



Bilag 2.2: Uddybning af udviklingsbehov og -målsætninger for 2030 med henblik på at opnå en klimaneutral økonomi i Unionen senest i 2050, jf. afsnit 2.2 i Territorialplanen

Som det fremgår af afsnit 2.2. i Territorialplanen har grønne teknologier som PtX, brun bioraffinering såsom pyrolyse og CO₂-fangst, -lagring og -anvendelse et stort potentiale i relation til udviklingen af nye værdikæder og skabe mange nye arbejdspladser i både Syddjylland og Nordjylland. Fonden for Retfærdig Omstilling investerer derfor i udviklingen af nøgleteknologierne CCUS, PtX og pyrolyse, således Nord- og Syddjyllands omstillingsudfordringer afhjælpes, dels ved at nedbringe CO₂-udledningen, og dels ved at give Nord- og Sydjyske virksomheder muligheden for at udvikle alternativer til de CO₂-udledende brændstoffer.

CCUS

Med *Klimaaftalen for energi og industri mv*¹ står Danmark foran en ambitiøs udbygning af rammerne for grøn energi og udvikling af fremtidens grønne teknologier, der bl.a. skal bidrage til, at drivhusgasudledningen kan mindskes i sektorer, hvor det i dag er ekstraordinært svært at nedbringe udledningerne. Aftalen indeholder bl.a. udvikling, udbygning og integrering af grønne teknologier i energisektoren og industrien, der sammen med klimaaftalen for affald skal sikre en drivhusgasreduktion på 3,4 mio. ton CO₂e i 2030.

Danmark har etableret to centrale, tværgående udviklingsspor for hhv. fangst og lagring af CO₂ (CCS) samt fangst og anvendelse af CO₂ (CCU/PtX), samlet benævnt CCUS. For at CCUS skal kunne levere de ønskede reduktioner i udledningen af drivhusgasser, er det afgørende at have fokus på modningen af den samlede værdikæde for CCUS. En væsentlig del af indfrielsen af Danmarks overordnede klimamålsætning skal ske gennem en forøgelse af forbruget af vedvarende energi. Jf. Denmark's Integrated National Energy and Climate Plan er det er således målet, at 55 pct. af det samlede energiforbrug i 2030 skal komme fra vedvarende energikilder.² Ambitionen om, at fremtidens energiforbrug i højere grad skal dækkes af fra vedvarende energi underbygges af Esbjerg-deklarationen fra maj 2022, hvor Tyskland, Danmark, Belgien og Nederlandene har sat et fælles mål om, at levere mindst 65 GW havvind i 2030, og om at kapaciteten øges til mindst 150 GW i 2050. Ambitionen er, at landene kan levere halvdelen af den grønne strøm fra havvind, som EU har brug for i 2050 for derved at opnå sit mål om klimaneutralitet³. Det betyder, at der i de kommende år sættes skub i omstillingen fra fossil til grøn energi.

Regeringen har jf. figur 1 lanceret strategien *En køreplan for fangst, transport og lagring af CO₂*, som har til formål at sikre modning af den samlede værdikæde for CCUS. For at sikre en succesfuld implementering af CCUS, skal Fonden for Retfærdig Omstilling primært støtte forsknings- og innovationsaktiviteter, og støtter dermed den del af værdikæden, der vedrører indsatser, der arbejder med at identificere og løse teknologiske, videns-, uddannelses-, og organisatoriske barrierer og flaskehalse for etablering af en CCUS-infrastruktur i Danmark.

PtX

¹ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2021) "[Klimaaftale for energi og industri](#)":

² Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2019) "[Denmark's Integrated National Energy and Climate Plan](#)":

³ [Aftaletekst](#)



For at kickstarte udviklingen af grønne brændstoffer har regeringen lanceret ”Strategi for Power-to-X”⁴ (PtX-strategien), hvor regeringen opstiller fire pejlemærker, der skal fremme PtX i Danmark: 1) PtX skal kunne bidrage til opfyldelsen af Danmarks klimalov. 2) De regulatoriske rammer og infrastruktur skal være på plads, så Danmarks styrkepositioner kan udnyttes, og PtX på sigt kan agere på markedsvilkår. 3) Samspillet mellem PtX og energisystemet skal styrkes. 4) Danmark skal kunne eksportere Power-to-X-produkter og -teknologier. PtX-strategien sigter mod at sætte skub i produktion og forbrug af grønne brændstoffer. Danmark har i den forbindelse fokus på, at der skal være tale om en grøn brintproduktion, der er baseret på vedvarende energikilder. Dansk brint skal kunne kategoriseres som grøn brint. EU-Kommissionen sendte i juni 2022 den delegerede retsakt om VE-oprindelse af de såkaldte RFNBOs (RFNBO står for Renewable Fuels of Non Biological Origin) i høring. Den delegerede retsakt udspringer EU's VE-direktiv (RED II), og har til formål at definere, hvordan vedvarende energikilder (VE) kan bruges i elektrolyseprocessen, for at den producerede brint og de brintbaserede brændsler kan stemples som ’grønne.’ Definitionen sikrer, at langt de fleste danskproducerede Power-to-X-brændsler (PtX) til anvendelse i transport bliver stemplet som grønne med det samme.⁵ Kriterierne for støtte til PtX i regi af Fonden for Retfærdig Omstilling skal sikre, at brinten produceres efter reglerne i den delegerede retsakt.

Pyrolyse

Omstilling til en mere cirkulær økonomi skal bidrage til, at affaldsprodukter i højere grad genanvendes, samt til at der sker en bedre udnyttelse af naturressourcerne. Det kan bl.a. ske gennem udvikling af en cirkulær, bæredygtig bioøkonomi, hvor biologisk materiale produceres bæredygtigt, forarbejdes gennem bl.a. bioraffinering og anvendes til en række formål med høj samfundsøkonomisk gevinst. I en dansk kontekst er udviklingen af brun bioraffinering som fx pyrolyse og produktion af biokul et eksempel på en vigtig brik i at skabe en mere cirkulær og grøn økonomi, fordi det muliggør synergi med andre teknologier og en øget anvendelse af sidestrømme samt bedre udnyttelse af det eksisterende råvaregrundlag. Det forventede råmateriale er lokalt fremkommet husdyrgødning, halm, afgasset biomasse, vedfraktion fra have- og parkaffald, rester fra foder- og fødevarerproduktion, spildevandsslam, fiberfraktion fra bioraffinering af græs. Hensigten med initiativet er at muliggøre anvendelse af restprodukter, hvorfor der ikke vil være tale om anvendelse af biologisk materiale der fx kunne anvendes til fødevarer. Der ses ikke at være risiko for fx afskovning eller skovforarmelse eller ændret arealanvendelse.

Pyrolyseolie og pyrolysegas kan erstatte fossil olie og derved fungere som input til produktionen af bæredygtigt brændstof til fx fly, mens biokullet kan binde CO₂ i jorden. Der er endvidere et muligt potentiale ved brug af biokul i fx cement eller som ”carbon sinks”. Derved minimerer man udledningen af drivhusgasser i atmosfæren. Det foreslåede initiativ vedr. støtte til brun bioraffinering, fx ved pyrolyse, har primært til formål at understøtte den videre modning og udvikling af teknologien, så denne på sigt kan fungere på markedsvilkår. Pyrolyse anses for at være en central teknologi, som fører til økonomisk diversificering. Modning af teknologien bidrager i den forbindelse til at afhjælpe de omstillingsudfordringer, som Nord- og Sydjylland står overfor.

Udviklingsbehov i Nordjylland

I lyset af at Nordjylland har den højeste udledning af CO₂ pr. indbygger blandt de danske regioner, bør Fonden for Retfærdig Omstilling understøtte en grøn omstilling af den nordjyske industri og

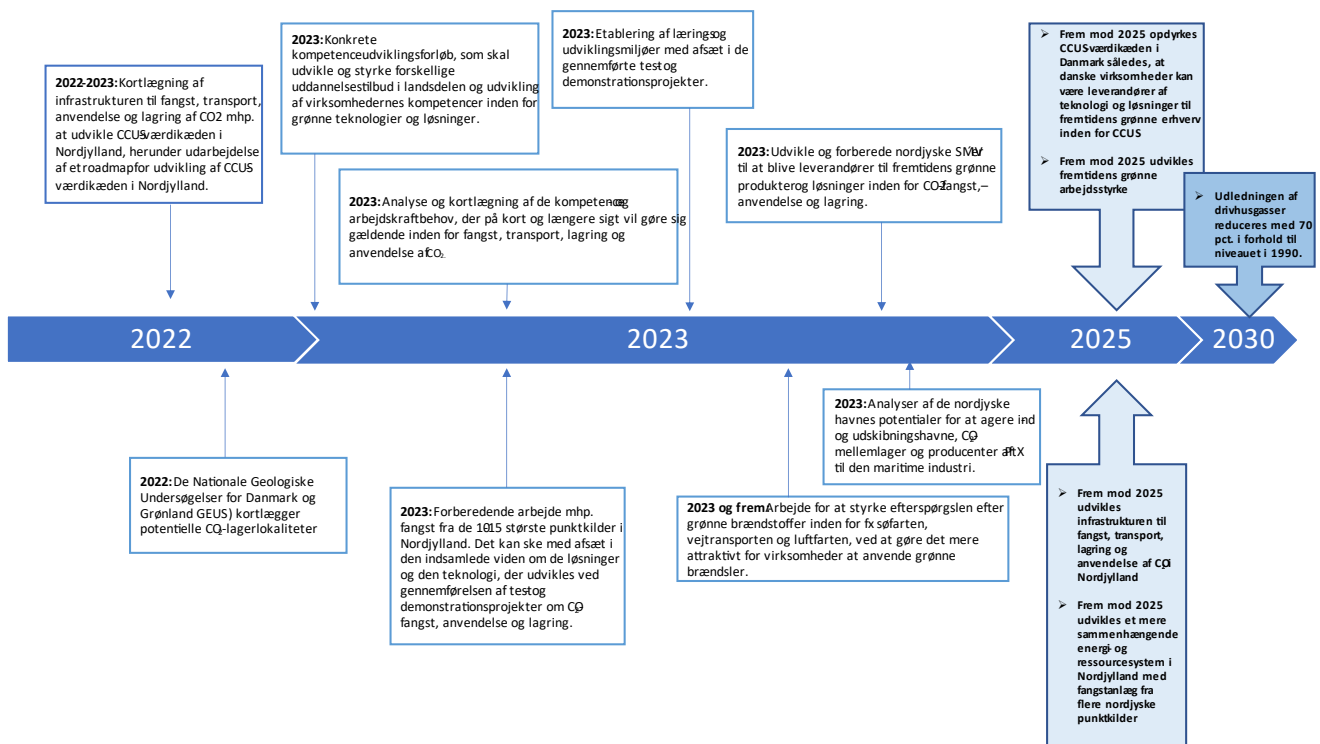
⁴ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2021) ”[Regeringens strategi for Power-to-X](#)”:

⁵ Brintbranchen (2022) ”[Ny EU-definition placerer danskproducerede grønne brændsler i førerfeltet i transportsektoren](#)”:



herigennem muliggøre, at Nordjylland kan realisere de brede erhvervs- og beskæftigelsesmæssige potentialer forbundet med CO₂-fangst, -lagring eller -anvendelse. Figur 4 nedenfor skitserer kerneaktiviteter frem mod 2030, der skal medvirke til at afhjælpe de omstillingsudfordringer som Nordjylland står over, og samtidigt sikre at Nordjylland indfrier ovennævnte potentialer til gavn for vækst, beskæftigelse og grøn erhvervsudvikling.

Figur 4: Udviklingsbehov og målsætninger frem mod 2030 i Nordjylland (også vedlagt som PowerPoint)



Nye grønne teknologier inden for CO₂-fangst, -lagring og -anvendelse (CCUS) udgør en stærk udviklingsmulighed for Nordjylland, da teknologierne på sigt forventes at kunne hjælpe energiintensive virksomheder inden for fx cementindustrien med at nedbringe deres CO₂-aftryk og derved danne grundlag for en ny værdikæde af forskellige grønne virksomheder med stort potentiale for jobskabelse, vækst og eksport. Analyser peger på, at investeringer i CO₂-fangst og -lagring samt PtX kan genere efterspørgsel efter 20.000 ekstra årsværk frem til 2030.⁶

For at kunne indfri potentialet inden for CCUS er der behov for at accelerere den teknologiske udvikling, som kan føre til nye grønne løsninger for de energiintensive virksomheder, og der er behov for parallelt at opbygge en grøn erhvervsinfrastruktur for CO₂-fangst og -lagring samt udvikle teknologier til anvendelse af indfanget CO₂ fx til grønne brændstoffer. Der vil endvidere være behov for udvikling af arbejdsstyrkens kompetencer til CO₂-fangst, -lagring og -anvendelse, herunder PtX. Der er gode muligheder for, at der i Nordjylland kan opbygges en CCUS-infrastruktur. Foruden tilstedeværelsen af virksomheder, der kan få gavn af CO₂-fangst, er der i Nordjylland også lovende muligheder for at lagre CO₂ i undergrunden. Som figur 5 illustrerer, har Nordjylland den geografiske

⁶ Dansk Energi (2020) ”[Beskæftigelseseffekter af investeringerne i den grønne omstilling.](#)”:

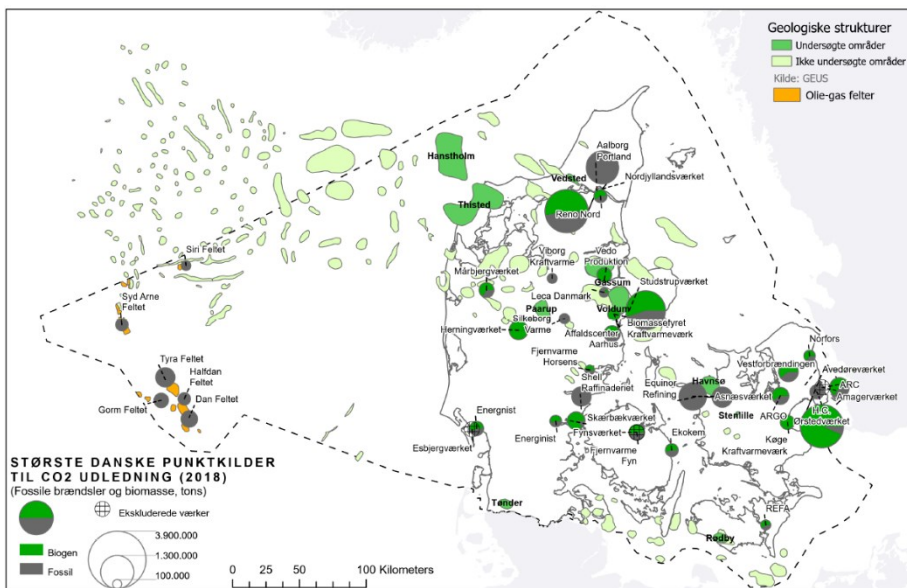


nærhed til potentielle CO₂ lagringsstrukturer i de tidligere olie- og gasfelter i Nordsøen og på land. Dertil kommer Nordjyllands geografiske placering i forhold til energioen i Nordsøen.

Brugen af udtjente olie- og gasfelter til lagring af CO₂ vil bidrage til at fastholde virksomheder og arbejdspladser i Nordjylland og Syddjylland, som står for drift og servicering af CO₂-lagrene, og som ellers ville være i fare for at forsvinde som følge af udfasning af olie- og gasudvinding. På baggrund af et norsk studie af beskæftigelseseffekter ved CO₂-lagring⁷, vurderes det, at en dansk indsats vil kunne skabe 5.000-10.000 arbejdspladser i 2030. I relation til fastholdelse af arbejdspladser skønnes det i en rapport fra Danske Metal (2021) at der ved en konvertering af olie- og gasfelterne i Nordsøen til CCS- anlæg, vil kunne fastholdes 3.290 arbejdspladser som led i drift, vedligeholdelse og servicering af de nye CCS-anlæg.⁸

Derudover peges der på, at der kan skabes over 500 arbejdspladser i søfarten grundet behov for transport af CO₂, hvilket vil kræve om- og opkvalificerende indsatser af arbejdsstyrken, da det vil kræve nye kompetencer at transportere CO₂, brint mv. til lagring og anvendelse. Under partnerskabsdrøftelserne i forbindelse med udarbejdelse territorialplanen for Retfærdig Omstilling og det nationale program, blev der peget på, at der er en stort set 1:1 sammenhæng mellem arbejdspladser og kompetencer til olie- og gasindvinding og til beskæftigelse og kompetencer til lagring af CO₂ i udtjente olie-felter, da der i begge tilfælde er behov for fx reservoir-ingeniører, pipe-line-ingeniører, drilling-ingeniører mv.

Figur 5: Største danske punktkilder til CO₂ udledning (2018)



I Nordjylland – tæt på Hobro – findes der desuden saltkaverner, som på sigt kan bruges til at lagre energi i form af grønne gasser – herunder brint. Brint kan bl.a. kombineres med fangst af kulstof med henblik på at producere en række CCU-produkter (Carbon Capture and Utilization, CCU henviser til en række af teknologier, hvorved CO₂ anvendes i andre produkter).

Der er et stort potentiale for at mindske klimabelastningen gennem CO₂-fangst for de nordjyske industrivirksomheder. Samtidigt kan CCUS indebære brede erhvervs- og beskæftigelsesmæssige

⁷ SINTEF (2020) ”[Industrielle muligheder og arbejdspladser ved CO₂-håndtering i Norge](#)”

⁸ Fastholdelse af arbejdskraft i Nordsøen ved etablering af CCS-anlæg, Danske Metal, september 2021



potentialer for hele Nordjylland. Skal der i Nordjylland etableres en CCUS-infrastruktur, vil det i udviklings- og etableringsfasen skabe beskæftigelse i Nordjylland samt stimulere øget efterspørgsel og beskæftigelse i byggesektoren. Samtidigt vil det på længere sigt føre til vækst og beskæftigelse til fx drift i forbindelse med både fangst, transport og lagring af CO₂. Endvidere vurderes det, at mange af de arbejdsfunktioner, der skal varetages i forbindelse med etablering og drift af lagringsanlæg, er overlappende med de kompetencer, der bruges inden for olie- og gassektoren, hvor Danmark i forvejen har stærke kompetencer. Her vil den maritime sektor, som udgør 2,4 pct. af den samlede beskæftigelse i Nordjylland (hvor den samlede beskæftigelse i Det Blå Danmark ligger på 2,1 pct⁹), også kunne spille en stor rolle. Både i forhold til at fragte CO₂'en til lagring, men også den bredere industri, hvor der bl.a. kan være behov for kompetencer inden for dekommissionering, når udtjente oliefelter skal anvendes til CO₂-lagring.

Nordjyske virksomheder har endvidere mulighed for at udvikle særlig ekspertise inden for forskellige dele af industrien omkring CO₂-fangst, -lagring eller -anvendelse, herunder som underleverandører, og specialisere sig inden for den erhvervs-mæssige anvendelse og udvikling af CO₂-fangst-teknologi. På den lange bane kan der også udvikles et nyt privat marked for Power-to-X, hvor energivirksomheder vil kunne sælge Power-to-X-produkter til en række aftagere inden for fx den maritime industri eller flybranchen.¹⁰

Nordjylland har endvidere et stort potentiale i relation til udvikling og opskalering af brun bioraffinering i form af pyrolyse, da den grundlæggende infrastruktur allerede er etableret i Nordjylland i form af et netværk af biogasanlæg. Det er tidligere anslået, at pyrolyse på landsplan har et teknisk reduktionspotentiale i størrelsesordenen 2 mio. tons CO₂e i 2030. Der foreligger ikke data for beskæftigelsespotentialet specifikt for brun bioraffinering, men en rapport fra Fagbevægelsens Hovedorganisation (2020) har peget på, at en investering i bioraffinering og opskalering af anlæg (f.eks. mhp. produktion af grønne proteiner) potentielt vil kunne generere 7000 årsværk på landsplan.¹¹

Udviklingsbehov i Sydjylland

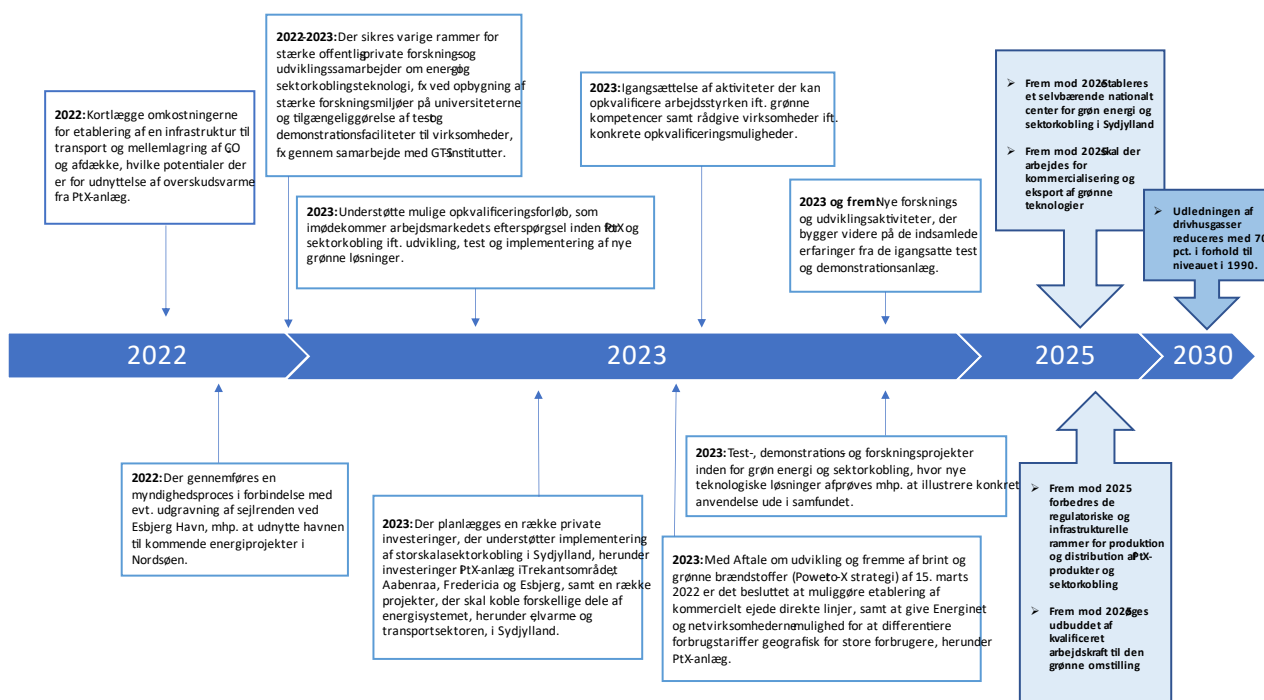
På baggrund af at udfasningen af olie- og gasproduktionen rammer arbejdsmarkedet i Sydjylland særlig hårdt bør Fonden for Retfærdig Omstilling understøtte en grøn omstilling af den sydjyske industri, og herigennem muliggøre at Sydjylland kan realisere de brede erhvervs- og beskæftigelsesmæssige potentialer forbundet med nye grønne nøgleteknologier, som fx PtX, CO₂-fangst, -lagring eller -anvendelse, og dermed afbøde de betydelige beskæftigelsesmæssige og socioøkonomiske udfordringer som følge af olie- og gasindustriens igangværende afvikling. Figur 6 nedenfor skitserer kerneaktiviteter frem mod 2030, der skal medvirke til at afhjælpe de omstillingsudfordringer som Sydjylland står over, og samtidigt sikre at landsdelen indfrier ovennævnte potentialer til gavn for vækst, beskæftigelse og grøn erhvervsudvikling.

Figur 6: Udviklingsbehov og målsætninger frem mod 2030 i Sydjylland (også vedlagt som PowerPoint)

⁹ Danmarks statistik (2021) "[Beskæftigelse i Det Blå Danmark](#)"

¹⁰ EnergiWatch (2021) "[Eurowind får ja til to nye PTX-anlæg i Nordjylland](#)"

¹¹ Fagbevægelsens Hovedorganisation (2020) "[Sammen skaber vi Danmark- sammen skaber vi grøn omstilling](#)"



Danmark har med beslutningen om opførelsen af de kommende havvindmølleparker ved den jyske vestkyst, etablering af en energiø i Nordsøen, og beslutningen om at indføre en slutdato for alle olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen i 2050¹² for alvor iscenesat Sydjylland som hovedaktør i omstillingen fra olie og gas til grøn energi. Sydjylland har gode muligheder for at indfri erhvervspotentialerne i omstillingen af olie- og gasindustrien til grøn energi, ikke mindst fordi en række nabolande også har fastsat betydelige ambitioner for udbygning af havvind i Nordsøen. Det er blandt andet udtrykt i EU-Kommissionens ambition om, at havvindkapaciteten i Europa skal være udbygget til 300 GW i 2050.¹³

De store investeringer i energiinfrastrukturen, herunder havvindmølleparkerne, tæt på og i Sydjylland bevirker, at Sydjylland har gode forudsætninger for at udvikle og afprøve produktion af nye grønne brændsler af strøm og brint – PtX. Sydjylland har desuden også gode forudsætninger for at udvikle og afprøve PtX-løsninger i større skala, bl.a. som følge af en række toneangivende, højteknologiske grønne virksomheder i Trekantsområdet. Her er der bl.a. truffet beslutning om et storskala PtX-demonstrationsanlæg, som, hvis fuldt udbygget, vurderes at kunne levere brint til 3-4.000 busser eller lastbiler dagligt. Det schweiziske energiselskab H2 Energy Europe planlægger desuden at investere et milliardbeløb i opførelsen af Europas største PtX-anlæg i Esbjerg, som efter planen skal stå klar i 2024 og kan skabe 200-300 arbejdspladser.¹⁴ Med henblik på, at indfri de beskæftigelsesmæssige potentialer forbundet med de ovennævnte anlægsinvesteringer, hvoraf Europas største PtX-anlæg forventes operationelt allerede i 2024, kræver det igangsættelse af om- og opkvalificerende forløb for dele af arbejdsstyrken, der på nuværende tidspunkt er beskæftiget i olie- og gasindustrien.

¹² Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2020) ”[Aftale mellem regeringen \(Socialdemokratiet\), Venstre, Dansk Folkeparti, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti og Det Konservative Folkeparti om fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen af 3. december 2020](#)”

¹³ Dansk Energi, ”[Nyt ambitiøst havvindsudspil fra EU](#)”

¹⁴ Esbjerg Kommune (2021) ”[Nyt stort Power-to-X-anlæg på vej i Esbjerg](#)”



Lagring af CO₂ (CCS) er en anden ny grøn nøgleteknologi, som rummer et særligt erhvervspotentiale for Sydjylland, hvor udtjente olie- og gasfelter i Nordsøen kan bruges som CO₂-lager. Som figur 5 viser, har Sydjylland og den geografiske nærhed til potentielle CO₂ lagringsstrukturer i de tidligere olie- og gasfelter i Nordsøen og på land, samt en fordelagtig placering i forhold til energiyøen i Nordsøen. Konkret er der planer om at forberede tre udtjente gasfelter i Nordsøen vest for Esbjerg til testprojekter inden for CO₂-lagring. I forbindelse med Nordsøaftalen blev aftaleparterne enige om at afsætte 200 mio. kr. til en pulje til udviklings- og demonstrationsprojekter for CO₂-lagring i Nordsøen, hvilket har til hensigt at bidrage til en begyndende omstilling af olie- og gasinfrastrukturen til CO₂-lagringsfaciliteter. I forlængelse af beslutningen om at indstille olie- og gasefterforskningen blev der afsat midler til at støtte forskning- og udvikling af perspektiverne for sikker CO₂-lagring i udtjente i et udtømt olie- og gasfelt (Nini West). Regeringer har derved allerede igangsat en række initiativer, som støtter op om en CCUS-infrastruktur. I lyset af at Fonden for Retfærdig Omstilling ikke kan finansiere hele etableringen af en CCUS-infrastruktur, prioriteres midlerne fra Fonden for Retfærdig Omstilling til at støtte forsknings- og innovationsaktiviteter, og støtter dermed den del af værdikæden der vedrører indsatser, der arbejder med at identificere og løse teknologiske, videns-, uddannelses-, og organisatoriske barrierer og flaskehalse for etablering af en CCUS-infrastruktur i Danmark. Fonden for Retfærdig Omstilling kan fx medvirke til at sikre en accelereret indsats for etablering af CO₂-hubs i Nord- og Sydjylland— CO₂-hubs er knudepunkter og opsamlings- og transportcentraler i en infrastruktur for CCS og CCU/PtX.

Analyser vurderer, at investeringer i CO₂-fangst og -lagring samt PtX kan skabe efterspørgsel på op til 20.000 ekstra årsværk frem til 2030.¹⁵ OECD peger i rapporten ”Innovation and Industrial Policies for Green Hydrogen” (2021) endvidere på, at Danmark, Tyskland og Østrig er de lande med den højeste specialisering inden for brintteknologier, hvorfor Danmark kan siges at have en konkurrencemæssig god position. Danske virksomheder har et godt udgangspunkt for at skabe fremtidens løsninger og produkter til at understøtte omstillingen til en klimaneutral økonomi.

Med henblik på at udnytte Sydjyllands potentialer og i takt med at olie- og gasaktiviteterne nærmer sig 2050-slutdatoen i Nordsøen er der behov for en særlig indsats for at fastholde branchens højt specialiserede arbejdskraft i landsdelen. Samtidig giver udfasningen mulighed for, at branchens arbejdskraft kan benyttes i de voksende grønne brancher, fx i offshore-havvindmøllesektoren eller i relation til PtX. Der kan også være et særligt potentiale for at bruge olie- og gassektorens arbejdsstyrke i relation til CO₂-lagring, hvor der fx vurderes at være et overlap i behovet for specifikke ingeniør-kompetencer.

For at afhjælpe de socioøkonomiske og beskæftigelsesmæssige udfordringer, som landsdelen står over for i forbindelse med udfasningen af produktion af fossilt brændsel, og samtidigt sikre at den nødvendige arbejdskraft med de rette kvalifikationer og kompetencer er til rådighed vil det være nødvendigt at der igangsættes en målrettet opkvalificeringsindsats og evt. omskoling af arbejdsstyrken fra olie- og gasbranchen.

¹⁵ Dansk Energi (2020): ”[Beskæftigelseseffekter af investeringerne i den grønne omstilling](#)”,