løsninger med Sverige og Baltikum.<sup>6</sup>

I sammenhæng med afklaring af det organisatoriske set-up gennemføres en konkret kortlægning af nødvendig infrastruktur (rør, opsamling, transport mv.) Staten garanterer omkostningsdækning for transport og lagring af indfanget CO<sub>2</sub>.

### 3. Støt / understøt igangsætning af strategisk klima- og energiplanlægning i områder med CO<sub>2</sub>-fangst fra affaldsenergianlæg med sigte på en samlet CO<sub>2</sub>-fangst kapacitet på 2 mio. tons CO<sub>2</sub>e frem mod 2030.

CO<sub>2</sub>-fangst fra affaldsenergianlæg bør kickstartes ved at igangsætte og understøtte de i dette notat nævnte strategiske klima- og energiprojekter. Derved kan der skabes sektorkobling til andre potentielle CO<sub>2</sub>-punktkilder og eventuelle muligheder for nyttiggørelse af CO<sub>2</sub> for at opnå flest mulige synergi- og skalagevinster med det samme.

I den strategiske klima- og energiplanlægning indgår analyser af sammenhængende værdier, hvor deltagerne afklarer deres rolle og vilkår i værdikæden, under forudsætning af de nødvendige statslige rammevilkår.

Det foreslås, at Klima-, energi- og Forsyningsministeriet / Energistyrelsen indgår som aktiv part i den nødvendige strategiske klima- og energiplanlægning.

---

<sup>6</sup> I samme ombæring kan man på nationalt hold også vurdere, om Danmark kun vil håndtere 'egen' national CO<sub>2</sub>, eller om vi kan stille lagringsfacilitet(er) til rådighed for andre lande. Fx kan det blive et oplagt marked for fangstaktører i Sverige, Finland og Baltikum, som har ingen eller meget begrænsede lagringsfaciliteter på eget territorium. Danmark er lige på vejen, når man sejler ud fra Østersøen, så det er oplagt.

#### 4. Skab de rette rammevilkår til at understøtte etablering af CO<sub>2</sub>-fangst på affaldsenergianlæg,

Rammevilkår kunne være:

- Tilskud (anlægs- samt driftstilskud)
- Afgiftslempelser
- Kvotekompensation

Side 4 af 21

---

Et anlægstilskud (op til 50%) fra staten estimeres til omkring **ca. 2,5 mia. kr.** for etablering af **2 mio. tons CO<sub>2</sub>e (fossilt og biogent) frem til 2030**, dog meget afhængig de faktiske skalaforhold og øvrige rammevilkår. Ved siden af anlægstilskud, kan der overvejes indført afgiftslempelse for affaldsvarmeafgiften, ophør af CO<sub>2</sub>-afgift samt ophør af krav om køb af CO<sub>2</sub>-kvoter<sup>7</sup> for indfanget CO<sub>2</sub>.

I den udstrækning, der kan søges anlægstilskud via europæiske støtteordninger, kunne den danske stats anlægstilskud tilpasses. Det vil være vigtigt, at Energi styrelsen hjælper anlæg med ansøgninger til de korrekte tilskudsorganisationer i sagen.

#### 5. Giv aftagere af fjernvarme fra CO<sub>2</sub>-fangst anlæg afgiftslempelser, som incitament til at indgå nye varmelieferingsaftaler.

Alle analyser viser, at CO<sub>2</sub>-fangst giver mulighed for ekstra fjernvarmeproduktion. Der er imidlertid knyttet en række tekniske vilkår for nyttiggørelsen, som påhviler aftagerne af den ekstra fjernvarme.

Det bør gennemføres analyse af det regulatoriske grundlag for at både affaldsenergianlæg og aftagere af affaldsenergi i fællesskab kan indgå i forpligtende samarbejder om nyttiggørelse af ekstra affaldsvarme fra CO<sub>2</sub>-fangst med gensidige fordele.

For at sikre at fjernvarmeselskaber vil aftage ekstra fjernvarme foreslås desuden gennemført en generel lempelse af affaldsvarmeafgiften (den del, der i dag påhviler fjernvarmekunden).

## Udfordringer i strategien

Etableringen af CO<sub>2</sub>-fangst kræver massive anlægsinvesteringer. De første anlæg til fangst af 0,5 mio. tons CO<sub>2</sub> koster herved 1,2-1,5 mia. kroner.

For at kunne foretage investeringer i den størrelsesorden, er det en forudsætning, at der er etableret sikker opkobling til nødvendig energiforsyning og

---

<sup>7</sup> Granskning af eksisterende rammevilkår og bud på evt. revision. Herunder ikke mindst relationen til ETS-systemet og opgørelsesmetoder (hvem får f.eks. CO<sub>2</sub>-gevinsten?). CO<sub>2</sub>-fangst må ikke belaste industriens konkurrenceevne i Danmark. Det kan fx ske via offentlige udbud à la vindmølleparker med subsidieret afregningspris, anlægstilskud eller bundfradrag som foreslået af Klimarådet(?).

infrastruktur, økonomisk grundlag, behov for statslig involvering samt mulighed for national og international støtte til forskning, etablering og drift.

Udviklingen af CO<sub>2</sub>-fangst skal ske i en sammenhængende og sektorintegreret løsning, der kobles mod flere energi- og forsyningssystemer som el, fjernvarme og andre forsyningsområder.

Side 5 af 21

Etablering og drift af anlæg til CO<sub>2</sub>-fangst er teknisk langt fremme, men fortsat forbundet med en økonomisk usikkerhed. Denne kan nedbringes for alle aktører med CO<sub>2</sub>-fangst, hvis staten sammen med offentlige og private tager styring af den del af værdikæden, som hedder transport, lagring og/eller nyttiggørelse af fanget CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>-fangst bør ske uden uheldig lækage, og uden at belaste den danske konkurrenceevne.

Derfor sendte repræsentanter fra den energiintensive industri og energiforsyningssektoren samt kommuner allerede for over 1 år siden<sup>8</sup> en henvendelse til regeringen om at indlede et tæt samarbejde med relevante partnere fra både forskningsverdenen, energisektoren og industrien, med sigte på at udarbejde en national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst.

Nu er der brug for, at regeringen fremskynder sit arbejde med den nationale strategi for CO<sub>2</sub>-fangst: Det haster, hvis CO<sub>2</sub>-fangst reelt skal kunne give sit bidrag inden 2030.

## Mål og Vision for CO<sub>2</sub>-fangst

### Vigtigheden af at sætte vision, mål og pejlemærker for CO<sub>2</sub>-fangst

Det er afgørende, at en national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst konkretiserer både **mission** og **vision** samt indeholder en **strategisk og taktisk** beskrivelse af, hvilke mål og sigtepunkter, som skal nås på kort og lang sigt.

Dansk Affaldsforening anbefaler, at strategien tager højde for følgende, når mål og sigtepunkter skal formuleres.

#### Mål og sigtepunkter

- Regeringens Klimaprograms mål for hvor meget CO<sub>2</sub>-fangst kan bidrage med for at nå 70% reduktionsmålet for den danske CO<sub>2</sub>-udledning i 2030, herunder mål for negative CO<sub>2</sub>-reduktioner, og hvor der bør etableres CO<sub>2</sub>-fangst-anlæg.
- Regeringens klimaprograms mål for, hvor meget CO<sub>2</sub>-fangst kan bidrag med frem mod 2050, herunder mål for negative CO<sub>2</sub>-reduktioner, og hvor der bør etableres CO<sub>2</sub>-fangst-anlæg.
- Der må desuden sættes mål for, hvor stor en andel af indvundet CO<sub>2</sub>-fangst, som planlægges nyttiggjort i andre værdikæder i energi- og transportsektoren.
- Overvågning og opfølgning på målopfølgningen.

<sup>8</sup> <https://www.ft.dk/samling/20191/almdel/kef/bilag/151/2130512.pdf>

Det er desuden vigtigt, at den nationale strategi også indeholder beskrivelse af virkemidler og bæredygtighedskriterier til at overvåge og monitorere målopfyldelsen.

Side 6 af 21

---

## Økonomien i CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergi-sektoren

### 1. Økonomien i CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergi-sektoren samt transport og lagring

I den netop offentliggjorte rapport "CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergi-sektoren" fra Dansk Affaldsforening er der gennemført økonomiske beregninger af økonomien i CO<sub>2</sub>-fangst.

CO<sub>2</sub>-fangst fra affaldsenergi er set med klimækonomiske briller attraktivt i forhold til andre reduktionstiltag – men for de enkelte anlæg er der stadig tale om store investeringer og omkostninger.

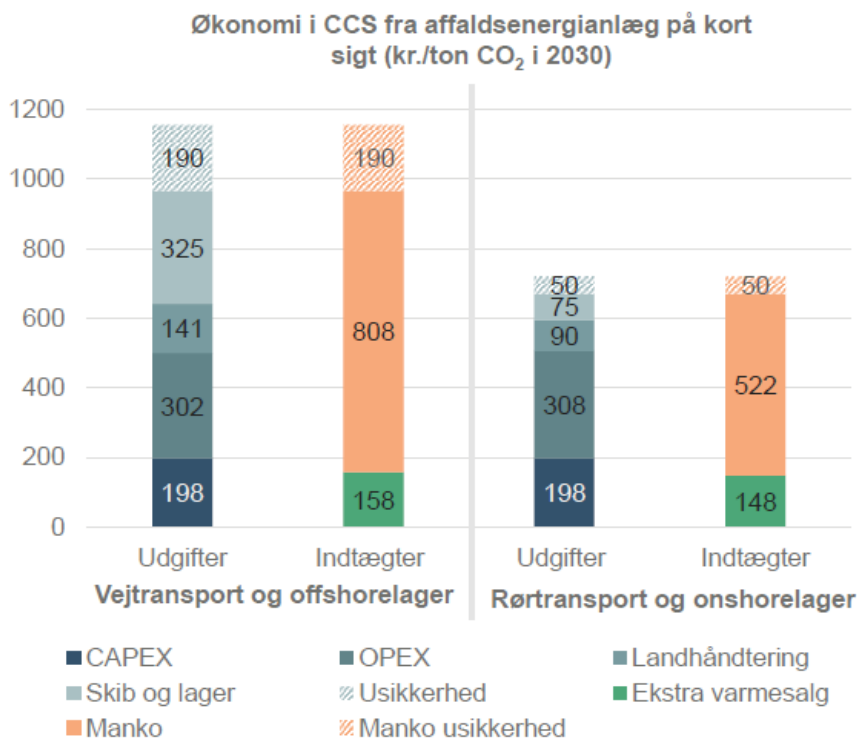
Særligt skibstransport og afsætning til off-shore-lagring er omkostningstungt – om end rørtransport også kræver en del etableringsudgifter. Den ekstra indtægt fra salg af varme kan dække nogle af omkostningerne ved at indfange og afsætte CO<sub>2</sub><sup>9</sup>, men langt fra alle. Desuden indebærer CO<sub>2</sub>-fangst et mindsket salg af elektricitet.

Resultaterne af de økonomiske analyser af CO<sub>2</sub>-fangst<sup>10</sup> på kort og langt sigt kan sammenfattes sådan:

---

<sup>9</sup> De gennemførte beregninger er dog gennemført uden hensyn til reduceret kvoter og afgifter. Der er størst sikkerhed omkring økonomidata for etablering og drift af selve CO<sub>2</sub>-fangstanlæg på affaldsenergianlæg, mens data for økonomien i henholdsvis transport og lagring af CO<sub>2</sub> er afdækket ved en større dataindsamling og søgt verificeret fra en række, relevante kilder. Men især vurderinger af omkostninger ved lagring kan formentlig vise sig mere usikker end estimeret i datagrundlaget fra efteråret 2020

<sup>10</sup> Der henvises til Rambøll notat af 4. marts 2021, vedlagt som bilag1.



Side 7 af 21

Kilde: Rambøll for Dansk Afføldsforening

Som det kan aflæses af diagrammet, er økonomien i CO<sub>2</sub>-fangst fra affaldsenergianlæg frem mod 2030 (altså på kort sigt) i høj grad påvirket af om CO<sub>2</sub>-lagringen sker on-shore (på land eller kystnært) eller off-shore (i undergrunden på søterritoriet).

Det vil være en stor hjælp for implementeringen af CO<sub>2</sub>-fangst på affaldsenergianlæg, hvis staten overtager ansvaret for etablering og drift af transport og lagring. Derved vil affaldsenergianlæggene skulle betale en afgift pr. ton CO<sub>2</sub> transporteret til lagring og/eller for eventuel nyttiggørelse af indfanget CO<sub>2</sub>.

Afhængig af lagringsmulighederne har det også store økonomiske konsekvenser for transportomkostninger, om det kan ske via rørforbindelse eller via specialskibe.

Det skal pointeres, at omkostninger er noget højere for de allerførste danske anlæg (first movers) end vist i diagrammet ovenfor. Resultaterne af den økonomiske analyse er nærmere gennemgået i vedhæftede bilag 1.

## 2. Økonomien i CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergisektoren, vurderet på kort (frem mod 2030) og lang sigt (2030-2050)

Som det er bemærket ovenfor, er omkostninger til transport og lagring af CO<sub>2</sub> meget afhængig af, hvor der fysisk etableres muligheder for lagring af CO<sub>2</sub>. Nedenstående figur viser den forventede økonomi på kort sigt mod 2030 og på længere sigt fra 2030-2050.

Side 8 af 21

## Attraktiv økonomi ved CO<sub>2</sub>-fangst

### Pris på kort sigt



CO<sub>2</sub>-fangst:  
**345 kr/ton CO<sub>2</sub>**



Transport og  
kystnær lagring:  
**250 kr/ton CO<sub>2</sub>**



Transport og  
lagring under havet:  
**475-815 kr/ton CO<sub>2</sub>**

Samlet pris pr. ton CO<sub>2</sub> frem mod 2030:

**595 – 1.160 kr.**

### Pris på lang sigt



CO<sub>2</sub>-fangst:  
**305 kr/ton CO<sub>2</sub>**



Transport og  
kystnær lagring:  
**105 kr/ton CO<sub>2</sub>**



Transport og  
lagring under havet:  
**445-630 kr/ton CO<sub>2</sub>**

Samlet pris pr. ton CO<sub>2</sub> frem mod 2050:

**410 – 935 kr.**

Det ses, at omkostninger ved CO<sub>2</sub>-fangst i selve affaldsenergisektoren er beregnet til omkring **345 kroner pr. indfanget tons CO<sub>2</sub> frem med 2030**, som kan nedbringes til omkring **305 kroner pr. tons CO<sub>2</sub> frem mod 2050**.

Forskellen i omkostninger på hhv. kystnært versus off-shore lagring er således på mere end 500 kroner pr. ton indfanget CO<sub>2</sub> med dagens forudsætninger.

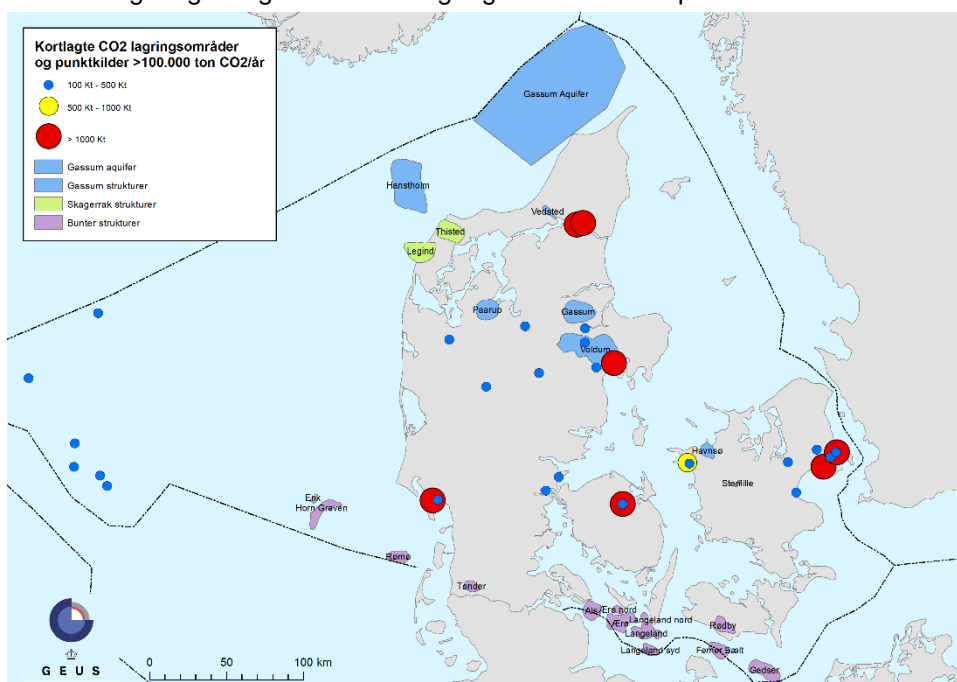


Omkostninger ved CO<sub>2</sub>-fangst, transport og lagring er attraktive sammenlignet med de alternative omkostninger, der ellers vil være nødvendige for at nå 70% reduktionsmålet i 2030. Her henvises til afsnittet herom nedenfor.

Side 9 af 21

### 3. De igangværende CO<sub>2</sub>-fangstaktiviteter og aktører i affaldsenergiesektoren

GEUS har i løbet af 2020 gennemført indledende screeninger af potentielle kilder til CO<sub>2</sub>-fangst og mulighederne for lagring som illustreret på nedenstående kort<sup>11</sup>.



Som det fremgår, findes der en række CO<sub>2</sub>-punktkilder på mere end 100.000 tons CO<sub>2</sub> pr. år. Men der findes også punktkilder med lavere CO<sub>2</sub>-udledning, der kan være relevante, når 2030 og 2050 målene skal nås.

Punktkilderne på kortet ovenfor består blandt andet af flere affaldsenergianlæg. Nedenfor følger en beskrivelse af de enkelte anlæg og deres arbejde med CO<sub>2</sub>-fangst.

## CO<sub>2</sub>-fangst aktiviteter på danske affaldsenergianlæg

### ARC (Affaldskraftvarmeværket – Amager Bakke)

<sup>11</sup> [CO<sub>2</sub>-lagring \(1, 2020\) by GEUS - Issuu](#)

ARC startede sit CO<sub>2</sub>-fangstprojekti 2018, og den første konsulentrapport forelå i foråret 2019. Denne rapport blev udarbejdet i samarbejde med Københavns Kommune, og projektet blev en del af kommunens plan for at blive CO<sub>2</sub>-neutral i 2025. 2025 er stadig målet for, hvornår ARC ønsker at fange det første CO<sub>2</sub>, mens planen på længere sigt er at fange ca. 500.000 tons CO<sub>2</sub> pr. år.

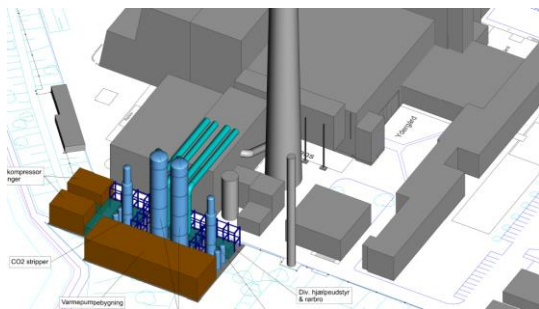
Side 10 af 21

ARC ser helt klart en stor skalaeffekt ved samarbejde og koordinering mellem de store CO<sub>2</sub>-udledere i det storkøbenhavnske område, da man vil kunne deles om infrastruktur til transport og lagring af den fangede CO<sub>2</sub>. Dette vil kunne bringe omkostningerne til CO<sub>2</sub>-fangsten ned til gavn for den grønne omstilling.

### Vestforbrænding (Afføldskraftvarmeværket i Glostrup)

Vestforbrænding har arbejdet med CO<sub>2</sub>-fangst gennem nogle år og er ved at afklare, hvilke muligheder og bindinger, et CO<sub>2</sub>-fangstanlæg vil give på afføldsenergianlægget og driften.

Undersøgelsen baserer sig på de kendte fangstteknologier, men der holdes øje med udviklinger, der kan forbedre eller billiggøre anlægget. Vestforbrændings afføldsenergianlæg har en CO<sub>2</sub>-emission på over 530.000 tons/år, hvoraf under 190.000 tons/år er fossil. Der forventes en fangstrate på mindst 85%, dvs. over 450.000 tons/år. Herunder ses et tentativt anlægsdesign, baseret på et skitseprojekt for installation af et CO<sub>2</sub>-fangst anlæg på Vestforbrænding:



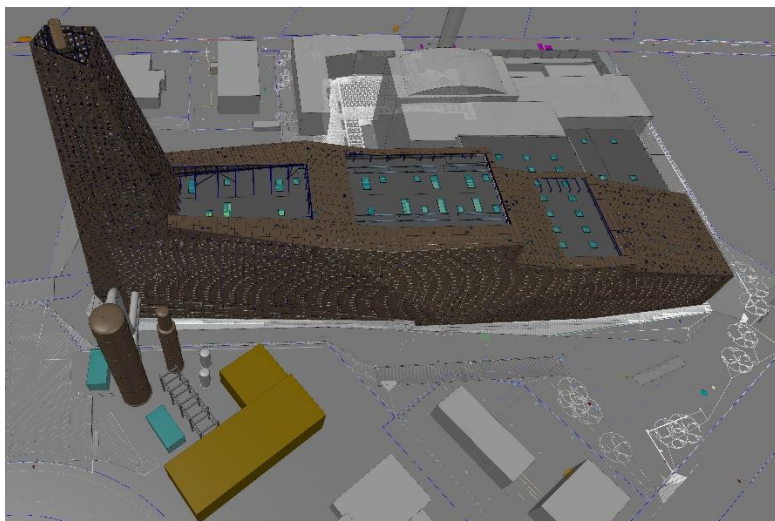
Der er mulighed for store synergier i samarbejde med andre afføldsforbrændingsanlæg i København om f.eks. infrastruktur. Det er ligeledes muligt at inddrage forskellige biomasseværker på hele Sjælland i samarbejdet for at opnå yderligere stordriftsfordele. Hvis det bliver relevant i fremtiden, kan samarbejdet også udstrækkes til industrivirksomheder med gasfyrede kedler.

### ARGO (Afføldskraftvarmeværket i Roskilde)

ARGO har arbejdet med CO<sub>2</sub>-fangst siden et bestyrelsesseminar i december 2019.

I november 2020 blev der officielt igangsat et projektforslag, som skal afdække muligheder og bindinger for CO<sub>2</sub>-fangst på de to ovne, der udgør ARGO's affaldsenergianlæg. Undersøgelsen baserer sig på de kendte fangstteknologier, men der holdes øje med udviklinger, der kan forbedre eller billiggøre anlægget. Et første projektlayout er illustreret her:

Side 11 af 21



ARGO's affaldsenergianlæg har en samlet CO<sub>2</sub>-emission på over 350.000 tons/år, hvoraf under 160.000 tons/år er fossilt. Projektforslaget forventes færdigt i maj 2021.

I juni 2021 vil ARGO's bestyrelse besøge det eneste CO<sub>2</sub>-fangst anlæg på et affaldsenergianlæg, som ligger i Holland. Når nødvendige rammevilkår er på plads, forventer ARGO at kunne implementere CO<sub>2</sub>-fangst i løbet af cirka 3 år og sandsynligvis inden 2030.

Der er mulighed for store synergier i samarbejde med andre affaldsforbrændingsanlæg i København om f.eks. infrastruktur. Det er ligeledes muligt at inddrage forskellige biomasseværker på hele Sjælland i samarbejdet for at opnå yderligere stordriftsfordele. ARGO er en del af Symbiosen i Kalundborg som også vurderer CO<sub>2</sub>-fangst.

### **Energist – (Affaldskraftvarmeverkerne i Esbjerg og Kolding)**

Energist har fået udarbejdet et pre-feasibility studie, der beskriver potentialet for etablering af et CO<sub>2</sub>-fangst på anlægget i Esbjerg. Projektet beskriver i detaljer hvilke muligheder, Energist har ved etablering af et CO<sub>2</sub>-fangst baseret på aminskubber.

På det økonomiske område er der taget udgangspunkt i den afgiftsstruktur, vi har i dag. Dog er udgiften til køb af CO<sub>2</sub>-kvoter ikke medtaget, da Energist forventer, at denne udgift forsvinder, når der skal driftes et CC-anlæg, som fjerner CO<sub>2</sub> fra røggassen.

Studiet omfatter beregninger på forskellige tekniske muligheder, idet fjernvarmens returtemperatur i Esbjerg er så kold, som den er.

Projektet viser, at det er muligt at genindvinde al varmen, som bruges i processen, uden at der skal bruges varmepumper. Dermed bliver el-tabet meget lille ved driften af CO<sub>2</sub>-fangs-anlægget i Esbjerg, og man vil samtidig ikke have en relativ stor udgift til investeringen i varmepumper.

Side 12 af 21

---

### **Fangst og lagring (CCS)**

Energist Esbjerg ligger meget tæt på havnen i Esbjerg (ca. 2 km i luftlinje til Østhavnen og 3 km via vej til havneområdet), hvilket giver meget kort transporttid til udskibningsmuligheder. Esbjerg Havn har overfor Energist givet udtryk for, at de ser det som en ligetil opgave for dem at transportere CO<sub>2</sub> til havs, hvis det bliver den løsning, der bliver valgt nationalt til opbevaring af CO<sub>2</sub>.

Endvidere synes der at være et stort potentiale i at etablere effektiv udskibning fra Esbjerg Havn og forbinde kulstofklynger fra Esbjerg og Trekantområdet via rørføring. Hvis der er stor tilslutning kan transportomkostninger bringes meget langt ned, og der kan gøres brug af storskalafordele i forhold til en lang række faciliteter så som havn, skibe, tankbatterier, kompressor anlæg mm.

### **Fangst og nyttiggørelse (CCU)**

Esbjerg ligger med sin placering som et hotspot-område også på højspændings-siden, og der er derfor rigtig gode muligheder for at nyttiggøre den indfangede CO<sub>2</sub> til forskellige produkter. Det er Energists indtryk, at der er firmaer i og omkring Esbjerg, der er meget interesseret i disse projekter.

Energists affaldsenergianlæg indgår i et partnerskab bestående af en række store energivirksomheder, samt syv kommuner i Trekantområdet, der har til formål at arbejde for at få etableret Power-to-X produktionsanlæg i industriel skala i Trekantområdet. Energist vurderer et stort behov for, at rammerne for CO<sub>2</sub>-fangst, lagring og nyttiggørelse bliver klarlagt i en sådan grad, at man tør investere i disse anlægstyper.

## **Reno-Nord (Affaldskraftvarmeværket i Aalborg)**

Reno-Nord startede et analysearbejde om CO<sub>2</sub>-fangst i slutningen af november 2020 med indledende drøftelser om en EUDP-ansøgning, der skal understøtte Reno-Nords analysearbejde. I løbet af marts 2021 har man igangsat en indledende forundersøgelse, der belyser teknik, fysiske forhold, energimæssige konsekvenser for anlægget samt økonomien ved etablering af CO<sub>2</sub>-fangst på Reno-Nords affaldsenergianlæg. Efter planen skal der i løbet af juli og august 2021 præsenteres en afklaring af, om der er potentiale for at etablere CO<sub>2</sub>-fangst-anlægget. På samme tidspunkt vil der politisk skulle tages en go/no go-beslutning.

Reno-Nord arbejder med flere scenarier i forhold til CO<sub>2</sub>-reduktionsbidraget, men hele projektet er tænkt som et modulopbygget anlæg, der kan skaleres i takt med udviklingen inden for afsætningsmuligheder (både lagring og udnyttelse). I Reno-Nords for-projekt kigges der på flere scenarier:

- Fangst af CO<sub>2</sub> svarende til den fossile udledning på ovnlinje 4 (ca. 72.000 tons CO<sub>2</sub>).
- Fangst af 90% af den samlede CO<sub>2</sub>-udledning på ovnlinje 4 (ca. 168.000 tons CO<sub>2</sub>).
- Fangst afhængig af modulstørrelse på amin-fangstanlæg.

Side 13 af 21

I takt med fastlæggelse af rammevilkår, udbygning af logistik og afsætningsmuligheder vurderer Reno-Nord, at man kan reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med ca. 168.000 tons i 2030.

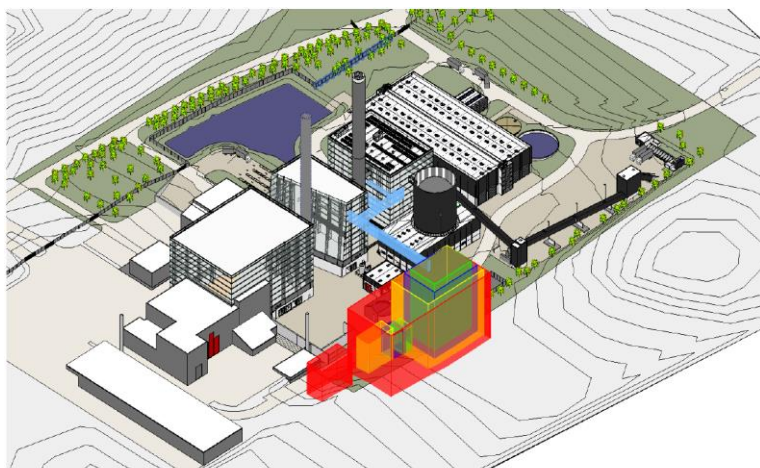
Reno-Nord er af den overbevisning, at der kan etableres et CO<sub>2</sub>-fangst anlæg på I/S Reno-Nords energianlæg inden for en overskuelig årrække, såfremt muligheder for afsætning af CO<sub>2</sub> er til stede.

Et lokalt samarbejde om CO<sub>2</sub>-fangst eller CO<sub>2</sub>-nyttiggørelse vil helt klart give synergieffekter specielt samarbejde med en virksomhed som Aalborg Portland, og øvrige virksomheder i Aalborg-området, der arbejder med Power-to-X.

### AffaldVarmeAarhus

Forprojekt for CO<sub>2</sub>-fangst i Aarhus er udarbejdet ultimo 2020 af COWI for AffaldVarme Aarhus. Der er undersøgt fire niveauer af CO<sub>2</sub>-fangst og forprojektet klarlægger, at det er teknisk og fysisk muligt at fange op til 495.000 tons CO<sub>2</sub> på anlæggene i Lisbjerg, både fra afføldsforbrænding og biomasse. Se nedenstående visualisering for niveauer i anlægsstørrelse.

En fuldskala CO<sub>2</sub>-fangst-løsning i Lisbjerg udgør et stort fysisk anlæg. Forud for etablering og idriftsættelse af selve CO<sub>2</sub>-fangst-anlægget er der en række faser, som skal gennemføres: Projektering, udbud, lokalplan, VVM, miljøgodkendelse, byggefase samt indkøring. Derudover skal der etableres en teknisk og økonomisk realiserbar løsning for transport og lagring (eller udnyttelse) af CO<sub>2</sub>.



AffaldVarme Aarhus forventer væsentlige synergieffekter ved et lokalt samarbejde om CO<sub>2</sub>-fangst eller CO<sub>2</sub>-nyttiggørelse. Beregninger viser tydeligt, at skalering reducerer CO<sub>2</sub>-fangst-prisen.

Det samme vurderes gældende ift. transport, lagring m.v. Der er mulighed for koblinger ift. kommende Energiparker i Aarhus – hvor der vil kunne fanges CO<sub>2</sub> i både Lisbjerg og Studstrup. CO<sub>2</sub>-fangstanlæggene i Energiparker vil kunne kobles med andre storskala energianlæg, anden sektorkobling og produktionsanlæg.

Side 14 af 21

---

### Fjernvarme Fyn (kraftvarmeværk i Odense)

Fjernvarme Fyn har i samarbejde med Nature Energy, SDU og NIRAS analyseret mulighederne for at placere et Power-to-X-anlæg i forbindelse med Fjernvarme Fyns kraftværksgrund i Odense.

Rapporten, som blev afrapporteret af NIRAS i december 2020, viser, at der er en række fordele ved en samplacering af et PTX-anlæg med fjernvarmen, herunder bl.a.:

- Fjernvarme Fyn kan indarbejde overskudsvarme fra et PTX-anlæg på linje med andre overskudsvarmekontrakter som fx Facebooks datacenter
- Salg af overskudsvarme vil øge PTX-anlæggets EBITDA betragteligt
- Direkte adgang til CO<sub>2</sub>-kilder fra værket og opland af biogasanlæg
- Opsamling af CO<sub>2</sub> fra affald til genanvendelse i plast kan lukke det fossile kredsløb for den del af affaldet, der ikke kan sorteres men energianvendes
- Samarbejde med et fjernvarmeselskab med bred forankring i værdikæden
- Frigjorte arealer til nye anlæg efter udfasning af kul i 2022
- Adgang til nødvendig logistik herunder havn og motorvej
- Synergier på el- og varmesiden

Fjernvarme Fyn er i færd med en omfattende kuludfasningsplan, som medfører høj grad af elektrificering de kommende år, etablering af store energilagre, en ny biokedel og en gaskonvertering af den eksisterende kulblok. Efter planen skal der de kommende år findes nye løsninger, som kan erstatte gasfyring senest 2030.

Som en del af PTX-analysen har Fjernvarme Fyn indledt dialog med en række aktører, herunder leverandører og potentielle investorer inden for PTX, og afventer nu klare rammebetingelser og udbud for at kunne planlægge de videre skridt.

### NORFORS (Affaldskraftvarmeanlæg i Hørsholm)

Norfors har arbejdet med CO<sub>2</sub>-fangst på Usseødværkets to affaldsfyrede ovnlinjer siden 2020, hvor et kortlægningsprojekt blev gennemført og præsenteret for bestyrelsen i december 2020. I undersøgelsen indgår veletablerede teknologier og teknologier under udvikling. Teknologiernes modenhed, egnethed til indpasning i Norfors energisystem (produktion og afsætning af fjernvarme og el), de

fysiske forhold til etablering af udstyr og de faktiske rammer samt afsætningsmuligheder og økonomi har indgået i analysearbejdet.

Norfors har belyst følgende teknologier til indfangning af CO<sub>2</sub>: aminprocesser, enzymbaserede processer og membran-separationsteknologier.

Side 15 af 21

Den årlige udledning fra Usseødværket er ca. 150.000 ton CO<sub>2</sub>, hvoraf 30% eller mere er af fossil oprindelse. Norfors har belyst mulighed for at opsamle 90% af den totale udledning, der vil føre til en årlig reduktion på 135.000 CO<sub>2</sub>, hvoraf ca. kun 50.000 ton er fossil. I projektet har afsætningsmuligheder været undersøgt, og der er pt. størst tillid til en geologisk lagring i off-shore depoter. Adgang til disse lagre (logistik) er af afgørende betydning for videre aktiviteter, da det vurderes ganske svært at finde anden anvendelse.

Norfors har for nuværende ikke udarbejdet konkret plan for etablering og idriftsættelse af anlæg til CO<sub>2</sub>-fangst, men følger nøje med forudsætning for rentabel drift af anlægget, herunder udvikling i rammevilkår, logistik omkring lagring samt prissætning.

### AffaldPlus (Affaldskraftvarmeanlæg i Næstved)

Et forprojekt for CO<sub>2</sub>-fangst hos AffaldPlus i Næstved bliver udarbejdet 2021 af Rambøll.

CO<sub>2</sub>-fangst er fysisk og teknisk muligt. Men der er behov for rammebetingelser som muliggør realisering, primært ift. transport, lagring og/eller udnyttelse. Det vurderes at tage minimum 5 år fra beslutning om investering til idriftsættelse.

## AFFALDSENERGIEN OG SAMMENHÆNGENDE FJERNVARMENET

Affaldsenergianlæg leverede i 2017 mere end 25% af den samlede danske fjernvarmeforsyning, og mellem 4-5% af den samlede elforsyning<sup>12</sup>.

Langt den største fjernvarmeforsyning med affaldsvarme sker i de største danske byer, hvor der findes et veludbygget fjernvarmedistributionsnet. Generelt leverer de danske affaldsenergianlæg grundlasten i fjernvarmeforsyningen, det vil sige, at anlæggene er i døgndrift året rundt.

De senere år har flere affaldsenergianlæg installeret røggaskondensering, så de energiudnytter den sidste rest af varmeenergien, der ellers ville blive kølet væk via fx skorsten. Det har øget energieffektiviteten og faktisk også skabt røggasforhold, som er mere gunstige i forhold til en efterfølgende installation af CO<sub>2</sub>-fangst-anlæg.

<sup>12</sup> Det henvises til de årlige BEATE benchmarking-rapporter på forbrændingsområdet, som Energistyrelsen oversender til Folketinget, senest rapport for år 2017.

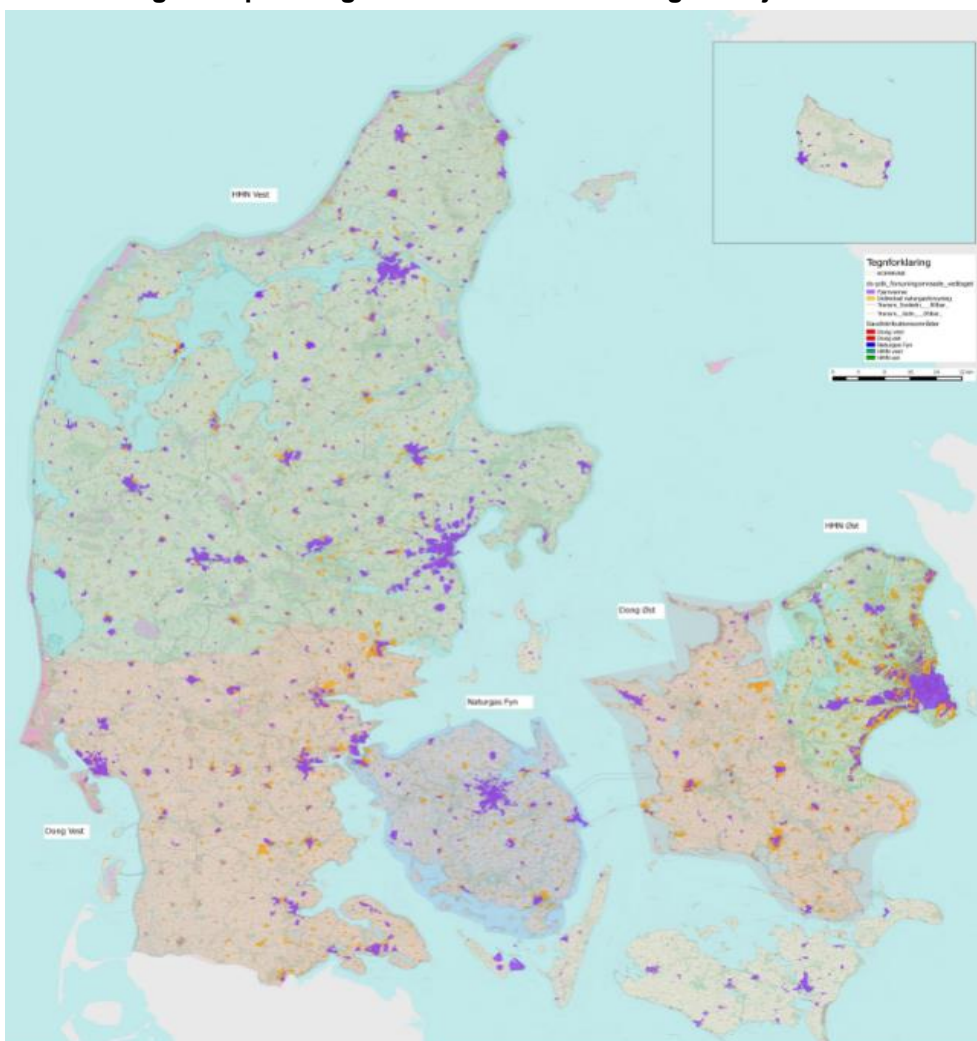
CO<sub>2</sub>-fangst-anlæg anvender en række energiinput særligt i form af damp. En genvinding af energistrømmene fra CO<sub>2</sub>-fangstanlægget i form af fjernvarme forudsætter brug af varmepumper til en betydelig større fjernvarmeproduktion. Anlæg med CO<sub>2</sub>-fangst vil i høj grad kunne anvende afføldsenergianlæggets egen produktion af elektricitet til drift af disse varmepumper.

Side 16 af 21

Nedenfor vises et kort over det danske fjernvarme-distributionsnet. Det ses tydeligt, at fjernvarmenettene er udbygget massivt rundt omkring de største danske byer. Det er derfor også de mest oplagte steder at placere CO<sub>2</sub>-fangst anlæg, fordi der her vil kunne gives størst sikkerhed for afsætning af forøget fjernvarmeproduktion.

Priser og leveringsbetingelser for afsætning af den forøgede fjernvarmeproduktion ved CO<sub>2</sub>-fangst på afføldsenergianlæg skal derfor også afklares, både i forhold til de gældende lovgivninger og i forhold til lokale aftaler.

### Afføldsenergiens opkoblinger til større sammenhængende fjernvarmenet.





Som det kan ses af kortet ovenfor, er der et betydeligt overlap mellem den fysiske lokalisering af affaldsenergianlæggene og deres levering af affaldsvarme til større sammenhængende regionale fjernvarmetransmissions og -distributionsnet.

Side 17 af 21

---

Aktuelt er der – som gennemgået i dette notat – konkrete undersøgelser i gang for etablering af CO<sub>2</sub>-fangstanlæg i Hovedstadsregionen (ARC, Vestforbrænding, Argo og Norfors), Aarhus (Affaldvarme Aarhus), Aalborg (Reno-Nord), Odense (Fjernvarme Fyn), Esbjerg/Trekantområdet (Energinet) samt i Næstved (Affald-Plus).

## Dialog om vilkår for CO<sub>2</sub>-fangst

Der er brug for, at der fra politisk side træffes beslutninger om en række forhold, såfremt CO<sub>2</sub>-fangst på affaldsenergianlæg skal kunne realiseres – særligt i den nødvendige skala inden 2030. I følgende afsnit har vi oplistet de vigtigste spørgsmål, som en national strategi for CO<sub>2</sub>-fangst bør svare på.

### Hvem tager imod CO<sub>2</sub>'en og sikrer infrastruktur til transport og lagring?

Affaldsenergianlæggene kan fange CO<sub>2</sub>'en, men derfra skal der etableres infrastruktur til at modtage og lagre den. Rambøll peger i deres seneste rapport på, at det er økonomisk mest attraktivt at samle flere aktører omkring fælles løsninger, hvor den indfangede CO<sub>2</sub> bl.a. transporteres med fælles rør.

En mulig løsning er, at staten påtager sig ansvaret for etableringen af den nødvendige infrastruktur i form af transport-, komprimerings- og lagringsfaciliteter. Denne løsning ville svare til den rolle, som Energinet i dag indtager ift. transmission af el og gas. Anlægsjere kunne således være Energinet eller EVIDA, alt efter hvor stort et transportbehov, der vil blive tale om.

Der er tale om en "hønen og ægget-problematik", idet ingen anlæg vil kunne gå videre med etablering af CO<sub>2</sub>-fangst, før de har sikkerhed for den videre transport og lagring.

### Rammevilkår, der understøtter CO<sub>2</sub>-fangst

Der er – som også påpeget af de Økonomiske Vismænd<sup>13</sup> - brug for sikre rammevilkår for klimapolitikken i energisektoren, der gør det muligt at etablere og finansiere CO<sub>2</sub>-fangst.

---

<sup>13</sup> Dansk klimapolitik frem mod 2030, Sammenfatning og anbefalinger, I6, side 105-16, udgivet af De Økonomiske Råd, Marts 2021, se her [https://dors.dk/files/media/rapporter/2020/m20/diskussionsoplæg/diskussionsoplæg\\_oekonomi\\_og\\_miljoe\\_2020\\_web.pdf](https://dors.dk/files/media/rapporter/2020/m20/diskussionsoplæg/diskussionsoplæg_oekonomi_og_miljoe_2020_web.pdf)

Afføldsenergianlæggernes afgiftsniveau på CO<sub>2</sub> består i dag af en CO<sub>2</sub>-afgift og et køb af CO<sub>2</sub>-kvoter på i omegnen af 300 kr./ton fossil CO<sub>2</sub><sup>14</sup>. Omregnet til den samlede CO<sub>2</sub> mængde, svarer dette til ca. 150 kr./ton CO<sub>2</sub>. Det betyder, at de afgifter, der eventuelt kan spares ved CO<sub>2</sub>-fangst, ikke er tilstrækkeligt til at dække de vurderede omkostninger ved at etablere og sætte CO<sub>2</sub>-fangst på anlæggene.

Side 18 af 21

Hvis der træffes politisk beslutning om en forhøjelse af CO<sub>2</sub>-afgiften, bør der samtidig træffes beslutning om økonomisk kompensation per indfanget ton CO<sub>2</sub> mv. Der bør tages politisk stilling til, hvordan man vil værdiansætte indfanget biogene CO<sub>2</sub>, som i dag er karakteriseret som CO<sub>2</sub>-neutral. De økonomiske vismænd lagde i deres rapport for ganske nylig en model frem, hvor man modtager betaling for den biogene CO<sub>2</sub>. Man slipper således ikke blot for CO<sub>2</sub>-afgiften, men bliver direkte kompenseret for fangsten af CO<sub>2</sub>. Det er klart en mulighed, bør der arbejdes videre med.

I den forbindelse må der også tages hensyn til de forskellige udfaldsmuligheder for fremtidens regulering af afføldsenergisektoren, som beskrevet i "Klimaplan for grøn afføldssektor og cirkulær økonomi" og indførslen af ny økonomisk regulering af fjernvarmesektoren som beskrevet i "Klimaplan for Energi og Industri", hvor der også er flere udfaldsmuligheder. Begge dele har stor betydning for, hvordan finansieringen af CO<sub>2</sub>-fangt kan finde sted.

Samlet set er der behov for at sikre, at forskellige reguleringer på affølds- og varmesiden samt afgiftslovgivningen trækker i samme retning eller som minimum ikke ender med at spænde ben for etableringen af CO<sub>2</sub>-fangst.

### **Beslutninger om, hvorvidt CO<sub>2</sub>'en fra afføldsenergi skal indgå i PtX**

Lagring er én mulighed, men CO<sub>2</sub> fra afføldsenergianlæggene kan også nyttiggøres og bruges til andre formål.

Her er tale om CCU (Carbon Capture and Utilisation), som er en undergruppe til Power-to-X (P-t-X), hvor CO<sub>2</sub> sammen med eksempelvis el fra vindmøller bruges til at producere alternative brændsler til skibs- og flytransport. P-t-X er bl.a. koblet med de politiske ambitioner om havvindmølleparker i sammenhæng med såkaldte "energiøer"<sup>15</sup>.

Det er vigtigt, at der tages politiske beslutninger om, hvilke set up CO<sub>2</sub>-fangst fra afføldsenergi skal indgå i. Det er afgørende for, at der skabes sikkerhed for og sammenhæng i investeringerne, som er centrale for at opnå de mest effektive løsninger ift. økonomi og klima. Derfor bør en kommende national strategi belyse i hvilken grad man forestiller sig at arbejde med hhv. CCS og CCU.

<sup>14</sup> Afgiftssatser, prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter samt ikke mindst sammensætningen af restafføld til energiuudnyttelse (fossile versus biogene afføldstyper) ændrer sig over tid, hvorfor dette har stor betydning for de samlede omkostninger. Derfor er de nævnte tal alene et samlet overslag efter 2020-forhold.

<sup>15</sup> Link til den politiske aftale PtX / energiøer: [Aftaletekst - Energiøer - Ejerskab og konstruktion af energiøer mv.pdf \(kefm.dk\)](#)

## En ny erhvervsmæssig styrkeposition for Danmark?

Udvikling af CO<sub>2</sub>-fangst-løsninger og systemintegration kan blive en erhvervsmulighed i form af ny teknologi og arbejdspladser. Nogle af verdens største lande som Kina og Japan har sat sejl mod at blive CO<sub>2</sub>-neutrale og størstedelen af verden leder efter løsninger – også til den sidste CO<sub>2</sub>, som er svær at fjerne. CCS(U)-sektoren forventes på verdensplan at vokse fra 1,6 mia. dollars i år til 3,5 mia. dollars i 2025.

Side 19 af 21

---

Danmark er i forvejen førende på affaldsenergi-området. At udvikle CO<sub>2</sub>-fangst og gå vejen mod en CO<sub>2</sub>-neutral sektor kan udgøre et vigtigt afsæt for systemeksport og nye rådgivningsydelse, der kan skabe højteknologiske arbejdspladser med stor værdi for Danmark.

Der er endnu ikke udført danske analyser af de beskæftigelsesmæssige effekter af etablering og drift af anlæg for CO<sub>2</sub>-fangst, lagring og/eller nyttiggørelse. Imidlertid er der i Norge gennemført omfattende studier (link: [Sammendrag: Industrielle muligheder og arbejdspladser ved storskala CO<sub>2</sub>-håndtering i Norge - SINTEF](#)), der viser, at der ved en forventet CO<sub>2</sub>-fangst på ca. 1,4 mio. tons kan opnås en styrkelse af den norske konkurrencekraft i 2050 med henved 80.000-90.000 arbejdspladser.

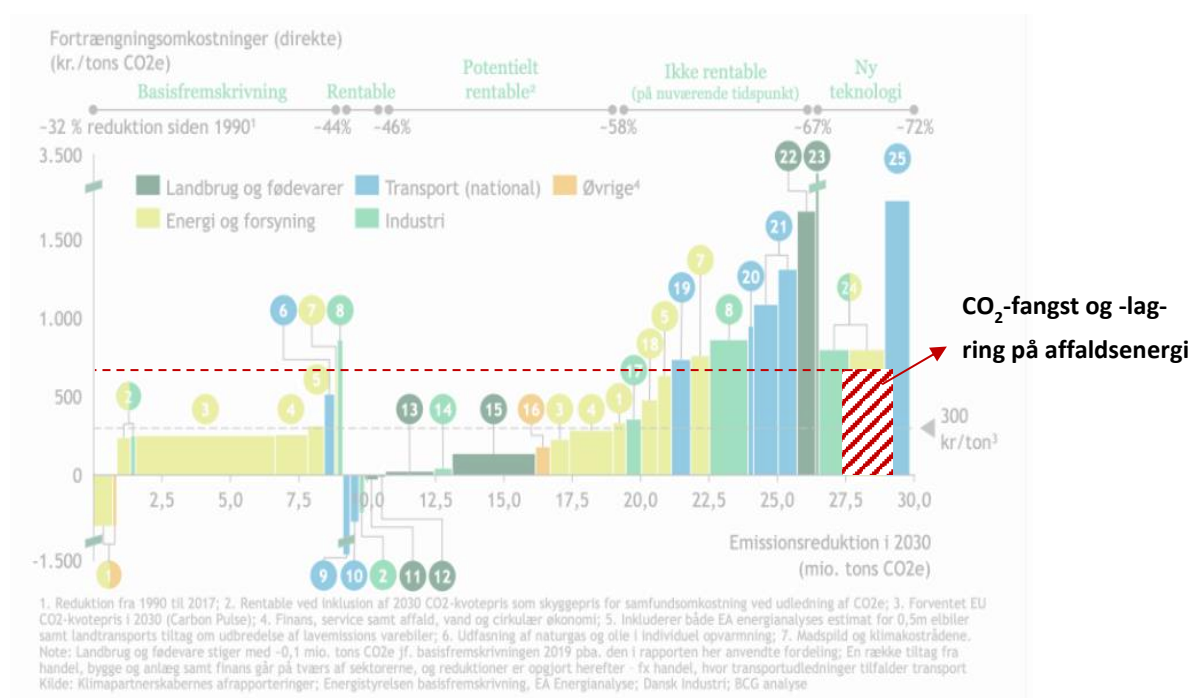
Omregnes der til danske forhold med en CO<sub>2</sub>-fangst fra affaldsenergisektoren på henved 2,0 mio. tons, er det således ikke usandsynligt, at dette vil kunne bidrage med henved 100.000 nye arbejdspladser.

CO<sub>2</sub>-fangst, lagring og nyttiggørelse er et nyt område, som endnu ikke er fuldt udviklet. Der bør derfor fortsat være et stærkt fokus fra politisk siden på forskning, udvikling og demonstration, herunder samarbejde mellem forskellige sektorer og viden-institutioner.

## CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergisektoren i forhold til andre tiltag

Side 20 af 21

Figuren nedenfor er udarbejdet af "Klimapartnerskabet for Energi" på basis af en lang række kilder, og indgår i deres partnerskabets afrapportering til Regeringen i 2020.



Givet, at der frem mod 2030 er fundet løsninger for såvel CO<sub>2</sub>-transport og lagring, vil CO<sub>2</sub>-fangst på affaldsenergianlæg kunne ske til meget attraktive omkostninger, når dette sammenlignes med hvad omkostninger er for alternative CO<sub>2</sub>-reduktionstiltag.

Hvis de nævnte resultater i diagrammet stadig står til troende, vil alene CO<sub>2</sub>-fangst fra danske affaldsenergianlæg med de rette vilkår kunne levere henved 2 mio. tons CO<sub>2</sub>-reduktion frem mod 2030 til en pris på omkring 600 kroner pr. tons CO<sub>2</sub>.

Hvis CO<sub>2</sub>-fangst fra affaldsenergi samtidig formår at trække CO<sub>2</sub>-fangst fra andre punktkilder med, kan potentialet vise sig meget stort. Alene i hovedstadsregionen har det såkaldte C4-samarbejde peget på et samlet potentiale på henved 3 mio. tons CO<sub>2</sub><sup>16</sup>.

Figuren viser også, at det er langt mere økonomisk attraktivt med CO<sub>2</sub>-fangst i affaldsenergisektoren end ved CO<sub>2</sub>-reduktioner i både landbrugs- og

<sup>16</sup> Henvisning til kilde her: [C4 Carbon Capture Cluster Copenhagen \(a-r-c.dk\)](https://www.c4carboncapture.com/)

transportsektoren, ligesom det formentlig også i en lang årrække er billigere end Power-to-X løsninger.