

Februar 2020



HVORDAN REDUCERES CO₂-UDLEDNINGEN MED 70%?

- HVORDAN KAN DANSKE ERHVERVSMÆSSIGE KOMPETENCER OG STYRKEPOSITIONER BRINGES I SPIL INDENFOR NYTÆNKENDE GRØNNE LØSNINGER?
- HVORDAN KAN OMSTILLINGEN FINANSIERES MEST EFFEKTIVT FOR DET DANSKE SAMFUND?

Rapport udarbejdet af
Joachim Sperling og Palle Sørensen

HOVEDKONKLUSIONER

- Hvis Danmark skal nå målet om at reducere CO₂-udledning med 70%, vil det kræve en massiv udbygning af grøn strøm – navnlig fra vindmøller. Det kan kombineres med solenergi, da solen ofte skinner, når vinden ikke blæser. Det er ikke muligt at nå målet ved at spare på energien, med mindre vi vil reducere den økonomiske vækst.
- Energistyrelsens basisfremskrivning tilsiger, at vi frem mod 2030 vil have 2,5 gange så meget grøn strøm som i dag. Men skal målet nås, er det nødvendigt med fem gange så meget strøm som i dag. Det vil kræve investeringer alene i havvindmøller på næsten 200 mia. kr.
- Axcelfutures opgørelse viser, at vi lige nu kun kan finde en reduktion på 59% CO₂. Skal vi nå målet om 70% reduktion, skal der tages potente virkemidler i brug, som vi i dag kun har begrænset erfaring med.
- Skal målet om en 70% reduktion nås, vil det derfor kræve investeringer i teknologier, der i dag ikke er fuldt skaleret. Det drejer sig fx om Power to X teknologier, der i princippet vil kunne fortrænge CO₂ i transportsektoren, hvor potentialet er klart størst, og hvor det er muligt at skalere markant. Initiativerne skal understøttes af afgifter og tilskud for at opnå den fornødne virkning.

BAGGRUND: KLIMALOV OG POLITISK MÅL OM ELEKTRIFICERING AF SAMFUNDET

Regeringen ønsker at reducere CO₂-udledningen¹ med 70% frem mod 2030 (i forhold til niveauet i 1990) og at opnå et helt CO₂-neutralt samfund inden 2050. Det vil kræve store investeringer navnlig i energisektoren, i forsyningssektoren og de sektorer, der skal elektrificeres – herunder transportsektoren. Klimaloven er vedtaget af et bredt politisk flertal, og næste skridt er at få en klimahandlingsplan på plads i løbet af 2020. Axcelfuture ønsker at bidrage til, hvordan klimahandlingsplanen kan udmøntes og finansieres.

Den afgørende transmission er bevægelsen mod et mere elektrificeret samfund, som kan afløse fossile brændsler i forsyningssektoren, i transportsektoren og i industrien. Det skal opnås gennem en drastisk forøgelse af produktionen af strøm fra navnlig vindenergi. Energistyrelsen har allerede udarbejdet en grovscreening af områder i Nordsøen og det øvrige Danmark, der viser, at man kan etablere mindst 12 GW kapacitet vedvarende energi (VE), udover hvad vi allerede har i dag, som samlet set ligger på 5 GW. Hertil kommer, at Ørsted har identificeret et område ved Bornholm, hvor der kan etableres op til 3GW havvindkapacitet.

Energi- og forsyningssektorerne har allerede hentet to tredjedele af den samlede reduktion siden

¹ Gennem hele analysen bruges betegnelsen CO₂ for CO₂-ækvivalenter

1990 indtil nu, og det bliver også her, der fremover skal hentes en god del af den samlede reduktion på 70% frem mod 2030. Energisektoren vil nemlig skulle levere den strøm, der fremover skal bruges i langt højere grad indenfor forsyning, transport, bolig og industri.

Der er allerede helt konkrete planer. Eksempelvis er der sat et officielt dansk mål om at øge antallet af elbiler fra det nuværende meget lave niveau og op til en halv eller en hel million inden 2030. Det vil stille øgede krav til elforsyning og transmissionssystemet i Danmark. Der er dog også grænser for, hvor stor en del af samfundet, der kan elektrificeres. Det vurderes, at kun op til 60% er realistisk, da fly og anden tung transport samt visse industrielle processer i dag kræver fossile brændselstyper. Dem kan man dog også på sigt gøre bæredygtige fx ved hjælp af den såkaldte Power to X teknologi (PtX) eller biogasbaserede løsninger.

Et af de væsentligste virkemidler i forhold til ikke blot den danske 70% målsætning, men også opfyldelsen af Parisaftalen for landene i Nordvesteuropa, er en markant bedre udnyttelse af den meget betydelige vindenergiressource i Nordsøen og i Østersøen. Dette kan i praksis ske mest effektivt ved etablering af en række energitårne, hvor især Nordsøen bliver samlingssted (hub) for et antal offshore vindfarme. Både EU Kommissionen og Energinet.dk har i samarbejde med internationale partnere lavet grundige studier af, hvordan et sådant system af energitårne vurderes nødvendige for at leve op til Paris-aftalen for landene omkring Nordsøen og samtidig bidrage signifikant til et stærkt og effektivt grønt energisystem i regionen.² Der er i Finansloven for 2020 afsat 30 mio. kr. til at undersøge etableringen af en energitårn i Nordsøen nærmere. I en dansk kontekst er det endvidere relevant at undersøge mulighederne ved Bornholm, navnlig fordi man da får etableret mere VE til gavn for Storkøbenhavn, hvor behovet er stort.

BOKS 1: HOVEDPUNKTERNE I KLIMALOVEN

Klimaloven fastslår, at Danmark skal levere 70% reduktion af drivhusgasser i 2030. For at sikre, at målet bliver nået, skal der opstilles et delmål i 2025, som skal indgå i klimahandlingsplanen, der vedtages inden sommer 2020. Hvert femte år skal der sættes et delmål med et tiårigt perspektiv. I 2025 et mål for 2035, i 2030 for 2040 og så videre. Et nyt delmål må ikke være mindre ambitiøst end det seneste fastsatte delmål, og et styrket Klimaråd skal følge op hvert år.

Klimaministeren skal hvert år i september fremlægge et klimaprogram med initiativer på kort og langt sigt, der viser, hvad regeringen gør for at nå klimalovens mål. Reduktionerne i drivhusgasserne skal ske på dansk grund, fastslår loven. De nationale drivhusgasudledninger opgøres i overensstemmelse med FN's opgørelsesregler.

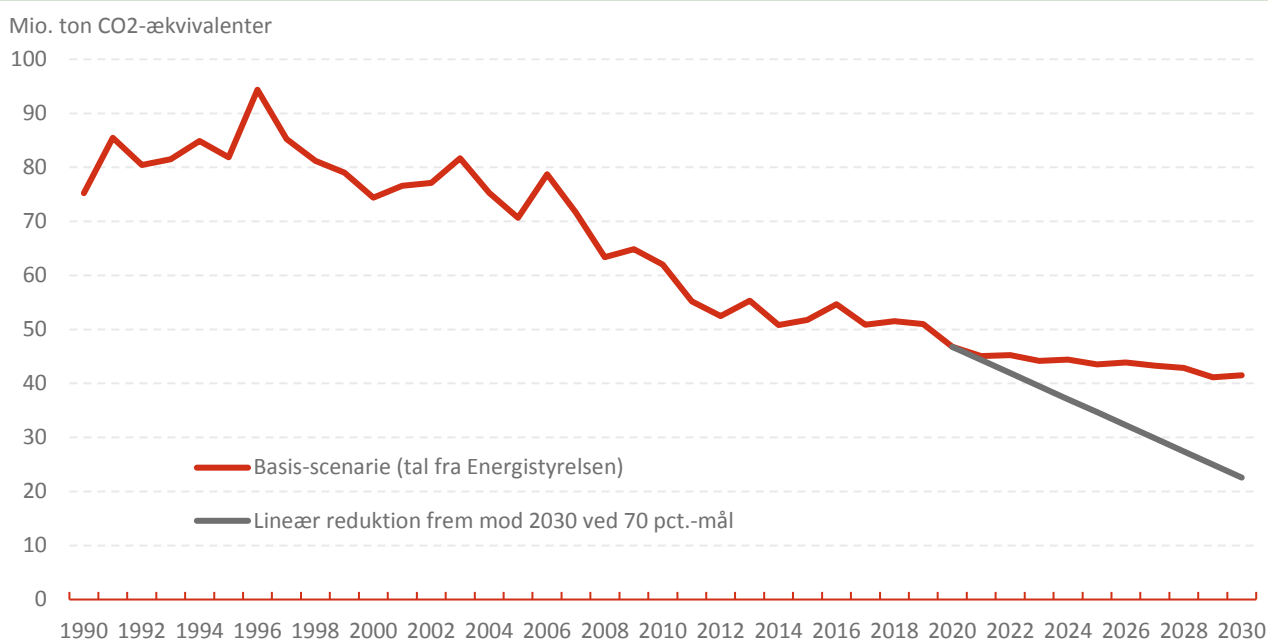
Skulle der mangle nogle få procent i at nå 70% målsætningen til sidst, er der en sidste udvejsklausul. Her kan partierne mødes igen og finde andre løsninger - eksempelvis køb og annullering af CO2-kvoter - hvis det er nødvendigt for at nå målet

² <https://northseawindpowerhub.eu>

70 PROCENTS-MÅLSÆTNINGEN ER MEGET AMBITIØS

Ifølge Energistyrelsens basisfremskrivning, som indeholder effekterne af allerede truffne beslutninger om bl.a. nye havvindmølleparker, vil Danmark i 2030 udlede ca. 41 mio. ton CO₂. Det vil være en reduktion på ca. 43% i forhold til 1990.

FIGUR 1: CO₂-ÆKVIVALENTER PÅ DANSK JORD



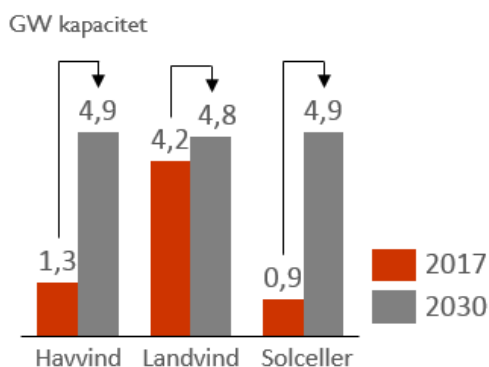
Note: Udledninger er inkl. LULUCF

Kilde: Energistyrelsen og egne beregninger

Forsyningssektoren har leveret det største absolutte bidrag til den reduktion, der allerede forventes frem mod 2030, hvilket navnlig skyldes brug af biomasse i kraftvarmesektoren frem for kul, samt en markant forventet udbygning af VE. Konkret vurderes VE-kapaciteten i havvind at stige fra 1,3 GW i 2017 til 4,9 GW i 2030, landvind at stige fra 4,2 GW i 2017 til 4,8 GW i 2030 og solceller fra 0,9 GW i 2017 til 4,9 GW i 2030, se også figur 2. Ifølge basisfremskrivningen vil produktionen af VE-elektricitet overgå efterspørgslen allerede i 2028 i fravær af yderligere tiltag. I 2030 forventes produktionen at være 109% af forbruget. Samtidig er der allerede indregnet et markant bidrag til efterspørgslen fra ca. 315.000 el-biler i 2030.³

³ Baseret på en forventning om 3,5 mio. biler i 2030 jf. Ea Energianalyse, 2019, Klima-KPI for Dansk Industri, samt at elbilsandelen udgør 9% i 2030 jf. basisfremskrivningen.

FIGUR 2: FORVENTET VE KAPACITET I FRAVÆR AF NYE TILTAG



Kilde: Energistyrelsen, 2019, basisfremskrivning, s. 44

Ud fra tabel 1 fremgår det, at vi har 109% VE i 2030. Både import og eksport af strøm ventes at stige markant. Det skyldes, at vinden ikke blæser hele tiden, og at det i 2030 er antaget, at det fortsat ikke er muligt at lagre VE i noget videre omfang.

Selv med 109% VE i 2030 er der altså behov for at importere ca. halvdelen af det indenlandske forbrug, hvilket potentielt kan være strøm fra fossile brændsler eller strøm fra A-kraft. Det understreger, at der er et meget stort behov i Danmark for at udvikle lagringsteknikker, der kan give en tilfredsstillende "baseload" af strøm, uden at vi behøver at opretholde et dualt energisystem med opretholdelse af traditionelle kraftvarmeværker – det er naturligvis en meget dyr løsning. Der vil under alle omstændigheder også være brug for flere interconnectors for at binde Danmark bedre sammen med de øvrige elmarkeder i Nordeuropa.

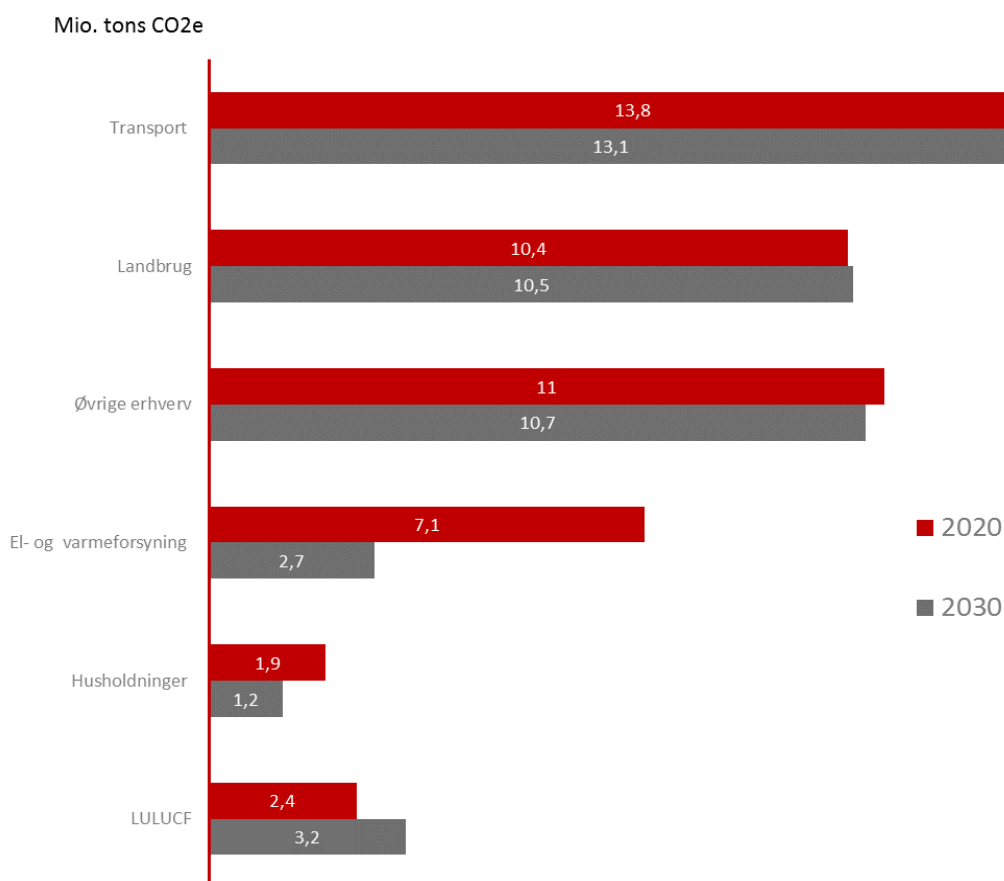
TABEL 1: ENERGIBALANCE I ELPRODUKTIONEN FREM TIL 2030 UDEN YDERLIGERE TILTAG

	Produktion			Udenrigshandel			Forbrug			VE af indenlandsk elforsyning (pct.)
	VE	Ikke-VE	I alt	Import	Eksport	Nettoimport	DK	Distributions-tab mm.	I alt	
1990	2*	24*	26	7	29	4	33	5*
2000	6	30	36	8	8	1	33	4	37	16
2010	13	26	39	11	12	- 1	33	5	38	35
2020 (basis)	29	7	35	23	21	2	34	3	37	77
2030 (basis)	52	2	54	25	31	- 6	45	3	48	109

Kilder: Energistatistik 2018, s. 11 & 12, Basisfremskrivning 2019, factsheet, el månedsstatistik (energistyrelsen) og egne beregninger. VE og ikke-VE i 1990 opgjort på baggrund af VE andel for 1994, da 1990 tal ikke er tilgængelige.

For at nå målsætningen om 70% reduktion fra 1990 skal CO₂ udledningen i 2030 være omkring 22,5 mio. tons. Det vil sige, at der skal besluttes nye initiativer, som reducerer CO₂ udledningen i 2030 med yderligere 19 mio. ton. I figur 3 er det vist, hvordan den forventede udledning fordeler sig på henholdsvis transport, landbrug, øvrige erhverv, forsyning, husholdninger, LULUCF samt øvrige (procesrelaterede).⁴

FIGUR 3: FORVENTET UDLEDNING I 2030 JF. BASISFREMSKRIVNING



Kilde: Energistyrelsens basisfremskrivning 2019.

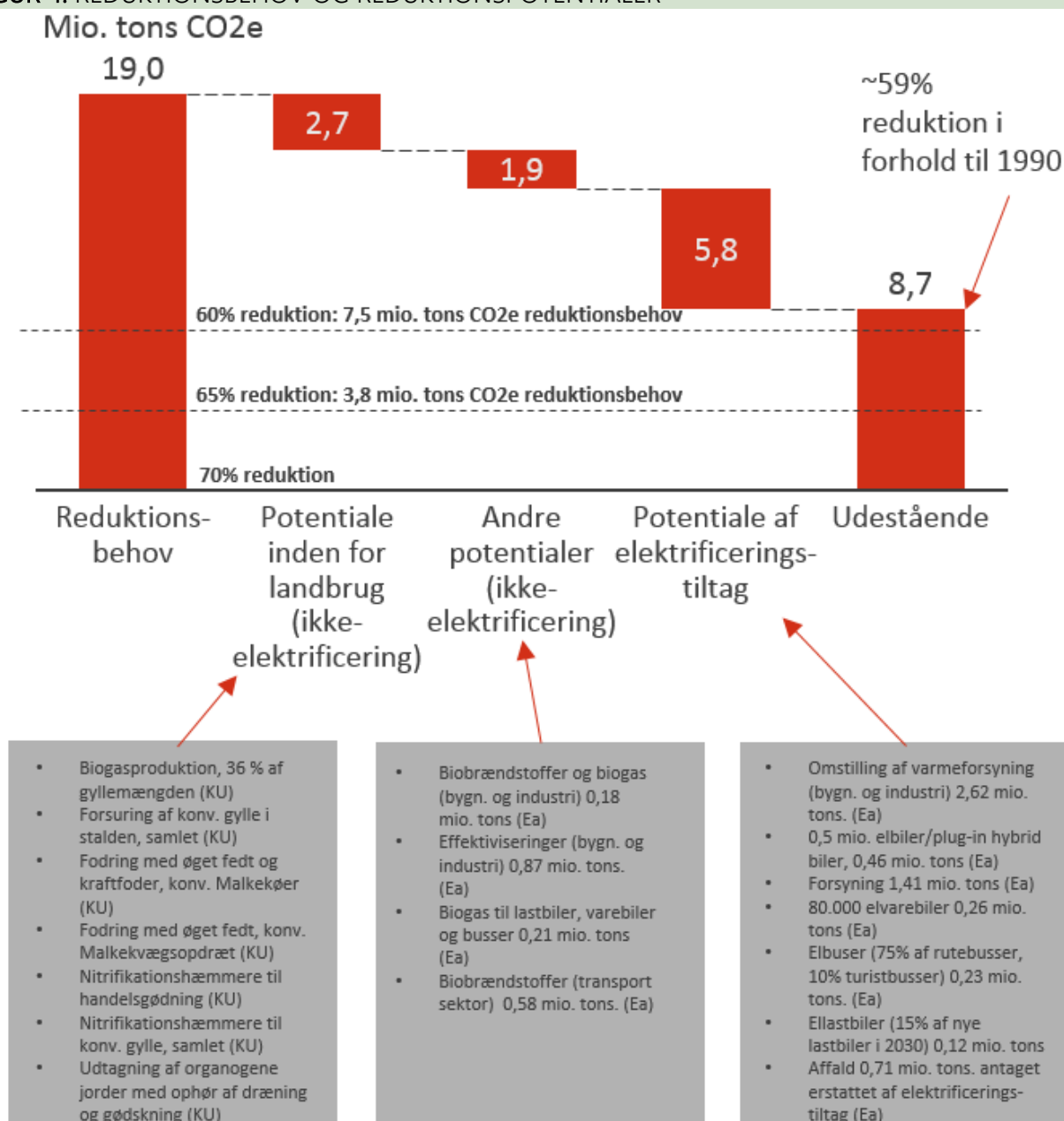
Særlig transport, landbrug og erhverv må forventes at skulle bidrage markant, hvis 2030-målsætningen skal kunne nås. Energisektoren og forsyningssektoren spiller også en central rolle for, at det overhovedet er realistisk at nå i mål, ikke kun i form af grøn varme og el til traditionelle formål (udledningen i el- og varmforsyningen forventes dog "kun" at være 2,7 mio. tons i 2030), men særligt ved at levere meget mere grøn el til nye løsninger indenfor bl.a. transport og industri.

⁴ Øvrige omfatter procesrelaterede udledninger fra industrigasser, kemikalieindustri, cementproduktion samt udledninger fra håndtering af affald og spildevand

Regeringens 2030-målsætning kræver nye løsninger

Med allerede kendte tiltag er der stadig et markant udestående, jf. figur 4. Konkret vurderer forskere fra Københavns Universitet, at en lang række tiltag inden for landbruget har et reduktionspotentiale på i omegnen af 2,7 mio. tons CO₂. Dertil kommer et bidrag på 1,9 mio. tons CO₂ fra øget brug af biobrændstoffer og biogas i bygninger, erhverv og transport samt effektiviseringer. Disse tiltag kan reducere udledningen uden en betydelig udbygning af VE.

FIGUR 4: REDUKTIONSBEHOV OG REDUKTIONSPOTENTIALER



Kilde: Basisfremskrivning 2019, KU (2018) Omkostninger ved virkemidler til reduktion af landbrugets drivhusgasemissioner, tabel 1.2, Ea Energianalyse 2019, Klima KPI for Dansk Industri

Yderligere peger Ea Energianalyse i en rapport for DI på en række tiltag, der potentielt kan reducere udledningen med 5,8 mio. tons CO₂:

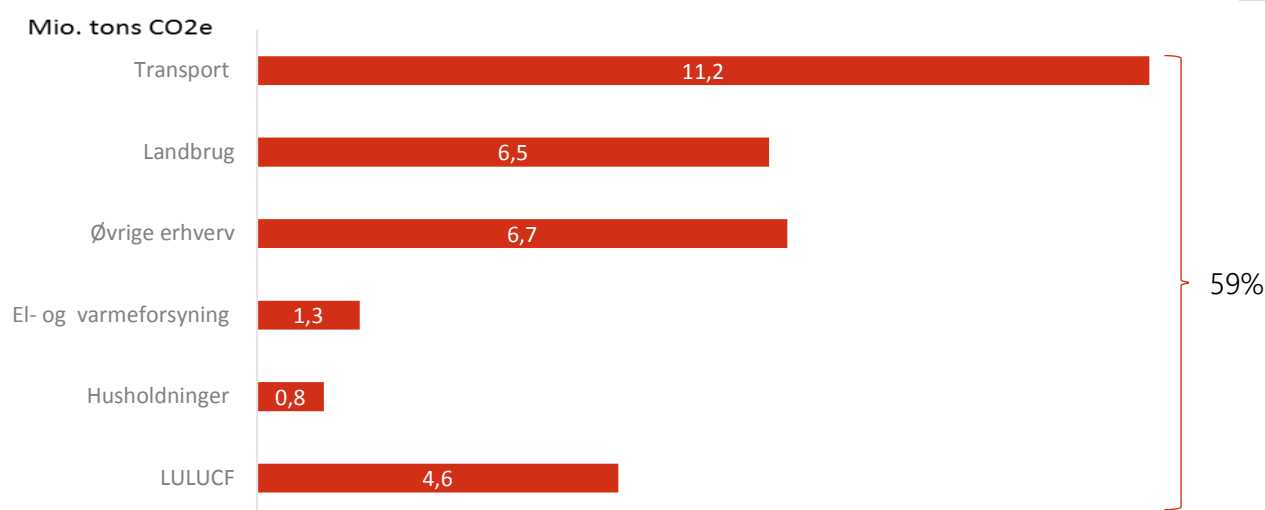
- Omstilling af varmeforsyning (bygninger og industri) til varmepumper mv. kan reducere udledningen med ca. 2,62 mio. tons CO₂ i 2030.
- 0,5 mio. elbiler/plug-in hybridbiler vurderes at reducere udledningen med 0,46 mio. tons CO₂ i 2030.
- El- og fjernvarmeforsyningen kan levere yderligere reduktioner på ca. 1,41 mio. tons CO₂ i 2030.
- 80.000 elvarebiler vil give reduktioner på i omegnen af 0,26 mio. tons CO₂ i 2030.
- Elbusser (75% af rutebusser, 10% turistbusser) kan levere 0,23 mio. tons CO₂ i 2030.
- Ellastbiler (15% af nye lastbiler i 2030) vurderes at give reduktioner på ca. 0,12 mio. tons CO₂ i 2030.
- Mindre affaldsforbrænding vurderes at levere en reduktion på 0,71 mio. tons CO₂ i 2030.

Disse tiltag vil kræve yderligere udbygning af den vedvarende elproduktion, således at den øgede efterspørgsel ikke mødes af øget fossil elproduktion gennem fx tyske kulkraftværker.

Der er dog et betydeligt udestående på ca. 8,7 millioner, hvor det endnu er uklart, hvilke konkrete forslag der skal til for at nå 2030-målsætningen.⁵ For eksempel er der en række tiltag, herunder produktion af biokul, Carbon Capture and Storage (CCS), og Power-to-X (PtX), som kan bidrage til at nå regeringens målsætning. Det er dog for nuværende svært at vurdere, hvor stort potentialet er frem mod 2030, da teknologierne endnu ikke er implementeret i stor skala.

I figur 5 har vi fratrukket reduktionspotentialerne fra KU og EA Energianalyse fra Energistyrelsens basisfremskrivning og fordelt dem på brancher. Selv disse reduktioner vil stille krav om en markant indsats. Det ses, at transportsektoren ikke reducerer udledningen i noget videre omfang. Det skyldes, at basisfremskrivningen tilsiger, at antallet af "sorte" biler fortsat vil ligge på 2,5 mio. i 2030 – nogenlunde som i dag. Udfordringen består derfor i at sikre at væksten i antallet af biler bliver af el- eller hybridtypen. Det er i lyset af denne udvikling at målsætningen om 1 mio. elbiler i 2030 skal ses.

FIGUR 5: UDLEDNING I 2030 HVOR KENDTE REDUKTIONSPOTENTIALER TAGES I BRUG



Kilde: Basisfremskrivning 2019

⁵ Ea Energianalyse har bl.a. antaget et reduktionspotentiale på 1,4 millioner tons CO₂-ækvivalenter inden for miljø og 0,4 millioner tons CO₂ ækvivalenter inden for andre emissioner. Der er dog ikke specifikke forslag, der giver anledning til disse reduktioner, og de er derfor udeladt.

Vælges fx PtX-vejen kan der reduceres massivt, men behovet for VE stiger markant

Såkaldte PtX-produkter kan i princippet fortrænge fossile drivmidler i transporten. PtX er en teknologi, hvor el benyttes til at lave brint, som potentielt senere forædles med fx CO₂ eller biogas, hvorved man har et klimaneutralt flydende brændstof.⁶ Udfordringen er imidlertid, at teknologien endnu ikke i tilstrækkeligt omfang er konkurrencedygtig i forhold til de fossile alternativer. Det gælder hvad angår fremstilling af PtX-produkter, og det gælder også den nødvendige investering i de teknologier, der skal gøre det muligt at anvende PtX til processer indenfor industri, transport og forsyning.

En sådan strategi vil desuden kræve massive investeringer i henholdsvis yderligere elproduktion fra vedvarende kilder samt investeringer i både elektrolyseanlæg og anlæg til opgradering af brintgassen. Lykkes man med denne løsning, vil det potentielt kunne bruges mere eller mindre direkte i den eksisterende bilpark mv.

Spørgsmålet er så hvor meget ekstra strøm, der skal til for at fortrænge et udestående på 14,5 mio. ton (altså de 5,8 mio. ton fra Ea Energianalyses beregninger plus udeståendet på 8,7 mio. tons). Svaret er, at der skal opstilles i omegnen af 14GW ekstra havvind.⁷ Skønnet er baseret på en række antagelser om hvor meget CO₂ VE kan fortrænge - se boks 2.

BOKS 2: METODE TIL BESTEMMELSE AF BEHOVET AF HAVVIND TIL REDUKTIONER AF UDLEDNINGEN GENNEM PTX

Skønnet for behovet for havvind til reduktioner af udledningen gennem PtX er baseret på en række antagelser og kilder:

Forventet forbrug af fossil benzin og diesel i 2030 og tilsvarende udledning

Baseret på aktuelt forbrug af fossile drivmidler, væksten i energiforbruget i transport i basisfremskrivningen fra 2020-2030 og data fra DrivkraftDanmarks 2050 plan er det estimeret, at forbruget af fossil benzin og diesel i 2030 vil være ca. 3,4 mio. tons (fraregnet fyringsolie, som antages fortrængt af varmepumper mv. i 2030). Omregnet til CO₂-udledning svarer dette til knap 11 millioner tons CO₂.

Påkrævet energi for at producere e-fuels

Der er en række måder, hvorpå elektricitet kan konverteres til flydende brændstoffer. Den umiddelbart mest lovende måde er den såkaldte metanolvej, hvor effektivitetstabet med eksisterende teknologi er i omegnen af 40%. Det betyder konkret, at der kan produceres ca. 49,8 kg (benzin-ækvivalenter) metanol per MWh time. Produceres der i stedet e-benzin, er effektivitetstabet umiddelbart højere (et sted mellem 50-55%).

⁶ Eksempler på PtX-produkter inkluderer: 1) **Brint** kan bruges direkte til varme og elproduktion i kraftvarmeverker, i transportsektoren som brændselsceller og som kemisk råvare på raffinaderier. 2) **Syntetisk metan**. Kan anvendes i naturgasnettet. Processen er ofte benævnt Power-to-Gas (PtG). 3) **Syntetiske flydende brændstoffer** som metanol, benzin, kerosén (jetbrændstof), diesel og gasolie. Kan benyttes til samme formål som tilsvarende fossile olieprodukter. 4) **Ammoniak** er grundbestanddelen i kunstgødning. Ammoniak kan også bruges som energibærer for brint eller direkte som brændstof navnlig til skibe.

⁷ En del af denne havvind kunne potentielt erstattes af yderligere VE på land. Det vurderes dog, at potentialet for landvind er fuldt ud udnyttet i 2030.

Påkrævet havvindskapacitet

Baseret på basisfremskrivningen forventes fremtidige havvindmølleparker at have en årlig produktion på 4,47 GWh / MW kapacitet. Baseret på denne omregningsfaktor, mængden af brændstof der skal fortrænges og effektiviteten i produktionen af metanol kan havvindkapacitetsbehovet bestemmes.

Det skal ses i et perspektiv, hvor en 1GW havvindmøllepark kræver investeringer for ca. 12 mia. kr. uden tilslutning til elnettet. Prisen for havvind falder dog løbende, så tallet kan over tid blive mindre. Men antager vi, at vi frem mod 2030 skal have 14GW ekstra havvind plus de 5GW, som er antaget i basisfremskrivningen, svarer det til en investering på op imod 200 mia. kr.

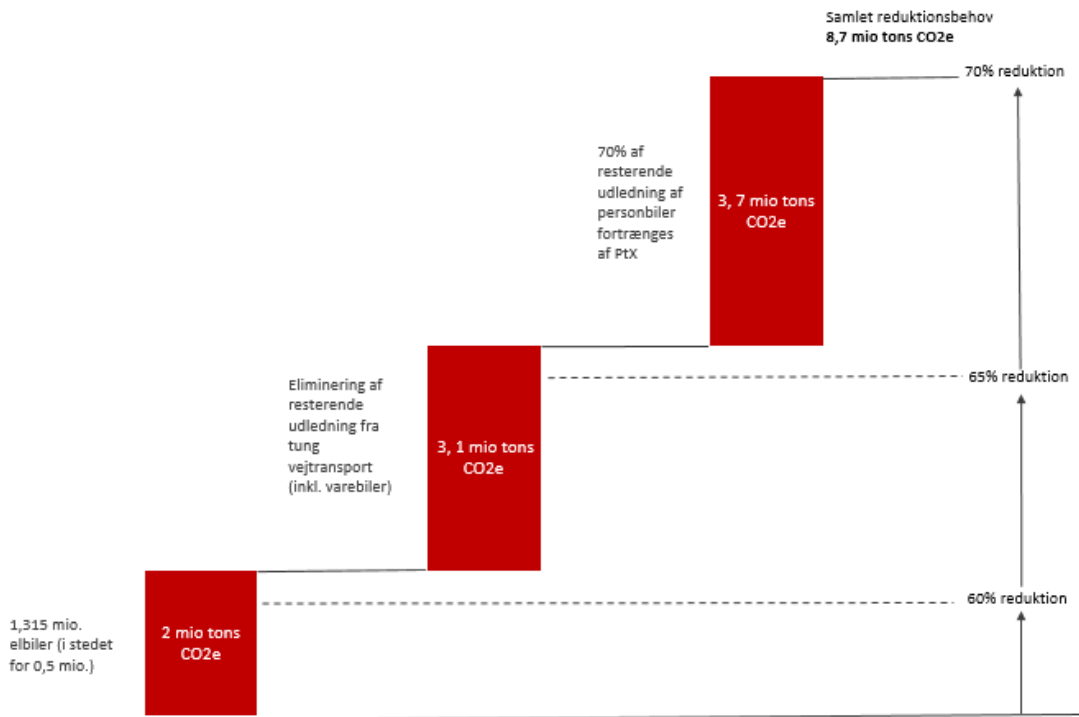
Hvordan vi når de 70% i tilfælde af, at der er 8,7 mio. tons, som vi i princippet ikke kan finde ved hjælp af kendte teknologier? I figur 6 har vi som et tænkt eksempel antaget, at der kommer 1 mio. elbiler udover hvad basisfremskrivningen tilsiger. Derudover har vi regnet på, hvor meget CO₂ vi kan fortrænge yderligere i transportsektoren. Vi antager altså, at transportsektoren leverer hele den yderligere reduktion, der er nødvendig for at nå de 70%. Det er næppe realistisk, at det kan lade sig gøre i 2030, men regneeksemplet kan bruges til at vurdere behovet for energi, hvis man ønsker at nå de 70%. Det vil nemlig kræve stort set lige så meget VE at fortrænge CO₂ i andre dele af økonomien, hvis det er det man ønsker.

Vi antager i figur 6, at langt hovedparten af den øgede energi fra VE skal bruges til at fortrænge konventionel benzin til personbiler. Det ville kræve væsentligt mindre strøm, hvis alle kørte i elbiler i 2030, men det er ikke noget realistisk scenarie. I runde tal kræver det dobbelt så meget strøm pr kørt kilometer at køre i en konventionel bil drevet på e-fuel, som i en elbil.

Antager vi i stedet, at vi får 3,5 mio. elbiler, vil det kræve 2,3 GW ekstra VE og det vil give en reduktion på 7.2 mio. tons CO₂. Vi vil dog fortsat have brug for at anvende PtX løsninger i den tunge transport. Her vil man kunne hente yderligere 1,5 mio. tons, hvilket kræver 2,11 GW⁸. Samlet set betyder, det, at kravet til ekstra VE falder fra 14 GW til 7.8 GW.

⁸ Baseret på Energistyrelsens basisfremskrivning og Klimarådets bud på hvor meget energi PtX løsningen vil kræve.

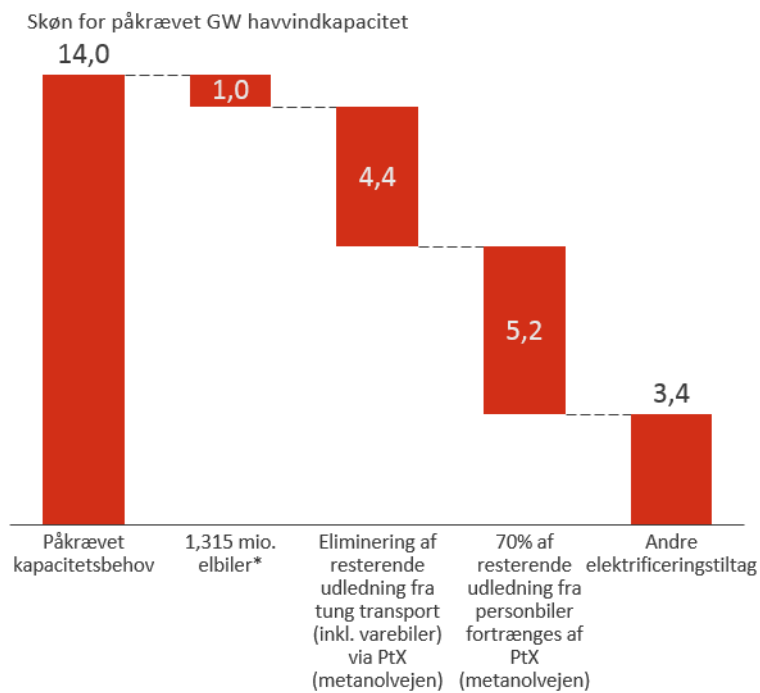
FIGUR 6: MULIG VEJ MOD DE 70%?



Kilde: Egne beregninger

FIGUR 7: MASSIVE INVESTERINGER I VE ER PÅKRÆVET (TÆNKT REGNEEKSEMPEL PÅ PTX-STRATEGI)

Kilde: Egne beregninger



Bemærk: Reelt er behovet potentielt større, da det implicit er antaget, at en given produktion mødes af efterspørgslen. Potentielt skal der installeres yderligere kapacitet, såfremt effektive lagringsteknologier ikke er tilstede.

Etablering af energjø i flere faser – brug af OPP

Det må antages, at det i Danmark ikke er muligt at etablere markant flere vindmølle- eller solparker til lands. Det betyder, at en udbygning af bæredygtige energikilder må ske til havs. Eftersom der kræves en meget betydelig forøgelse af kapaciteten, skal der tænkes nyt og innovativt for, at det ikke bliver for dyrt, og således at fremtidige teknologier kan tages i anvendelse. Her vil etablering af en eller flere energjøer i Nordsøen og i Østersøen kunne vise sig at være den bedste og mest effektive vej frem.

Det kan være hensigtsmæssigt at etablere den første ø som et rent dansk projekt, som en første del af et egentligt Nordsø Power Hub, da det vurderes, at internationale projekter vil være mere besværlige at gennemføre og tage længere tid – især når det drejer sig om et "first of its kind" projekt. Desuden vil man kunne præsentere øen som et dansk referenceprojekt og et symbol på elektrificeringen af Danmark. Det kan der ligge et betydeligt eksportpotentiale i. Sideløbende hermed kan man gennemføre Ørstedes projekt på Bornholm.

En energjø kan etableres i flere faser, så den udvikles i takt med, at teknologierne modnes. Det reducerer risikoen og gør det muligt at starte her og nu. I første fase bruges udelukkende teknologier, der allerede er kommercielt modnede i stor skala, dvs. havvindmøller, højspændingskabler og en kunstig ø.

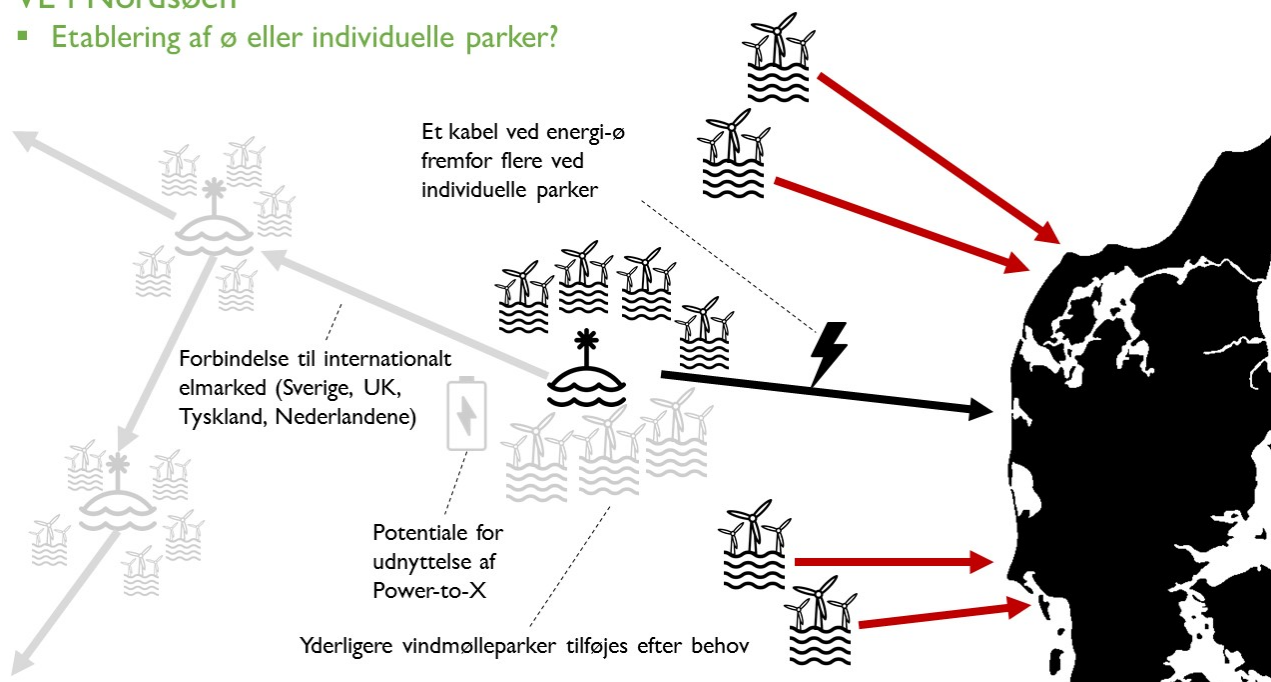
Energinet.dk har allerede anvist på skitseform, hvordan man kan etablere en energjø i Nordsøen. Lignende øer er allerede på tegnebrættet i de andre lande, der grænser ud til Nordsøen, og det må formodes, at der i de kommende år vil blive etableret et antal øer. Der er flere årsager til, at det forekommer hensigtsmæssigt at etablere en energjø:

- Energjøen giver besparelser til kabler, fordi de bliver samlet ét sted. Kabler udgør en meget stor andel af udgifterne ved havvindmølleparker.
- Der kan over tid ske en stadig mere effektiv sammenkobling af markeder, så strømmen nemmere kan sælges til andre lande. Der kan endvidere opnås andre operationelle stordriftsfordele ved, at man ikke spreder mølleparker ud over hele Nordsøen.
- Der vil efterfølgende være mulighed for at udnytte teknologier, der i dag ikke har tilstrækkelig skala – eksempelvis Power to X og termisk lagring.
- Kombineret kraftvarmeproduktion har historisk sikret en effektiv og sikker el- og varmforsyning i Danmark, men fremover vil denne kobling mellem el og varme i stigende grad skulle ske gennem elektrificering af varmesektoren og udvikling af effektive lagringsteknologier for såvel el som varme. Det vil kræve langt mere elkapacitet, end vi har i dag.
- Det bliver muligt at elektrificere procesvarme til industri og service med brug af højtemperatur-varmepumper og gas som backup.
- Der bliver kapacitet til at elektrificere transportsektoren.

FIGUR 8: VE I NORDSØEN – ETABLERING AF Ø ELLER INDIVIDUELLE PARKER?

VE i Nordsøen

▪ Etablering af ø eller individuelle parker?



Fase 1: Etablering af ø ved brug af kendt og afprøvet teknologi

Det antages, at der i første omgang etableres eksempelvis en 3-4 GW kapacitet i tilknytning til energiøen, og at denne investering under de rette forudsætninger kan være rentabel, fordi det er muligt at opnå en tilstrækkelig høj pris for den producerede el. På længere sigt, og i takt med den teknologiske modning af lagrings- og PtX teknologi, kan kapaciteten øges til 10 eller 20 GW.

For at opnå en tilstrækkelig elpris er det nødvendigt at øge efterspørgslen efter strøm via flere elbiler, brug af varmepumper og øget brug af el i industrielle processer mv.

Når der etableres så stor kapacitet, vil det på sigt også blive vigtigt at afsætte strømmen til andre markeder. Fra Danmarks største havvindmøllepark ved Kriegers Flak i Østersøen har man allerede erfaring med at etablere en såkaldt interconnector, der gør det muligt at sende strøm frem og tilbage mellem Danmark og Tyskland, og samtidig har man gjort det muligt, at danske og tyske vindmølleparker kan udveksle deres strømproduktion.

Det er vurderet, at en kommende energiø vil kunne koste 10-20 mia. kr. i rene anlægsomkostninger. Hertil kommer investeringer i selve havvindmøllerne samt behovet for kabler, som også er en betydelig investering. Derudover kan der, i takt med at teknologierne modnes, fx komme yderligere investeringer til lagringsteknologier (batterier eller varme sten), så øen kan levere strøm i konstante mængder, uanset om vinden blæser eller ej.

Fase 2: Brug af teknologiske løsninger der ikke i dag ikke er fuldt kommercielt udviklede

I takt med at teknologierne modnes kan øen udbygges med lagringsteknologier (batterier eller varme

sten), så øen kan levere strøm i konstante mængder, uanset om vinden blæser eller ej. Det muliggør desuden, at der kan tilknyttes yderligere havvindkapacitet, uden at kabelkapaciteten nødvendigvis øges.

Desuden kan der over tid etableres PtX anlæg på øen og tilhørende infrastruktur. Det vil kunne bidrage til at løse CO₂-udfordringen ved tung transport, fly- og skibstrafik samt tunge industrielle processer. Energinet beskriver i en rapport fra foråret 2019,⁹ hvordan der i løbet af kort tid er opstået en meget betydelig interesse for PtX i Danmark og internationalt, og hvordan man relativt hurtigt kan understøtte denne udvikling.

Udfordringen er imidlertid, at teknologien endnu ikke i tilstrækkeligt omfang er konkurrencedygtig i forhold til de fossile alternativer. Det gælder hvad angår fremstilling af PtX-produkter, og det gælder også den nødvendige investering i de teknologier, der skal gøre det muligt at anvende PtX til processer indenfor industri, transport og forsyning.

Udover reguleringsmæssige forhold, som også kan ske på EU-niveau, er det sandsynligt, at der fra statslig side er brug for tilskud til forskning på området, indtil teknologierne kan være selv bærende – også i langt højere grad end hvad der i øjeblikket er lagt op til, jf. den ene milliard regeringen nu har afsat til formålet. Der kan også være behov for målrettede tilskuds- eller fradragsordninger til brug for virksomheder, der ønsker at investere i teknologier baseret på PtX, hvilket kan have afledte statsfinansielle konsekvenser.

Regeringens grønne fremtidsfond kan i den forbindelse være et element – både i forhold til at understøtte eksport af grønne løsninger og ift. investeringer i grøn innovation.

Dansk erhvervsliv kan levere løsningerne...

Klimaudfordringerne er globale og kræver ikke mindst konkurrencedygtige løsninger, således at lav- og mellemindkomstlande med begrænset økonomisk råderum med tiden også kan implementere grønne løsninger.¹⁰ Det er derfor vigtigt, at ressourcerne fokuseres, så de i et vist omfang udnytter og tilgodeser danske styrkepositioner, jf. figur 9. Herunder kan udvikling og udbygning af PtX bidrage inden for lagring og alternative brændsler til transport.

Konkrete eksempler på danske virksomheder, som kan bidrage til den grønne omstilling kunne være, jf. også figur 10:






- Danske entreprenører så som Aarsleff eller MT Højgaard kan opnå erfaring inden for anlægning af energi-øer.
- Ørsted og Vestas er førende inden for henholdsvis produktion af vindmøller og opførelse og drift af vindmølleparker. NKT kan levere kablerne. Der findes en række andre underleverandører til vindindustrien.
- Energinet har unikke kompetencer inden for absorbering af fluktuerende VE i elnettet og rådgivningsfirmaer så som COWI og Rambøll er førende inden for grøn omstilling.
- Danske fonde og pensionsselskaber som fx Copenhagen Infrastructure Partners, PFA, PKA og ATP har formålet at generere betydelige afkast på grønne investeringer.

⁹ <https://energinet.dk/Analyse-og-Forskning/Analyser/RS-Analyse-April-2019-PtX-i-Danmark-foer-2030>

¹⁰ Se også <https://axcelfuture.dk/s/Danmarks-CO2-aftryk-er-strre-end-udledningen.pdf>

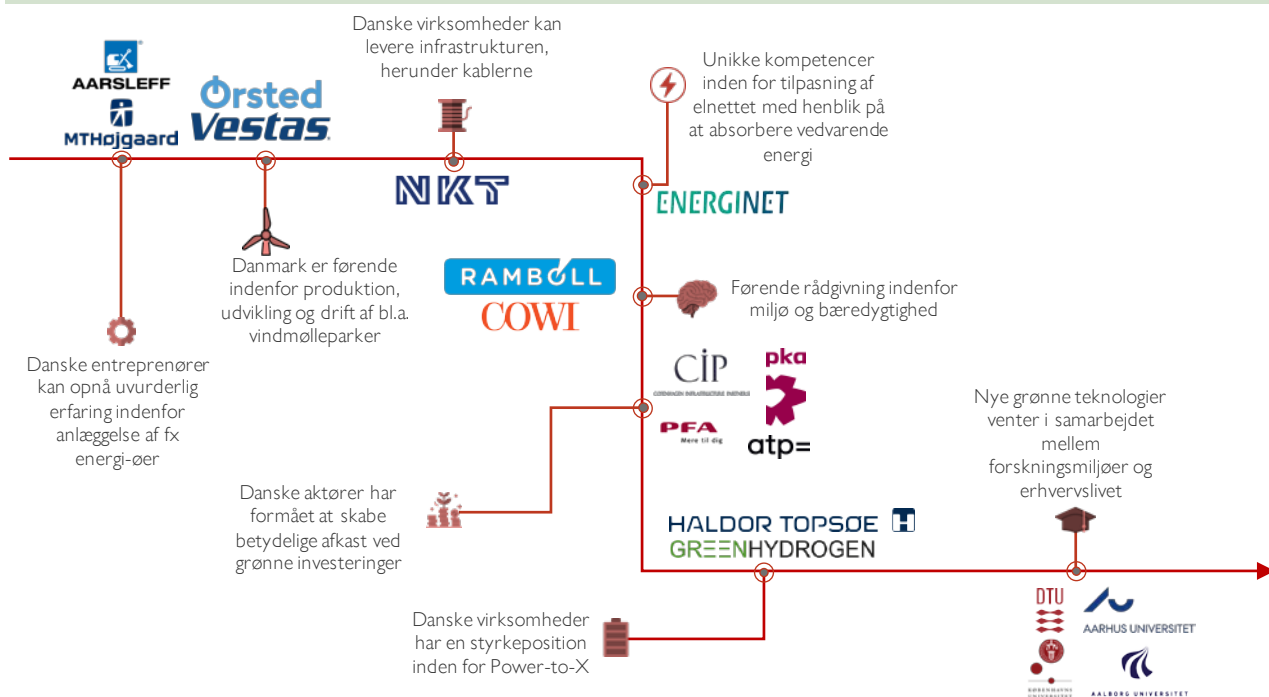
- Danske virksomheder er førende inden for centrale teknologier inden for PtX - fx Haldor Topsøe inden for effektiv elektrolyse og syntetisk fremstilling af flyvende brændstoffer.
- Yderligere investeres der i øjeblikket betydeligt i forskning inden for grøn omstilling i Danmark, som fremtider kan kommerialiseres i samarbejde med dansk erhvervsliv.

FIGUR 9: DANSKE STYRKEPOSITIONER OG ERHVERVSPOTENTIALT VED GRØN OMSTILLING

Dimensioner	Forske, udbygge, støtte	Vedligeholde og beskytte	Følge og adoptere
Bæredygtig energi og materialer i industrien 	<ul style="list-style-type: none"> - Alternativ cement - Cirkulær økonomi - Data, AI, IoT 	<ul style="list-style-type: none"> - Energieffektivitet i industrien - Varmepumper, Fjernvarme, Vandforsyning 	<ul style="list-style-type: none"> - Affald & genanvendelse - Bioplastik - CO2 indvindinger
Energi & lagring 	<ul style="list-style-type: none"> - Power to X - Fleksibilitet i El & forsyningsnettet 	<ul style="list-style-type: none"> - Vind (offshore) - Bæredygtig biomasse - Fjernvarme - Metanisering - Kraftvarme 	<ul style="list-style-type: none"> - Lagring - Solenergi
Alternativ brændstof & transport 	<ul style="list-style-type: none"> - Power to X - Pyrolyse til flybrændstof - Avanceret biobrændstof 	<ul style="list-style-type: none"> - Teknologier indenfor maritim fremdrift - Cykel infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> - Masse transport - Selvkørende biler - Elbiler - Samkørsel
Bæredygtige bygninger & byer 	<ul style="list-style-type: none"> - Data, AI, IoT 	<ul style="list-style-type: none"> - Bygningsautomatik - Isolering - Termostater - Varmepumper 	<ul style="list-style-type: none"> - LED lys - Selvkørende biler - Elbiler
Bæredygtigt landbrug 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteinopgradering - Avanceret biobrændstof - Mikrobiel landbrug - Laboratorie dyrket kød - Biochar & Dyrefoder 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducering af madspild - Optimering af afgrøder - Præcisionslandbrug 	<ul style="list-style-type: none"> - Planterige diæter - Skovplantning - Havbrug - Vertikal landbrug

Kilde: *White paper on solutions to mitigate climate change and assessment of Danish Strongholds*, the Innovation Fund Denmark's Climate Solutions Panel.

FIGUR 10: DANSKE STYRKEPOSITIONER OG ERHVERVSPOTENTIALAET VED GRØN OMSTILLING



Kilde: Axcelfuture

... men det kræver handling på den korte bane

Fra der træffes politisk beslutning om yderligere udbygning af VE går der typisk en lang årrække, før tiltaget forventes i drift og dermed kan bidrage til den grønne omstilling. For eksempel blev Thor havvindmøllepark ud for Nissum Fjord vedtaget i Energiaftale 2018 men forventes først i fuld drift i 2026, hvilket bl.a. kan tilskrives behov for forundersøgelser mv.

Anlægstider og leveringstider på fx kabler er også betydelige. For eksempel kan det potentielt tage en årrække at anlægge en energiø i Nordsøen, hvilket i sammenhæng med planlægningshorisonter i forbindelse med politisk beslutningstagning og forundersøgelser tilsiger, at der er behov for handling på den korte bane, hvis det skal være realistisk at nå regeringens 2030-målsætning.

TRE 'NO REGRET'-TILTAG PÅ DEN KORTE BANE

En ambitiøs klimadagsorden kræver handling på den korte bane. Tre 'no regret'-tiltag inden for kategorierne afgifter, skalering og forskning ville være:

1. Energiafgifterne bør omlægges til CO2-afgifter

Klimabelastningen skal beskattes - ikke forbruget af energi. Det sikrer, at man tilskynder til at reducere udledningerne, hvor det er billigst, i modsætning til i dag, hvor bl.a. grøn elektricitet beskattes ved en uforholdsmæssig høj elafgift. Et sådan tiltag kan fx laves med fradrag til lækageudsatte brancher, som fremsat af Klimarådet og de Økonomiske Vismænd.¹¹

2. Anlæg første fase af energiøen baseret på eksisterende teknologi

Den første fase af energiøen kan med stor sandsynlighed levere et fornuftigt (men begrænset) afkast til investorerne og har en massiv upside fremadrettet i takt med at PtX- og lagringsteknologier modnes, samt at vindpotentialet i Nordsøen udnyttes, og øen dermed kan integreres i det nye elmarked. Der kan sideløbende hermed opstartes en lignende struktur ved Bornholm.

3. Invester i danske styrkepositioner og teknologier

Afsæt midler til forskning inden for PtX og lagring. Dansk erhvervsliv har en unik styrkeposition inden for PtX (ifølge innovationsfonden), har adgang til overskydende VE (når vindkapaciteten overgår efterspørgslen), og har en stor fjernvarmesektor, der i fremtiden kan producere klimaneutralt via brint/brændselsceller. Yderligere spiller lagring en central rolle i at fortrænge den resterende udledning i forsyningssektoren og kan sikre forsynings sikkerheden, når hverken vindmøller eller solceller leverer elektricitet.

KONTAKT
JOACHIM SPERLING
DIREKTØR
TLF. 40 96 68 86
JS@AXCEL.DK

¹¹ <https://klimaraadet.dk/da/nyheder/analyse-co2-afgift-boer-vaere-drivkraft-den-groenne-omstilling>