



IEA Bioenergy

Technology Collaboration Programme



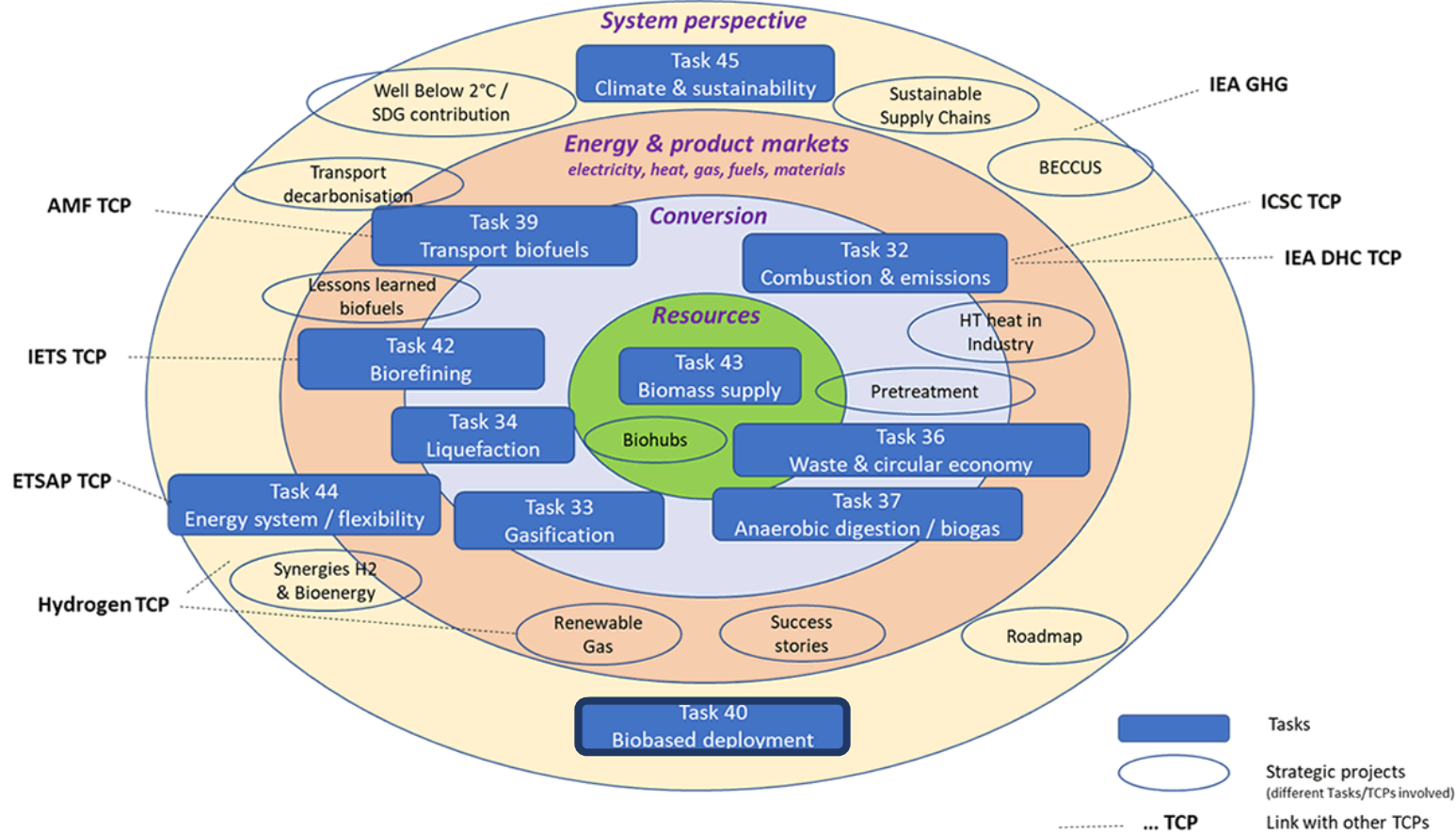
Udbredelse af bioenergi CCS og CCU i Danmark

Task 40: Deployment of biogenic value chains and carbon management

Sara Shapiro-Bengtzen, Ea Energy Analyses

København, 22. januar 2025

IEA Bioenergy: Task 40



Task 40: Deployment of biogenic value chains and carbon management

Rolle og mission:

Præcisering af betingelserne for udrulning af biobaserede værdikæder under hensyntagen til den rolle, som bioenergi og biobaserede restprodukter af høj værdi spiller i kulstofforvaltningen i en fremtidig kulstoføkonomi.

Yderligere info og publikationer:

<https://task40.ieabioenergy.com/>

Inter-task-projekt om BECCS- og BECCU-implementering:

Præsentere eksempler og beskrive deres succeser og udfordringer

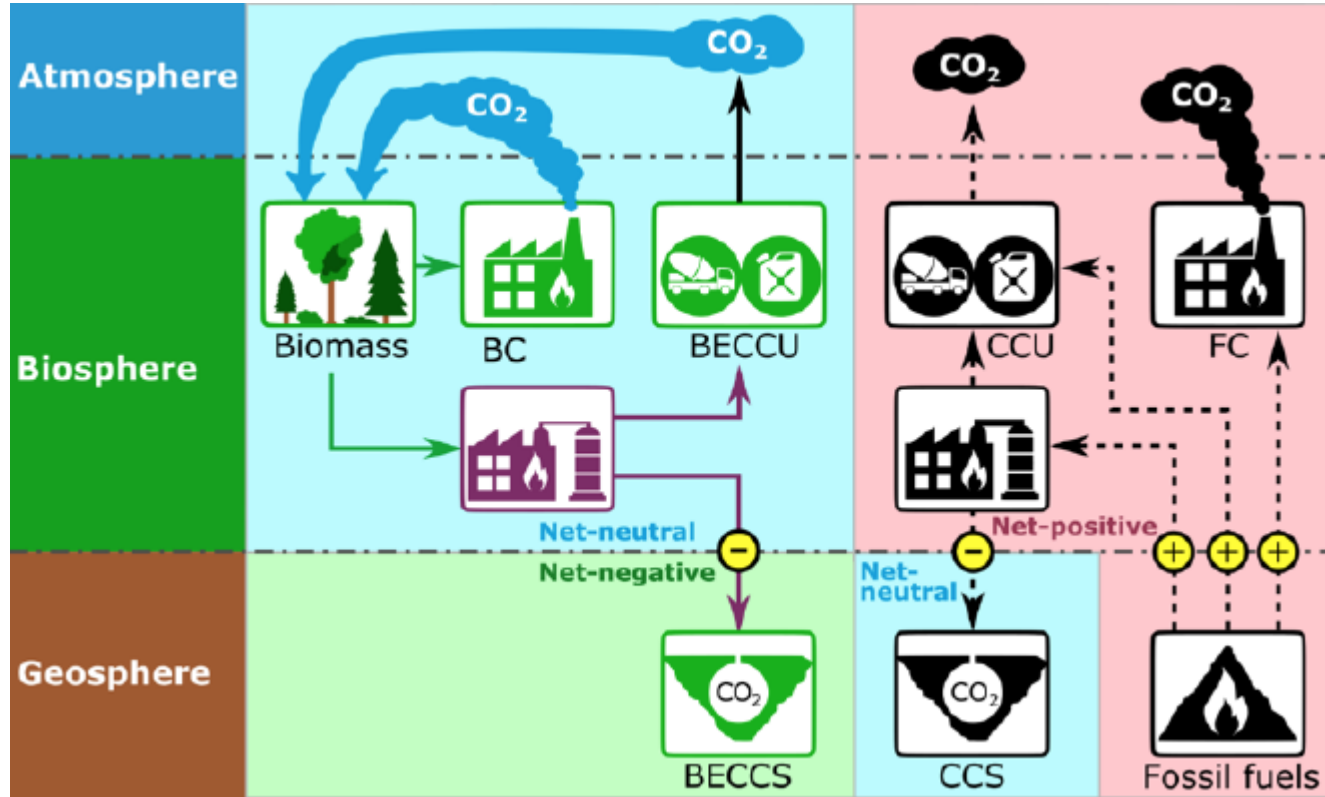
Analyse af afgørende aspekter for at fremskynde udbredelsen og påvise klimaeffekter

Støtte til god governance med henblik på at vedtage og opskalere BECCUS

Agenda

- Kort introduktion til BECCUS og global kontekst
- Danske policies for udvikling af CCUS
- Storskala CO₂-fangst i Danmark
- Udrulning af CO₂-lagring i Danmark
- Opsummering

Introduktion to BECCUS



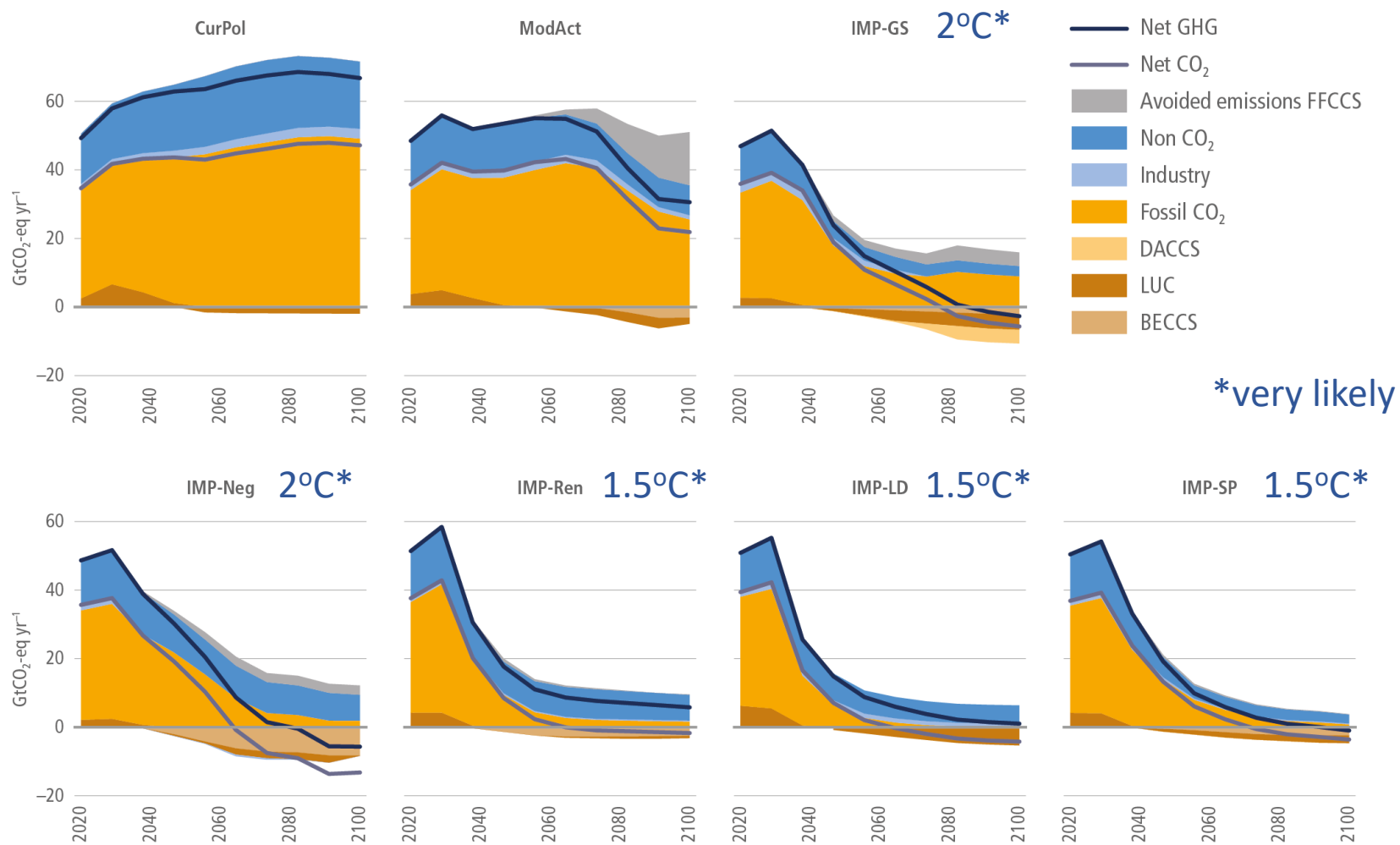
Konvertering af bæredygtig biomasse med kulstofopsamling og udnyttelse (BECCU) kan betragtes som tæt på **kulstofneutral**.

Konvertering af bæredygtig biomasse med kulstofopsamling og lagring (BECCS) kan føre til **nettonegative** emissioner.

BC - Biomassekonvertering, BECCU - Biomasse med kulstofopsamling og -udnyttelse, CCU - Kulstofopsamling og -udnyttelse, FC - Fossil konvertering, BECCS - Biomassekonvertering med kulstofopsamling og -lagring

David Styles, University of Galway Ireland

BECCS i IPCC's klimastabiliserings-scenarier



*very likely

- BECCS er udbredt på tværs af stabiliserings-scenarier
- Mængden afhænger af:
 - rettidig reduktion i fossil, industri og landbrugs-emissioner
 - fremtidig synke fra arealanvendelse (LUC)
 - fremtidig synke fra lagring af CO₂ fra direkte fangst (DACCS)
- ... vanskeligt at forestille sig klimastabilisering uden BECCS

IPCC (2022). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter03.pdf

Danske klimamål, CCUS-policy og drivkræfter for den aktuelle udvikling

Regeringens policys og handlinger, der har drevet denne udvikling

2020



Klimaloven blev vedtaget med et mål om en **70% reduktion** af drivhusgasudledninger i forhold til 1990-niveauet og klimaneutralitet i 2050

Danske CO₂e udledninger var ~45 Mt i 2020 og skal falde til ~23 Mt i 2030. Danmark vil i høj grad være afhængig af CCS for at nå dette mål.

Regeringens policys og handlinger, der har drevet denne udvikling

2020



Klimaloven blev vedtaget med et mål om en **70% reduktion** af drivhusgasudledninger i forhold til 1990-niveauet og klimaneutralitet i 2050

Den danske stat opretter en **markedsbaseret "CCUS-pulje" på 16 mia. kr.*** (EUR 2,1 mia.) til støtte for opfyldelsen af klimalovens mål. CCUS-puljen er (på det tidspunkt) opdelt i to udbud: 1) CCS (2023) og 2) CCUS (tidspunkt ikke fastsat)

Danske CO₂e udledninger var ~45 Mt i 2020 og skal falde til ~23 Mt i 2030. Danmark vil i høj grad være afhængig af CCS for at nå dette mål.

Regeringens policys og handlinger, der har drevet denne udvikling

2020



Klimaloven blev vedtaget med et mål om en **70% reduktion** af drivhusgasudledninger i forhold til 1990-niveauet og klimaneutralitet i 2050

Den danske stat opretter en **markedsbaseret "CCUS-pulje"** på **16 mia. kr.*** (EUR 2,1 mia.) til støtte for opfyldelsen af klimalovens mål. CCUS-puljen er (på det tidspunkt) opdelt i to udbud: 1) CCS (2023) og 2) CCUS (tidspunkt ikke fastsat)

2021

I december 2021 opretter den danske stat en **markedsbaseret "NECCS-pulje"** på **2,6 mia. kr.*** (EUR 0,35 mia.) dedikeret til etablering af en værdikæde for **negative CO₂-emissioner**.

2022

I maj 2022 lancerer Energistyrelsen det **første udbud fra CCUS-puljen**, med det formål at realisere reduktioner på 0,4 mio. ton CO₂ årligt fra 2026 gennem Carbon Capture and Storage (CCS)

Danske CO₂e udledninger var ~45 Mt i 2020 og skal falde til ~23 Mt i 2030. Danmark vil i høj grad være afhængig af CCS for at nå dette mål.

Regeringens policys og handlinger, der har drevet denne udvikling

2020



Klimaloven blev vedtaget med et mål om en **70% reduktion** af drivhusgasudledninger i forhold til 1990-niveauet og klimaneutralitet i 2050

Den danske stat opretter en **markedsbaseret "CCUS-pulje"** på **16 mia. kr.*** (EUR 2,1 mia.) til støtte for opfyldelsen af klimalovens mål. CCUS-puljen er (på det tidspunkt) opdelt i to udbud: 1) CCS (2023) og 2) CCUS (tidspunkt ikke fastsat)

2021

I december 2021 opretter den danske stat en **markedsbaseret "NECCS-pulje"** på **2,6 mia. kr.*** (EUR 0,35 mia.) dedikeret til etablering af en værdikæde for **negative CO₂-emissioner**.

2022

I maj 2022 lancerer Energistyrelsen det **første udbud fra CCUS-puljen**, med det formål at realisere reduktioner på 0,4 mio. ton CO₂ årligt fra 2026 gennem Carbon Capture and Storage (CCS)

I august 2022 iværksatte Energistyrelsen det **første udbud af efterforskningstilladelser** til offshore-lagring af CO₂ i den danske undergrund i Nordsøen.

Danske CO₂e udledninger var ~45 Mt i 2020 og skal falde til ~23 Mt i 2030. Danmark vil i høj grad være afhængig af CCS for at nå dette mål.

Regeringens policys og handlinger, der har drevet denne udvikling

2020



Klimaloven blev vedtaget med et mål om en **70% reduktion** af drivhusgasudledninger i forhold til 1990-niveauet og klimaneutralitet i 2050

Den danske stat opretter en **markedsbaseret "CCUS-pulje" på 16 mia. kr.*** (EUR 2,1 mia.) til støtte for opfyldelsen af klimalovens mål. CCUS-puljen er (på det tidspunkt) opdelt i to udbud: 1) CCS (2023) og 2) CCUS (tidspunkt ikke fastsat)

2021

I december 2021 opretter den danske stat en **markedsbaseret "NECCS-pulje" på 2,6 mia. kr.*** (EUR 0,35 mia.) dedikeret til etablering af en værdikæde for **negative CO₂-emissioner**.

2022

I maj 2022 lancerer Energistyrelsen det **første udbud fra CCUS-puljen**, med det formål at realisere reduktioner på 0,4 mio. ton CO₂ årligt fra 2026 gennem Carbon Capture and Storage (CCS)

I august 2022 iværksatte Energistyrelsen det **første udbud af efterforskningstilladelser** til offshore-lagring af CO₂ i den danske undergrund i Nordsøen.

2023

I februar 2023 blev der givet **tre licenser til efterforskning og fuldskala CO₂-lagring i Danmark**. To tilladelser til TotalEnergies og en til et konsortium bestående af INEOS E&P og Wintershall Dea International.

I maj 2023 blev **vinderen af det første udbud offentliggjort**, da Energistyrelsen tildelte Ørsted en 20-årig kontrakt på sit CO₂-opsamlings- og lagringsprojekt (CCS) '**Ørsted Kalundborg Hub**'.

I august 2023 lancerede Energistyrelsen et udbud for NECCS-puljen. Målet er at opnå **0,5 mio. ton negative emissioner årligt fra 2025 til 2032** fra fonden på 0,35 mia. EUR*.

I september 2023 blev der indgået en politisk aftale om opdatering af CCUS-puljen. Ved at fusionere midler fra en anden aftale voksede puljen til **3,6 mia. EUR***. Målet at opnå CCS-reduktioner på 2,3 mio. ton årligt inden 2029 (**opdatering – én udbudsrunde, 2,3 mio. ton/år inden 2030**).

Energistyrelsen igangsatte i december 2023 **den første udbudsrunde i Europa for fuldskala onshore-tilladelser til efterforskning og lagring af CO₂**, der indebærer underjordisk efterforskning af potentiel CO₂-lagring i fem udpegede områder: Gassum, Havnsø, Rødby, Stenlille og Thorning.

Danske CO₂e udledninger var ~45 Mt i 2020 og skal falde til ~23 Mt i 2030. Danmark vil i høj grad være afhængig af CCS for at nå dette mål.

Regeringens policys og handlinger, der har drevet denne udvikling

2020



Klimaloven blev vedtaget med et mål om en **70% reduktion** af drivhusgasudledninger i forhold til 1990-niveauet og klimaneutralitet i 2050

Den danske stat opretter en **markedsbaseret "CCUS-pulje" på 16 mia. kr.*** (EUR 2,1 mia.) til støtte for opfyldelsen af klimalovens mål. CCUS-puljen er (på det tidspunkt) opdelt i to udbud: 1) CCS (2023) og 2) CCUS (tidspunkt ikke fastsat)

2021

I december 2021 opretter den danske stat en **markedsbaseret "NECCS-pulje" på 2,6 mia. kr.*** (EUR 0,35 mia.) dedikeret til etablering af en værdikæde for **negative CO₂-emissioner**.

2022

I maj 2022 lancerer Energistyrelsen det **første udbud fra CCUS-puljen**, med det formål at realisere reduktioner på 0,4 mio. ton CO₂ årligt fra 2026 gennem Carbon Capture and Storage (CCS)

I august 2022 iværksatte Energistyrelsen det **første udbud af efterforskningstilladelser** til offshore-lagring af CO₂ i den danske undergrund i Nordsøen.

2023

I februar 2023 blev der givet **tre licenser til efterforskning og fuldskala CO₂-lagring i Danmark**. To tilladelser til TotalEnergies og en til et konsortium bestående af INEOS E&P og Wintershall Dea International.

I maj 2023 blev **vinderen af det første udbud offentliggjort**, da Energistyrelsen tildelte Ørsted en 20-årig kontrakt på sit CO₂-opsamlings- og lagringsprojekt (CCS) '**Ørsted Kalundborg Hub**'.

I august 2023 lancerede Energistyrelsen et udbud for NECCS-puljen. Målet er at opnå **0,5 mio. ton negative emissioner årligt fra 2025 til 2032** fra fonden på 0,35 mia. EUR*.

I september 2023 blev der indgået en politisk aftale om opdatering af CCUS-puljen. Ved at fusionere midler fra en anden aftale voksede puljen til **3,6 mia. EUR***. Målet er at opnå CCS-reduktioner på 2,3 mio. ton årligt inden 2029 (**opdatering – én udbudsrunde, 2,3 mio. ton/år inden 2030**).

Energistyrelsen igangsatte i december 2023 **den første udbudsrunde i Europa for fuldskala onshore-tilladelser til efterforskning og lagring af CO₂**, der indebærer underjordisk efterforskning af potentiel CO₂-lagring i fem udpegede områder: Gassum, Havnsø, Rødby, Stenlille og Thorning.

2024

I januar 2024 blev der afgivet 8 separate **bud på onshore-licenserne til efterforskning og lagring af CO₂**. I juni 2024 blev der givet tilladelser til de tre vindende bud for CO₂ lagring i undergrunden på land ved hhv. Havnsø, Rødby og Gassum.

I april 2024 offentliggjorde resultater fra NECCS-puljen med kontrakter til tre virksomheder om nye CCS-projekter. I alt vil der årligt blive **fanget og lagret 160.350 tons biogen CO₂ i perioden 2026 til 2032**. Al CO₂ vil blive fanget og lagret i Danmark.

Danske CO₂e udledninger var ~45 Mt i 2020 og skal falde til ~23 Mt i 2030. Danmark vil i høj grad være afhængig af CCS for at nå dette mål.

Regeringens policys og handlinger, der har drevet denne udvikling

2024

I januar 2024 blev der afgivet 8 separate **bud på onshore-licenserne til efterforskning og lagring af CO₂**. I Juni 2024 blev der givet tilladelser til de tre vindende bud.

I april 2024 offentliggjorde resultater fra NECCS-puljen med kontrakter til tre virksomheder om nye CCS-projekter. I alt vil der årligt blive **fanget og lagret 160.350 tons biogen CO₂ i perioden 2026 til 2032**. Al CO₂ vil blive fanget og lagret i Danmark.

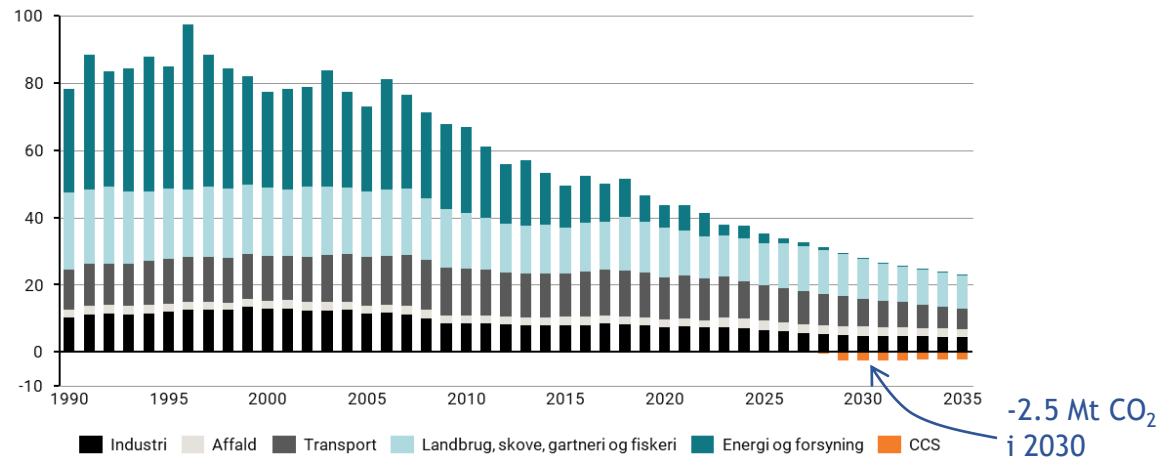
I september 2024 åbnede Energistyrelsen en ny udbudsrunde for efterforskning og anvendelse af undergrunden til lagring af CO₂ ved det tidligere udbudte område ved Thorning.

2025

I januar 2025 iværksatte Energistyrelsen **den fjerde udbudsrunde af tilladelser til efterforskning og anvendelse af undergrunden til lagring af CO₂**, dette udbud omhandler tre kystnære områder; Jammerbugt, Lisa og Inez med frist marts 2025.

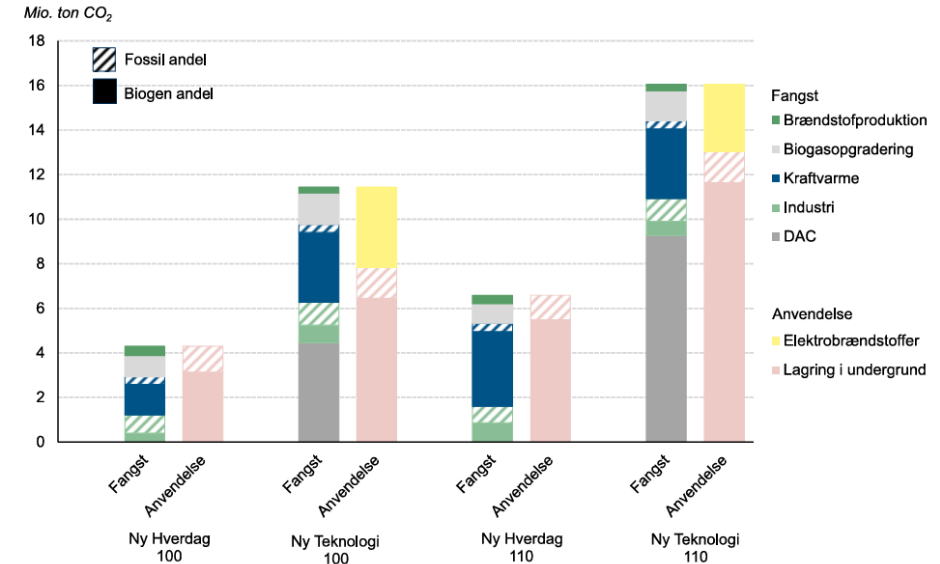
Danske CO₂e udledninger var ~45 Mt i 2020 og skal falde til ~23 Mt i 2030. Danmark vil i høj grad være afhængig af CCS for at nå dette mål.

Den forventede rolle af CCS i den danske energiomstilling



Klimafremskrivning for Danmark med negative emissioner fra CCS med start i 2026

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet



Analyse af veje frem mod 2050, hvor BECCS spiller en rolle i alle scenarier og BECCU udnyttes i scenarierne med fokus på ny teknologi

Kilde: Klimarådet

Storskala CO2-fangst i Danmark - vinder af det første CCUS-udbud

Ørsted Kalundborg Hub (udbud iværksat i maj 2022 og vinderen offentliggjort i maj 2023)

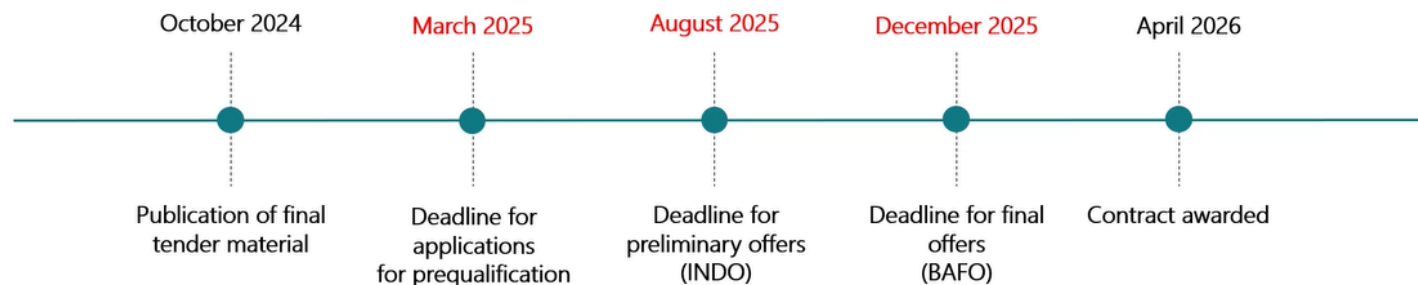
- **Ørsted Bioenergy** vil indsamle og lagre 430.000 tons biogen CO2 årligt fra 2026, heraf 2/3 fra Asnæs og 1/3 fra Avedøre
 - Projektet har påbegyndt byggerifasen og vil fange og påbegynde driften af værdikæden fra januar 2026.
 - Projektet har fået tildelt en 20-årig tilskudskontrakt (per ton CO2 lagret) af Energistyrelsen
- **Ørsted** vil etablere og have ansvaret for hele CCS-værdikæden.
Projektpartnere:
 - **Aker Carbon Capture** vil, på to lokationer, levere CO2-opsamling og kompression af gassen, så den bliver flydende
 - **Northern Lights** vil transportere og permanent lagre CO2'en på 2.600 meters dybde i den norske del af Nordsøen
 - **Microsoft** aftager certifikater til fjernelse af kulstof. Dette er afgørende for projektet, da konkurrerende bud baseret på fossil CO2, ville have sparet omkostninger i forbindelse med CO2-kvoter og skatter



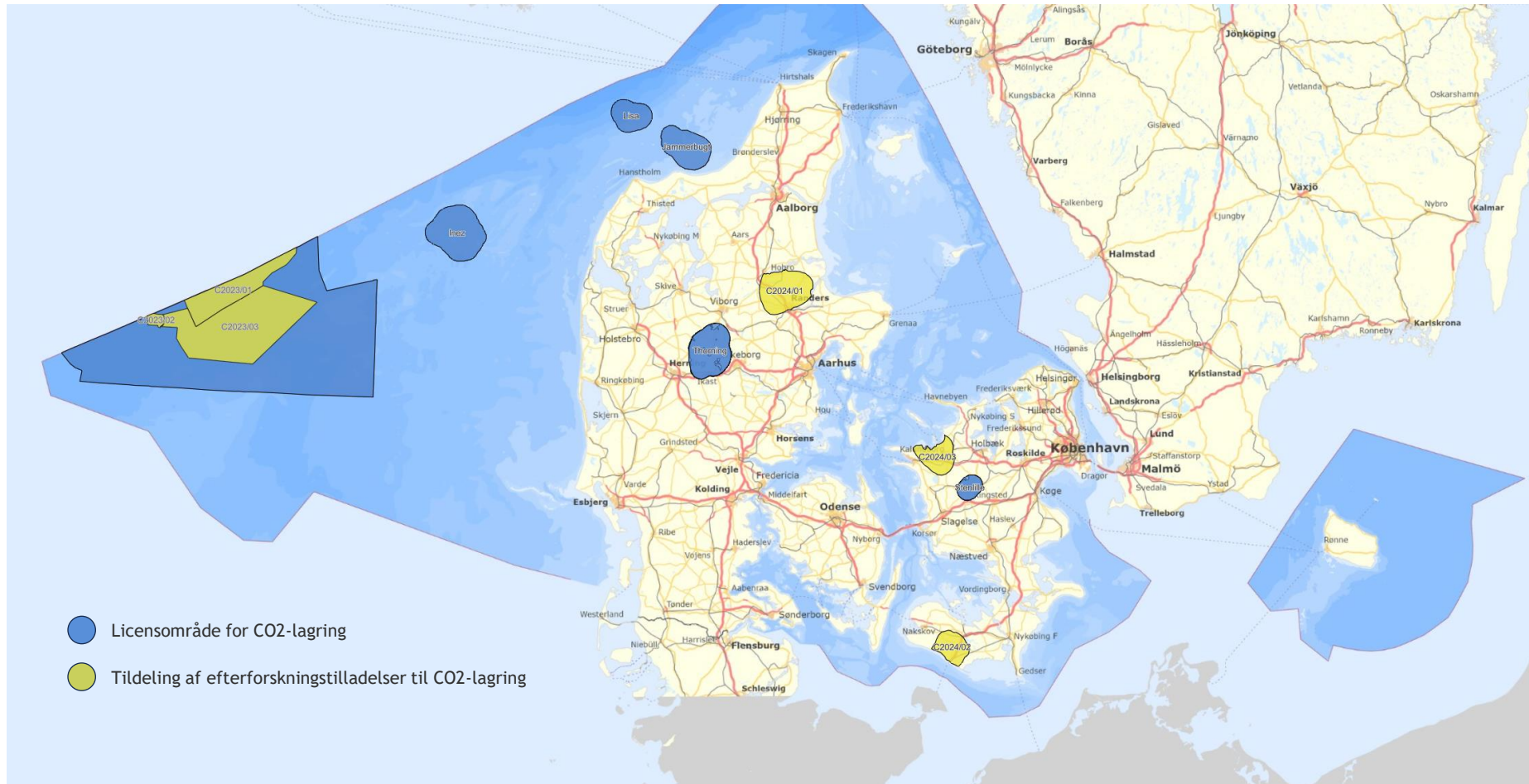
<https://orsted.com/en/what-we-do/renewable-energy-solutions/bioenergy/carbon-capture-and-storage>

Storskala CO2-fangst i Danmark - næste CCUS-udbudsrunde

- Den tidligere plan var at have to budrunder, en i 2024 og en i 2025, med fuld CCS på plads den 1. januar 2029
- Ny plan er, at det vil være én budrunde, hvor alle projekter skal være på plads senest den 1. januar 2030.
- Mange af de oprindelige elementer er stadig på plads:
 - Håb om at opnå minimum 2,3 mio. tons opfanget CO2 årligt
 - 3,8 milliarder EURO i samlet tilskud til rådighed
 - 15-årige kontrakter
 - Kan vælge at gå ud af kontrakten og udnytte CO2 til CCU i stedet
- Tidslinje for den næste budrunde:



Udrulning af CO2-lagring i Danmark



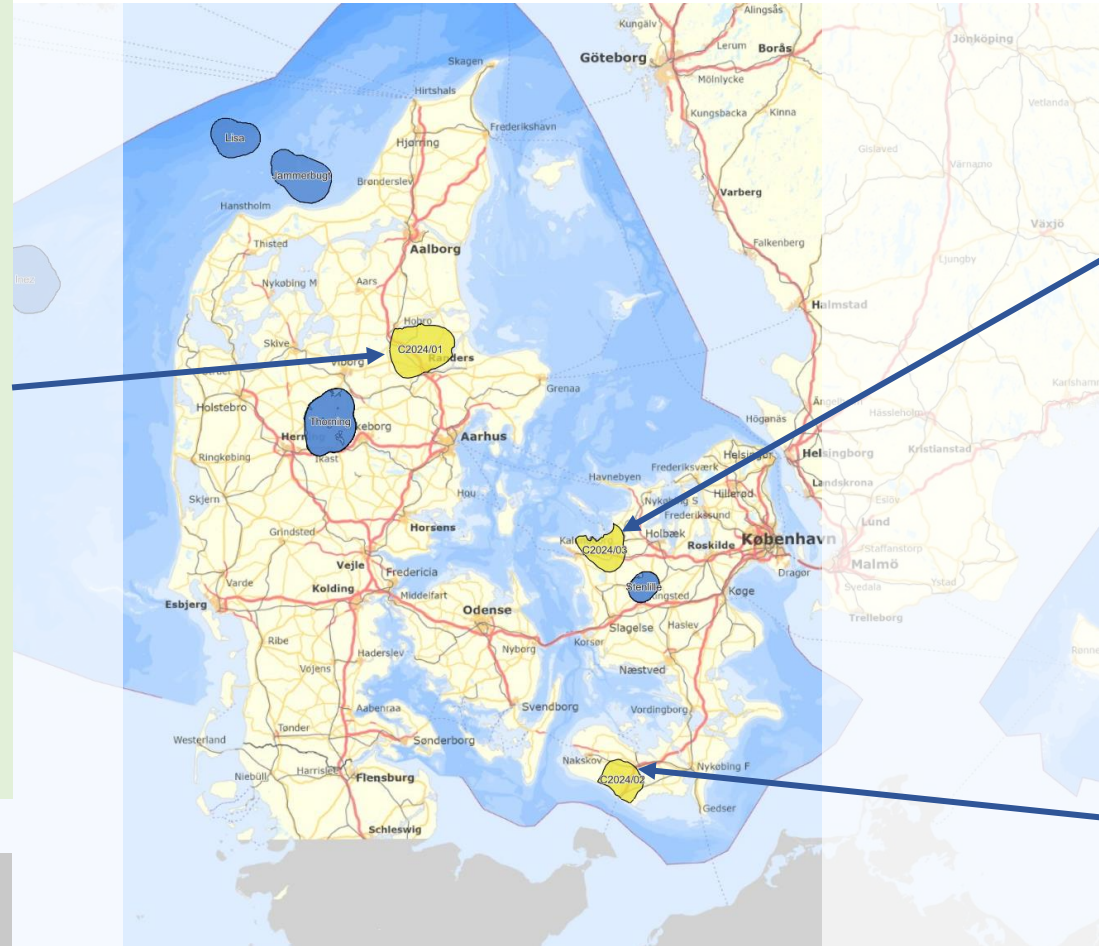
Kilde: Energistyrelsen

Onshore CO2-lagring i Danmark - tre vindende bud

Gassum - Wintershall Dea International GmbH og INEOS E&P A/S - "Greenstore"

- 40% - Wintershall Holding GmbH
 - Tysklands største producent af råolie og naturgas og et helejet datterselskab af BASF
- 40% - INEOS Energy Denmark
 - Tidligere olie- og gasaktiver, der nu ejes af INEOS Group (en stor multinational virksomhed - den 4. største kemiske virksomhed)

Nordsøfonden ejer 20% af alle projekter



Havnsø - Equinor Low Carbon Solutions Denmark A/S og Ørsted Carbon Solutions A/S -

- 60% - Equinor
 - Norsk energi (primært olie og gas) selskab
- 20% - Ørsted

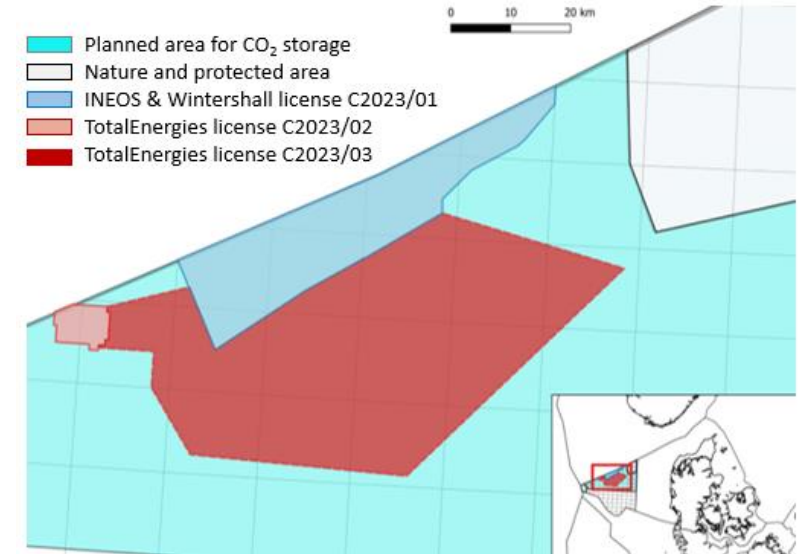
Rødby - CarbonCuts A/S - "Ruby"

- 80% - CarbonCuts
 - Datterselskab af BlueNord (norsk børsnoteret olieselskab)

Offshore CO₂-lagring i Danmark

Offshore licensrunde fra (vinderne offentliggjort i februar 2023)

- Der blev givet tre eksklusive tilladelser til efterforskning og fuldskala CO₂-lagring i den danske undergrund i Nordsøen:
 - To til TotalEnergies
 - En til et konsortium bestående af INEOS E&P og Wintershall Dea International.
- Tilladelserne dækker områder med udtømte olie- og gasfelter og geologiske områder, der, selv om de endnu ikke er undersøgt, anses for at være velegnede til CO₂-lagring
- De konkrete lagringsprojekter skal godkendes af Energistyrelsen inden etablering.
- Timing og design af CO₂-lagrene vil afhænge af de kommende undersøgelser og analyser.
- Den indfangede CO₂ vil blive transporteret enten via specialbyggede skibe eller gennem eksisterende eller ny rørledningsinfrastruktur.
- Den Danske stat (via Nordsøfonden) deltager med en ejerandel på 20 %



<https://ens.dk/ansvarsomraader/ccs-fangst-og-lagring-af-co2/tilladelser-til-efterforskning-og-lagring-af-co2-og>

Greensand (kommerciel fase indledt):

- Opbevaring i Nini oliefeltet.
- Teknisk verifikation af DNV og investeringsbeslutning foretaget i 2024. Afventer godkendelser til permanent lagring
- Kapacitet til at lagre 0,4 Mt/år (2025/2026) med planer om at øge dette til 8.0 Mt/år i 2030
- 23 partners udgør det konsortium, der ledes af INEOS og Wintershall Dea.

<https://www.projectgreensand.com/>

Bifrost (udviklings- og demonstrationsprojekt)

- Undersøgelse af potentialet for lagring i Harald West (et udtømt gasfelt, lyserød boks ovenfor)
- Lagerkapacitet anslået til flere Mt/år
- Partners: TotalEnergies, DTU offshore, Ørsted, DTU management, Nordsøfonden, BlueNord

<https://bifrost-ccs.com/>

Kobling af dansk CO₂-fangst med danske CO₂-lagre

- Den udskudte tidsplan for idriftsættelse af CO₂-lagring fra 2029 til 2030 forbedrer muligheden for at udnytte danske CO₂-lagre.
 - Selv om lagring på land kan være online i 2030, er det muligvis problematisk for potentielle lagerudbydere at indgå kontrakter med potentielle tilbudsgivere i 2025.
 - Dette kan potentielt resultere i, at CCS-tilbudsgivere i 2025 bliver nødt til at stole på dyrere offshore-lagringsløsninger og/eller "låse sig fast" til disse dyrere løsninger i en længere periode.
- De kommende CCS-udbuds-vindere kommer nok til at benytte offshore lagring til en hvis grad. Men på lang sigt vil onshore lagring sandsynligvis være en mere omkostningseffektiv mulighed - både for danske projekter, men også andre europæiske lande, der ønsker at eksportere CO₂ med henblik på lagring.

Opsummering

Status og drivende faktorer for CCS i Danmark

- CCS drevet af danske klimamål, især 2030-mål
 - Fulgt op af fuldt finansierede politikker, der gav aktørerne et økonomisk incitament til at deltage, herunder betaling i 15 til 20 år pr. ton lagret CO₂
 - Involverede løbende dialog med markedsaktører
 - Den vigtigste mekanisme har hidtil været budrunder
 - Størstedelen af de tidligere beskrevne onshore- og offshore-projekter har offentligt annonceret forventede startdatoer i eller før 2030. I forhold til koblingen med dansk landlagring med kommende CCS-bud kan dette være udfordrende, da der skal afgives bud senest i 2025.
- Nationale, regionale og kommunale myndigheder samt private virksomheder kræver negative emissioner af høj kvalitet for at nå deres klimamål
 - Giver en stærk betalingsvillighed fra både regeringer (dvs. subsidier) og virksomheder (negative emissionskreditter) for biogen CCS.

Tak for opmærksomheden

Kontakt:

Sara Shapiro-Bengtsen, Ea Energyanalyse, ssb@eaea.dk



www.ieabioenergy.com

Ekstra slides

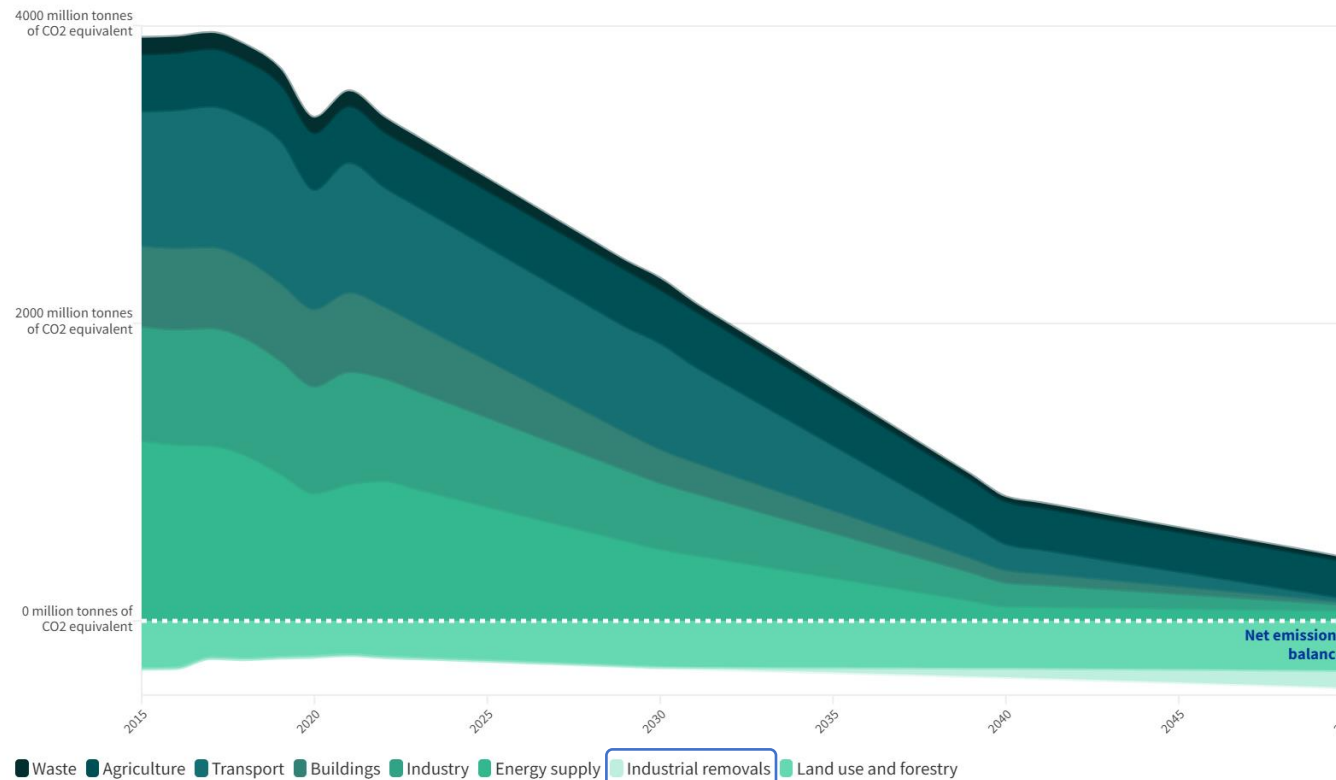


www.ieabioenergy.com

BECCUS - EU status



By 2050 carbon removals and emissions will have to reach a net balance



Source: European Commission

- Klimaneutralitet senest i 2050 - nettoemissionerne af drivhusgasser bør reduceres med 90 % senest i 2040
- CRCF, Carbon Removal Certification Framework - for at sikre høj kvalitet af tiltag
- EU's strategi for industriel kulstofforvaltning med fokus på CCUS regulering, udvikling, infrastruktur og finansiering
- I scenarier fra EU-Kommissionen anslås BECCUS eller DACCUS at bidrage med 207-486 Mt CO₂ i 2050, hvor kulstoflagring er estimeret til at være 80-298 Mt