



Analyseforudsætninger til Energinet 2025 – CO₂-fangst (inkl. DAC)

Baggrundsnotat – (høringsudgave)

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
24-09-2025

J nr. 2025-3657

emrm/bge

Indholdsfortegnelse

1. Udviklingen frem mod 2050	2
1.1 Præsentation af AF25-forløbet frem mod 2050	2
1.2. Uddybning af AF25 forløbet og kvalificering ift. AF24	6
2. Metode og antagelser	6
2.1. Metode og antagelser til AF25 ift. CO ₂ -fangst-mængder	6
2.2 Ændringer ift. AF24	12
3. Usikkerheder og følsomhedsberegninger	12
4. Planlagt udvikling	13

Dette baggrundsnotat er en del af Analyseforudsætninger til Energinet 2025 (AF25). AF25 er et målopfyldelsesscenarie, hvilket vil sige, at AF25 grundforløbet som udgangspunkt er kompatibelt med opfyldelse af de politiske målsætninger og ambitioner på klima- og energiområdet. Det er dog ikke alle målsætninger og ambitioner på klima- og energiområdet, der direkte afspejles i AF25. Desuden specificeres konkrete virkemidler eller tiltag til at indfri de politiske målsætninger og ambitioner ikke.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



1. Udviklingen frem mod 2050

Frem mod 2050 kan CO₂-fangst – og efterfølgende lagring eller anvendelse af den indfangede CO₂ – spille en væsentlig rolle i at nedbringe udledningen af CO₂ til atmosfæren. Infrastruktur til transport og lagring eller anvendelse af CO₂ indgår på nuværende tidspunkt ikke i Analyseforudsætningerne, men da værdikæden for CO₂-fangst er forbundet med både elforbrug og produktion af overskudsvarme, er det relevant at tage højde for disse afledte systemeffekter i AF. Dette notat beskriver derfor håndteringen af CO₂-fangst i AF25.

Rationale for CO₂-fangst i AF

AF25 er et målopfyldelsesscenarie (jf. også AF25 Sammenfatningsnotatet). Opfyldelse af regeringens målsætninger om klimaneutralitet i 2045 og 110 pct. reduktion ift. 1990 i 2050 forudsættes i AF25 at kræve CO₂-fangst og lagring, givet at der fortsat vil være udledninger knyttet til bl.a. landbrugsproduktionen i perioden frem mod 2050. Derudover forudsættes der også være behov for CO₂-fangst til anvendelse i produktion af fx kulstofholdige e-brændstoffer, da det beregningsteknisk er antaget i AF25, at e-brændstoffer anvendt i Danmark er produceret i Danmark. CO₂-fangsten kan både ske ved fangst fra CO₂-punktkilder samt i form af DAC (Direct Air Capture). DAC indregnes igen i AF25.¹

I AF25 er behovet for CO₂-fangst fra punktkilder og DAC bestemt ud fra indfrielse af reduktionsmålsætningerne for 2045 og 2050. Dette er gjort på baggrund af en drivhusgasbalance opstillet med udgangspunkt i *Klimastatus og -fremskrivning 2025* (KF25). Ud over det direkte behov for CO₂ til lagring ifm. indfrielse af reduktionsmålsætninger, indregnes et afledt behov for CO₂ til produktion af e-brændstoffer også i AF25. Det er beregningsteknisk lagt til grund, at CCS, og herunder særligt DAC til CCS, anvendes i udbredt grad til at opnå reduktionsmålsætningerne i 2045 og 2050.

1.1 Præsentation af AF25-forløbet frem mod 2050

1.1.1 CO₂ fra punktkilder

Figur 1 viser hvor meget CO₂, der i AF25 forudsættes at blive fanget ved punktkilder frem mod 2050. Da energiforbruget forbundet med CO₂-fangst er sektorspecifikt, er det i AF25 nødvendigt at lave en beregningsteknisk sektorfordeling af fangstmængderne.

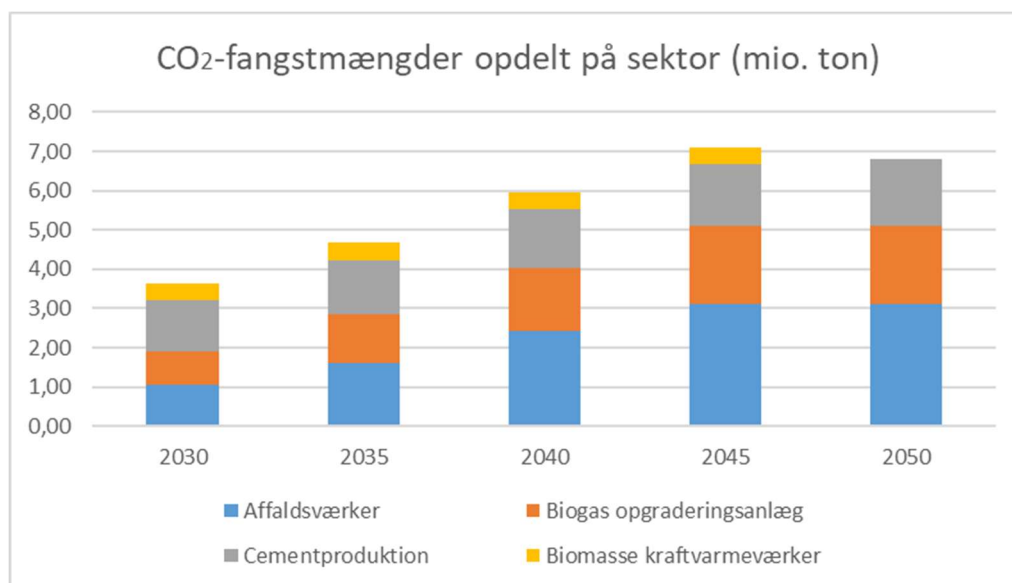
Fangstmængderne i 2045 og 2050 er baseret på punktkilde-udledninger i de pågældende sektorer i AF25. Fsva. 2030-fangstmængderne tages der udgangspunkt i dels KF25-vurderingen af CO₂-reduktionerne på baggrund af diverse puljer, dels udmeldinger om konkrete projekter, der bl.a. har modtaget

¹ DAC indgik ikke i AF24 (jf. AF24 baggrundsnotat om CO₂-fangst og AF24 Sammenfatningsnotatet), men indgik i foregående AF'ere (jf. <https://ens.dk/analyser-og-statistik/analyseforudsætninger-til-energinet>).



væsentlig EU støtte. Det bemærkes, at denne sektor-fordeling ikke afspejler forventninger til, hvem der vinder puljerne eller konkret etablering af fangstanlæg på de enkelte punktkilder, men alene er en beregningsteknisk fordeling for at kunne indregne et energiforbrug forbundet med CO₂-fangsten.

Mellem 2030 og 2045 fremskrives mængden af CO₂-fangst lineært.

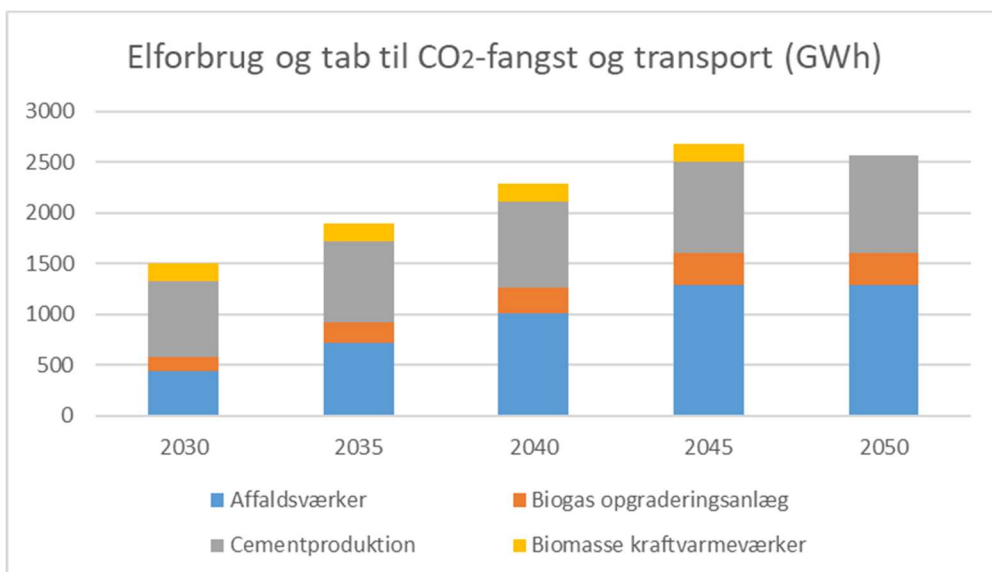


Figur 1: CO₂-fangst ved punktkilder, beregningsteknisk fordelt på sektor.

Note: CO₂-fangst fra biomasse kraftvarmeværker omfatter i AF25 CO₂-fangst fra CCUS-puljen, der blev udmøntet i 2023². I AF25 forløbet ophører denne CO₂-fangst i 2046, idet kontrakten udløber.

Figur 2 viser udviklingen i elforbruget og tabet til CO₂-fangst frem mod 2050 med udgangspunkt i de sektoropdelte fangstmængder under forudsætning af, at det antagne fangspotentiale på punktkilderne realiseres. Med eltab menes tabt elproduktion på baggrund af udtag af damp til fangstprocessen på kraftvarmeværker.

² <https://ens.dk/presse/udbudsrunde-paa-ccus-pulje-er-afgjort-energistyrelsen-tildeler-kontrakt-til-oersteds>



Figur 3: Elforbrug og tab til CO₂-fangst ved punktkilder.

Energiforbrug til CO₂-fangst og –transport i cementsektoren

For CO₂-fangst i cementsektoren antages på baggrund af offentlige udmeldinger at en kryogen fangstløsning installeres. Denne teknologi bruger elektricitet til at køle og separere CO₂'en fra røggassen. For denne teknologi antages det, at CO₂'en efter fangst er klargjort til transport, og derfor ikke kræver yderligere strøm.

Energiforbrug til CO₂-fangst på biomasse kraftvarmeværker og affaldsværker

Det største energiforbrug til *aminbaseret CO₂-fangst*, som er den teknologi der antages anvendt, er damp til at drive processen. For kraftvarmeværker er dette beregningsteknisk afspejlet som tabt elproduktion. Der produceres en væsentlig mængde overskudsvarme ifm. CO₂-fangsten. Denne overskudsvarme antages i AF25, at blive udnyttet i produktion af fjernvarme for kraftvarmeværker med CO₂-fangst.

Energiforbrug til CO₂-fangst på biogasopgraderingsanlæg

For biogasopgraderingsanlæg er der ikke et tilhørende energiforbrug til selve CO₂-fangsten, idet energiforbruget tilskrives opgraderingen af gassen. Der er dog fortsat et energiforbrug forbundet med den efterfølgende transport af CO₂'en.

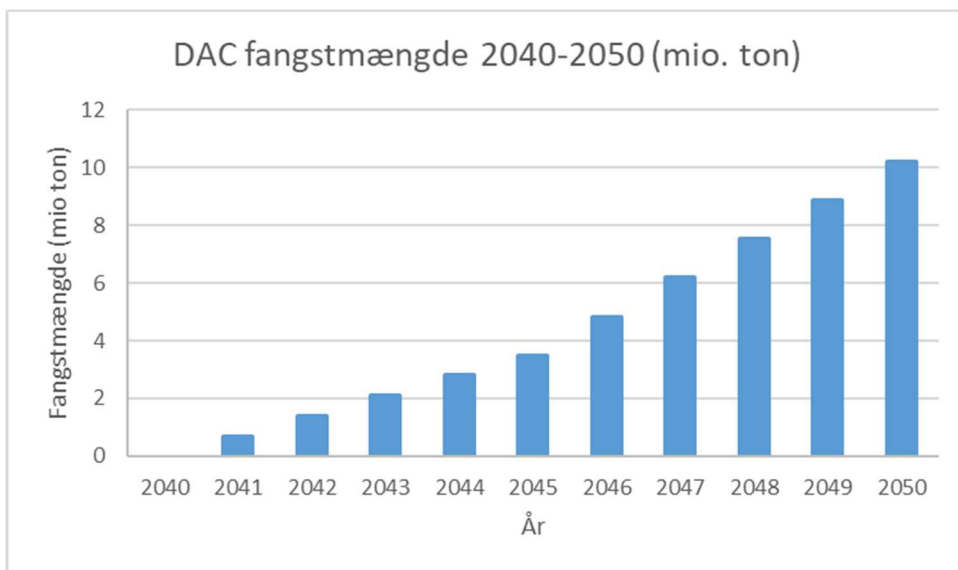
Energiforbrug til CO₂-transport fra biomasseværker, affaldsværker og biogasanlæg

Der er et elforbrug forbundet med transport af CO₂. Transporten indebærer enten fordråbning (liquefaction) eller tryksætning af rørtransporteret CO₂. Fordråbning har et 60% højere elforbrug end tryksætning jf. Energistyrelsens Teknologikatalog. I AF25 er det antaget, at CO₂ fordråbes ved biogasanlæg, affaldsværker og biomasse kraftvarmeværker. Disse antagelser om transport er yderst usikre.



1.1.2 CO₂ fra DAC (Direct Air Capture)

Figur 3 viser de fangstmængder fra DAC, der i AF25 forudsættes at være nødvendige for dels at opfylde målsætningerne om drivhusgasreduktion på 100 pct. i 2045 og 110 pct. i 2050 (ift. 1990 udledningen), og dels at dække efterspørgslen efter CO₂ til e-brændstofproduktion.



Figur 3: CO₂-fangst fra atmosfæren mellem 2040-2050 i AF25, beregnet på baggrund af reduktionsmålsætninger og CO₂ behov til brændstof produktion.

De fremskrevne DAC-fangstmængder for 2045 og 2050 er således beregnet ud fra et drivhusgasregnskab opstillet med udgangspunkt i KF25, samt en antaget efterspørgsel på CO₂ til e-brændstoffer. DAC antages indfaset fra 2040 og frem.

Energiforbrug til DAC

Energiforbruget til DAC udgøres af el og antages i AF25 at være i størrelsesordenen 1 TWh pr. mio. ton CO₂. For uddybning vedrørende elforbruget til DAC, samt indplacering af dette elforbrug i el systemet, se afsnit 2.1.3 nedenfor.

1.1.3. Usikkerhed

Forløbene i AF25 for CO₂-fangst og dertil hørende forbrug af el og produktion af overskudsvarme er behæftet med væsentlig usikkerhed. Væsentlige usikkerheder gennemgås i afsnit 3 og omfatter:

- Usikkerhed om hvilke sektorer som installerer CO₂-fangst
- Usikkerhed om hvilke fangst teknologier der udvikles/modnes og hvordan energiforbruget udvikler sig
- Usikkerhed om punktkilde-udledningerne og de samlede udledninger i 2045 og 2050, og heraf afledt usikkerhed om, hvor meget CO₂-fangst der (kan) realiseres.
- Usikkerhed om DAC, både ift. behov / kapacitet og energiforbrug.



1.2. Uddybning af AF25 forløbet og kvalificering ift. AF24

CO₂-fangst fra punktkilder håndteres i AF25 i store træk på samme måde som i AF24. For cementsektoren antages dog en betydelig højere CO₂-fangstmængde i 2030 (jf. afsnit 2 nedenfor). Derudover er der også ændringer ift. antagelsen om teknologi og dertilhørende energiforbrug til CO₂-fangst i cementsektoren. I AF25 antages CO₂-fangst-teknologien i cementsektoren således at være el baseret (hvor den i AF24 blev antaget at være gasbaseret).

CO₂-fangst fra luften (DAC) var ikke afspejlet i AF24, men er afspejlet i AF25. DAC tager udgangspunkt i et opdateret udledningsscenarie (baseret på KF25) kombineret med antagelse om indfrielse af reduktionsmålsætningerne. Dette uddybes i afsnit 2.2 nedenfor.

2. Metode og antagelser

2.1. Metode og antagelser til AF25 ift. CO₂-fangst-mængder

Energiforbruget til CO₂-fangst og transport afhænger som nævnt af mængden af fanget CO₂, hvilken sektor den fanges i, og hvordan den transporteres.

Nedenstående afsnit beskriver hvordan CO₂-fangstmængderne er fastlagt i AF25 i de respektive sektorer i hhv. 2030 (kun punktkilder) samt 2045 og 2050 (punktkilder og DAC).

2.1.1 Punktkilder: CO₂-fangstmængder i 2030

Ift. fangstmængderne i 2030 tages der som nævnt dels udgangspunkt i KF25-vurderingen af CO₂-reduktioner på baggrund af diverse puljer, dels konkrete udmeldinger om projekter, der bl.a. har modtaget væsentlig EU støtte.

I KF25 blev det skønnet, at CO₂-udleningerne på baggrund af de afsatte puljer vil blive reduceret med ca. 2,9 mio. ton CO₂ i 2030 fordelt på hhv. ca. 0,6 mio. ton fra kontrakter indgået i forbindelse med allerede afgjorte puljer og 2,3 mio. ton fra den endnu ikke afgjorte pulje. Den endnu ikke afgjorte pulje er som udgangspunkt ikke fordelt på sektorer, men da energiforbruget forbundet med CO₂-fangst er sektorspecifikt, foretages der til AF25 en beregningsteknisk sektorfordeling af fangstmængden fra denne pulje. Den beregningstekniske sektorfordeling af CO₂-reduktionerne i 2030 baseres bl.a. på den forudsatte sektorfordeling af fangstmængderne i 2045, de kontrakter der allerede er indgået for CO₂-fangst i 2030, samt specifikke antagelser om CO₂-fangst i cementsektoren 2030 (jf. afsnit nedenfor). Det bemærkes igen, at fordelingen ikke afspejler forventninger til udfaldet af puljerne, men alene en beregningsteknisk fordeling for at kunne indregne energiforbruget.



Mellem 2030 og 2045 antages et lineært forløb for udviklingen i fangstmængder.

Fangst på cement i 2030

For cementsektoren antages det i AF25 at der i 2030 fanges i alt 1,3 mio. ton CO₂. Dette er mere, end hvad der beregnes ud fra metoden til at sektorfordele fangstmængderne i 2030, men samtidig lidt mindre, end hvad der er udmeldt af aktøren. De 1,3 mio. ton antages i AF25 da det vurderes at svare til et fuldskala projekt.

CO₂-fangsten fra cementproduktion antages på baggrund af offentlige udmeldinger at være baseret på en kryogen teknologi og CO₂-transporten at være rørført.³ Den kryogene fangst-teknologi er ikke beskrevet i Energistyrelsens Teknologikatalog, og elforbruget beregnes derfor ud fra andre kilder, herunder data fra Energinets pipelineliste. Elforbruget er beregnet ud fra en antagelse om 8.000 fuldlasttimer og energiforbruget antages at dække både fangst og klargøring til transport.

2.1.2 Punktkilder: CO₂-fangstmængder i 2045 og 2050 samt energiforbrug

I AF25 er behovet for CO₂-fangst fra punktkilder og DAC bestemt ud fra indfrielse af reduktionsmålsætningerne for 2045 og 2050.

Som det fremgår af KF25, så skønnes det, at de samlede danske nettoudledninger under gældende regulering vil lande på ca. 10,8 mio. ton CO₂e i 2045 og 9,7 mio. ton CO₂e i 2050.⁴ I AF25 er udgangspunktet for skønnet for CO₂-fangst i 2045 og 2050 derfor antagelser om at:

- Indfrielse af de langsigtede reduktions-målsætninger vil kræve CO₂-fangst
- CO₂-fangst på punktkilder er billigere end Direct-Air-Capture (DAC) (da CO₂-koncentrationen på punktkilder er højere end i atmosfærisk luft). I AF25 antages CO₂-fangst på tilgængelige punktkilder derfor at blive etableret før DAC (dvs. DAC opgøres som "residual").

Ligesom i AF24, antages der derfor i AF25 at være CO₂-fangst på punktkilder i form affaldsværker, biomasse kraftvarmeværker, biogasopgraderingsanlæg og cementproduktion. Antagelserne om CO₂-fangst fra punktkilder i disse sektorer i 2045 og 2050 beskrives i underafsnittene nedenfor, mens antagelser om CO₂-fangst baseret på DAC beskrives i det efterfølgende afsnit 2.1.3.

Fangst på affaldsværker

I AF25 lægges det til grund, at indfrielse af drivhusgasmålsætningerne i 2045 og 2050 vil indebære, at der er CO₂-fangst på både fossile og biogene CO₂-udledninger fra sektoren (dvs. at affaldsforbrænding som sektor får netto-negative

³ <https://aalborgportlandholding.com/en/sustainability/our-commitment-environment/carbon-capture-and-storage>

⁴ Jf. <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning/klimastatus-og-fremskrivning-2025>



udledninger). På denne baggrund antages det, at sektoren fanger 3,1 mio. tons CO₂ i 2045 og 2050, hvoraf 1,5 mio. ton vil være biogen CO₂.

Energiforbruget til CCS på affaldskraftvarmeværker antages at blive dækket af damp udtaget ved 3-5 bar. Dette giver et tab i elproduktion og varmeproduktion. Netto er der dog en øget varmeproduktion, idet det antages, at varmepumper bruges til at udnytte overskudsvarmen fra CCS-anlægget til fjernvarmeproduktion. For CO₂ transport fra affaldsværker antages at CO₂'en fordråbes.

Fangst på biomasse-kraftvarmeværker

Biomasse-kraftvarmeværker har ingen fossile udledninger, så fangst af CO₂ på disse anlæg vil derfor medføre negative emissioner (i form af BECCS) eller biogen CO₂ til produktion af kulstoffoldige e-brændstoffer. Generelt falder driftstiden for biomasse kraftvarmeværker i AF25 pga. udbygning af vedvarende energi. Dette gør dem til mindre egnede kandidater for CO₂-fangst. På denne baggrund forudsættes det, at der ikke etableres yderligere CO₂-fangst på biomasse kraftvarmeværker ud over Ørstedes projekter, for hvilke der allerede er indgået kontrakter ifm. CCUS-puljen i 2023. Det bemærkes at denne forudsætning er behæftet med betydelig usikkerhed.

Energiforbruget til CCS på biomasse-kraftvarmeværkerne antages dækket af dampudtaget ved 3-5 bar. Dette giver et tab i elproduktion og varmeproduktion. Netto er der dog en øget varmeproduktion, idet det antages, at varmepumper bruges til at udnytte overskudsvarmen fra CCS-anlægget til fjernvarmeproduktion. For CO₂ transport fra biomasse kraftvarmeværker antages at CO₂'en fordråbes.

Fangst fra biogasanlæg

Ved produktion af opgraderet biogas til ledningsgas-nettet fjernes CO₂ fra den rå biogas. Fangstdelen af CCUS-værdikæden findes derfor allerede på biogasanlæg. Denne CO₂ udledes i dag, i de fleste tilfælde, herefter direkte til atmosfæren.⁵

Omkostningsmæssigt skønnes biogasanlæg at være en af de billigste områder at lave CCS og CCU på, idet fangstanlæg allerede er etableret, og drives for at lave opgraderet biogas. For biogasanlæg lægges det til grund, at for at lagre CO₂'en i undergrunden skal den renses for svovl og herefter gøres flydende før den kan transporteres til lagringsstedet. Dette betyder også, at det eneste øgede energiforbrug ved fangst i biogassektoren er til fordråbning (liquefaction) af CO₂.

Der er forskellige måder at opgradere biogas på, og det teknisk mest udviklede princip er at kombinere aminbaseret opgradering med efterfølgende lagring/udnyttelse af CO₂. Aminbaseret opgradering udgør på nuværende tidspunkt

⁵ I begrænset omfang findes der i dag anlæg, der oprenser CO₂'en til en kvalitet der kan bruges i levnedsmiddelbranchen.



størstedelen af kapaciteten på nuværende og nye anlæg. Det antages derfor, at fremtidige anlæg også vil være aminbaserede.

Der er ikke til AF25 lavet vurderinger af potentialet for anvendelse af CO₂ til PtX (e-fuel) produktion decentralt på eller nær biogasanlægget. I AF25 lægges det til grund, at CO₂ fanges og gøres flydende ved alle biogasanlæg. For at fastlægge CO₂-fangstmængden i 2045 og 2050 tages udgangspunkt i antallet af PJ produceret i biometan-fremskrivningen, og mængden af PJ omregnes på baggrund af Energistyrelsens Teknologikatalog til CO₂, der kan fanges. I 2045 og 2050 giver dette en fangstmængde på ca. 2,0 Mio. ton biogen CO₂.

Fangst fra cementproduktion

Cementproduktion resulterer i både procesudledninger og udledninger forbundet med brændselsforbrug. I AF25 antages det, at der vil være CO₂-fangst på alle udledningerne fra cementproduktion, hvilket i 2045 og 2050 giver en fangstmængde på ca. 1,6 mio. ton CO₂, hvoraf 0,6 mio. ton er biogen CO₂. Fsva. energiforbrug til CO₂-fangst på cementproduktion, se afsnit 2.1.1 ovenfor.

Fangst på anden industri

Der kunne potentielt også etableres CO₂-fangst på andre industrielle kilder ud over cementværkerne. På baggrund af størrelsen på de nuværende årlige udledninger kunne CO₂-fangst på raffinaderierne f.eks. være relevant. Det er dog usikkert, hvilken aktivitet og omstilling raffinaderierne står overfor frem mod 2050. I AF25 indregnes eventuel CO₂-fangst på raffinaderierne derfor beregningsteknisk ikke i energisystemet.

I AF25 lægges det til grund, at der som udgangspunkt ikke fanges CO₂ i industrien andre steder end på cementproduktion.

2.1.3 DAC: CO₂-fangstmængder i 2045 og 2050 samt energiforbrug

Behovet for DAC i AF25 er forbundet med indfrielsen af de langsigtede nationale drivhusgasreduktionsmålsætninger som indebærer, at de nationale udledninger skal reduceres med hhv. 100 pct. i 2045 og 110 pct. i 2050 ift. 1990 udledningerne, (svarende til en dansk netto-udledning på 0 mio. ton CO₂e i 2045 og -7,9 mio. ton CO₂e i 2050). Til sammenligning skønnes det som nævnt i KF25, der er et frozen policy scenarie, at netto-udledningerne vil ligge på 10,8 mio. ton CO₂e i 2045 og 9,7 mio. ton CO₂e i 2050 (jf. KF25 CRF-tabellerne).⁶

⁶ <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning/klimastatus-og-fremskrivning-2025>. CRF står for *common reporting format*. CRF-tabellerne er de standardiserede tabeller, der anvendes til udledningsindberetninger til UNFCCC m.v. For yderligere information om opbygningen om CRF-tabellerne se fx bilag 3.7 i KF23 sektorforudsætningsnotatet "Principper og politikker", <https://ens.dk/analyser-og-statistik/klimastatus-og-fremskrivning>



For at opgøre behovet for DAC ift. indfrielse af de langsigtede drivhusgas-reduktionsmålsætninger er det nødvendigt at opstille en samlet drivhusgasbalance for hhv. 2045 og 2050. De nationale drivhusgasudledninger omfatter både energi-relaterede udledninger (fra forbrug af fossile brændsler) samt ikke-energi-relaterede udledninger i form af procesudledninger, landbrugsudledninger, LULUCF-udledninger og affalds-relaterede udledninger. Til AF25 baseres de ikke-energi-relaterede udledninger på KF25-udledningerne for disse sektorer, og dele af de energi-relaterede udledninger baseres ligeledes på KF25 (herunder bl.a. udledninger fra forbruget af flydende brændstoffer i transporten, som ellers ikke indgår i AF).

Antagelser ift. energi-relaterede udledninger og procesudledninger fra cement

I AF25 antages det som udgangspunkt, at alle energi-relaterede udledninger samt procesudledninger fra cement vil være enten nul eller negative i 2045 og 2050.⁷ Dette opnås dels gennem CO₂-fangst på alle punktkilder (for såvel fossil som biogen CO₂, jf. afsnit 2.1.2) og dels gennem en antagelse om, at alle kulstofholdige, flydende brændstoffer i 2045 og 2050 vil være erstattet af bio- eller e-brændstoffer. Ift. e-brændstoffer antages det samtidig, at der skal afsættes både den fornødne CO₂ og brint til i givet fald at kunne producere disse e-brændstoffer indenlands (jf. underafsnit nedenfor om behov for DAC til brændstofproduktion samt AF25 baggrundsnotatet om brintproduktion og brintforbrug).

Antagelser ift. negative udledninger (inkl. DAC) ifm. lagring af CO₂

Indfrielsen af målsætningerne om dansk netto-udledning på 0 mio. ton CO₂e i 2045 og -7,9 mio. ton CO₂e i 2050 indebærer i AF25 en samlet mængde BECCS svarende til -4,5 mio. ton CO₂ i 2045 og -4,1 mio. ton CO₂ i 2050 (jf. biogen CO₂-fangst på punktkilder i AF25 beskrevet ovenfor). Derudover indregnes en klimateffekt på -1,2 mio. ton CO₂ fra pyrolyse.⁸

På denne baggrund skønnes behovet for DAC til CO₂-lagring (dvs. DACCS) i AF25 at ligge på hhv. 0,5 mio. ton CO₂ i 2045 og 7,8 mio. ton CO₂ i 2050. Ud over dette behov for DAC til lagring er der dog også et behov for DAC til produktion af e-brændstoffer (jf. næste afsnit).

Antagelser ift. produktion af e-brændstoffer

I AF25 antages indfrielse af drivhusgasreduktionsmålsætningerne for 2045 og 2050 at indebære, at det tilbageværende forbrug af fossile flydende brændstoffer i bl.a. transportsektoren samt intern transport i erhvervene vil skulle erstattes af

⁷ Eneste undtagelse er de energi-relaterede udledninger forbundet med olie-gasindvinding i 2045 samt flygtige emissioner fra olie og gas mv.

⁸ Jf. Pyrolysestrategien

<https://www.kefm.dk/Media/638638923282563772/Strategi%20og%20arbejdsprogram%20for%20pyrolyse.pdf>. Alternativet til dette bidrag fra pyrolyse ville i AF25 være en tilsvarende forøgelse af DAC.



tilsvarende kulstofholdige e-brændstoffer.⁹ Og det antages, som også nævnt ovenfor, at der skal afsættes den fornødne CO₂ og brint til i givet fald at kunne producere disse e-brændstoffer indenlands. Denne potentielle indenlandske produktion af e-brændstoffer antages endvidere også at skulle kunne dække den danske del af brændstofforbruget til udenrigssøfart og –luftfart.¹⁰

Til AF25 antages det, at den internationale luftfart vil anvende e-SAF (produceret via Fischer-Tropsch-proces), mens international skibsfart antages at anvende ammoniak. Produktion af e-SAF genererer imidlertid også en række biprodukter som e-benzin eller e-diesel, der kan anvendes til at dække (dele af) behovet for brændstoffer til indenrigstransporten, herunder vejtransport (jf. også AF25 baggrundsnotatet om brintproduktion og brintforbrug).

Ud fra KF25 energibalancen skønnes behovet for CO₂ til e-brændstofproduktion samlet set at udgøre hhv. 3 mio. ton CO₂ i 2045 og 2,4 mio. ton CO₂ i 2050.

Samlet behov for DAC til hhv. lagring og e-brændstofproduktion

Det samlede langsigtede behov for DAC omfatter således både DAC til CCS og DAC til e-brændstofproduktion, og DAC-behovet skønnes i AF25 at udgøre ca. 3,5 mio. ton CO₂ i 2045 og 10,2 mio. ton CO₂ i 2050.

Tabel 1: Samlet DAC-behov i AF25 (mio. ton CO₂)

	2045	2050
DAC-behov til CCS (forudsat anvendelse af e-brændstoffer)	0,5	7,8
DAC-behov til CCU (e-brændstoffer til indenrigs- og udenrigstransport)	3	2,4
Samlet DAC-behov i AF25	3,5	10,2

Elforbrug til DAC og indplaceringen af DAC i elsystemet i AF25

Elforbruget til fangst fra atmosfæren antages at være ca. 1 TWh pr. mio ton CO₂, hvilket følger elforbruget anvendt i AF23, hvor DAC også indgik. DAC-anlæg antages endvidere at køre med 7.000 fuldlastimer om året. Den geografiske placering af DAC anlæggene er simuleret af PEERS-modellen, og har resulteret i en 60/40 fordeling mellem DK1 og DK2. Herudover peger PEERS simuleringerne på, at DAC anlæg med fordel kan etableres med direkte linjer til havvind, så anlæggene i mindre grad belaster det kollektive elnet.

⁹ Ift. vejtransporten kan antagelsen om kulstofholdige e-brændstoffer begrundes med, at forbruget af flydende brændstoffer i vidt omfang vil være knyttet til traditionelle forbrændingsmotorer, der ikke umiddelbart kan omstilles til ikke-kulstofholdige brændstoffer (jf. også at udskiftning af køretøjsbestanden generelt tager tid, ikke mindst fsva. personbiler).

¹⁰ Udledninger fra udenrigssøfart- og luftfart indgår ikke i de nationale drivhusgasreduktionsmål. Antagelsen om, at der i AF alligevel skal tages højde for den danske del af brændstofforbruget i udenrigssøfart og –luftfart svarer imidlertid til den tilgang, der blev benyttet i elektrificeringsscenarioet til Klimaprogram 2022, som dannede grundlag for AF22 og AF23.



2.2 Ændringer ift. AF24

For fangst ved punktkilde følger metoden og antagelserne i AF25 generelt AF24, undtagen for cement. For cement antages der i AF25 dels højere fangstmængde i 2030, og dels en anden fangstteknologi. Skiftet i fangstteknologi indebærer, at CO₂-fangstprocessen i cementsektoren i AF25 drives af elektricitet i stedet for gas.

I AF24 var DAC ikke indregnet, da der på daværende tidspunkt ikke forelå et opdateret langsigtet drivhusgasregnskab for de ikke-energirelaterede sektorer. Baseret på KF25, der nu indeholder en fremskrivning af udledningerne i alle sektorer helt frem til 2050, er der til AF25 udarbejdet et opdateret skøn for DAC-behovet ift. indfrielse af de langsigtede reduktionsmål, inkl. behov for DAC til e-brændstofproduktion.

3. Usikkerheder og følsomhedsberegninger

Der er generelt stor usikkerhed omkring modningen af CCS og CCU værdikæder i Danmark, herunder også hvor meget CO₂ der kan forventes fanget under de forskellige nationale støttepuljer i 2030. Udledningerne og dermed fangstmængderne i 2050 er også yderst usikre.

Ud over usikkerhed omkring den samlede CO₂ fangst er der også usikkerhed i forhold til i hvilke sektorer CO₂-fangsten vil ske. I det energiforbruget er sektorafhængigt er der derfor usikkerhed omkring, hvor meget energi der vil skulle anvendes til CO₂-fangst, samt hvor meget overskudsvarme, der vil blive produceret og udnyttet ifm. CO₂-fangst.

Endnu en væsentlig usikkerhed er knyttet til selve teknologiudviklingen inden for CO₂-fangst, både i forhold til fangst fra punktkilder og DAC. Usikkerhed om den teknologiske udvikling har betydning for både energiforbrug og prisudvikling for CO₂ fangst.

Der er derudover en særlig usikkerhed knyttet til potentialet for at producere e-metan (eller andre e-fuels) decentralt på biogasanlæggene. Ligesom e-fuels anvendt i Danmark kan produceres i udlandet eller Danmark kan være nettoeksportør heraf. Energinet opfordres til at vurdere, hvorvidt dette er relevant i de enkelte tilfælde, fx ved udbygning/nedlukning af naturgasnettet omkring biogasanlæg.

Da DAC er en umoden teknologi er der også væsentlige usikkerheder omkring en mulig fremtidig udbygning med og energiforbrug til DAC. Her er det også vigtigt at være opmærksom på, at både CCS og herunder særligt anvendelsen af DAC i AF25 antages anvendt som "stop gap" teknologi til at dække hullet ift. at opnå reduktionsmålsætningerne i 2045 og 2050.



4. Planlagt udvikling

På baggrund af kommende udbudsrunder for CCS vil det kunne beskrives mere specifikt, hvilke sektorer som frem mod 2030 vil fange CO₂ og i hvilke mængder. Dette vil derfor løbende kunne opdateres i takt med afgørelse af udbuddene og indgåelse af kontrakterne.

Potentialet for produktion af e-metan og andre e-fuels på biogasanlæg planlægges inkluderet, hvis relevant, i kommende AF'ere.

Teknologiudviklingen for DAC, og CO₂-fangst-teknologier generelt, bliver løbende vurderet og vil evt. medføre behov for opdateringer til kommende AF.