

Januar 2021



# ERHVERVSPERSPEKTIVET I DANMARKS GRØNNE OMSTILING

**AXCEL**FUTURE  
ERHVERVSLIVETS TÆNKETANK

NORDEA  
FONDEN  
Vi støtter gode liv

---

# INDHOLDSFORTEGNELSE

---

Forord.....	2
Rapportens hovedbudskaber.....	3
Rapportens konklusioner.....	5
Rapportens anbefalinger.....	7

## DEL 1: KLIMAMÅLENE BETYDNING FOR DEN GRØNNE OMSTILLING

1. Målet om 70%-reduktion er en udfordring og en mulighed for dansk erhvervsliv.....	10
2. En ambitiøs national klimamålsætning skal være en løftestang for dansk eksport.....	13

## DEL 2: DET DANSKE GRØNNE ERHVERVSLIV

3. Grønne varer og tjenester udgør allerede en betydelig andel af økonomien.....	17
4. Danske grønne styrkepositioner.....	20
5. Vil den grønne omstilling ændre dansk erhvervsstruktur?.....	42

## DEL 3: POLITISKE HANDLEMULIGHEDER

6. Tre overordnede politiske redskaber i den grønne omstilling.....	45
7. Barrierer og behovet for nye rammevilkår.....	51
8. Sådan udvikler vi de nye grønne teknologier.....	60

Litteratur.....	66
Interviewliste.....	69
Appendix: Kortlægning af virksomheder i den grønne omstilling.....	70

---

# FORORD

---

Den grønne omstilling vil få afgørende betydning for Danmarks erhvervspotentiale i de kommende år, hvor fossile brændsler skal erstattes med vedvarende energi. Det indebærer nye muligheder, men også store tilpasningsomkostninger for de mest energitunge og udledende erhverv – hvor transport, landbrug og energiintensiv produktion træder tydeligst frem. Erfaringerne fra Regeringens Klimapartnerskaber har vist, at erhvervslivet er helt klar til at bidrage til omstillingen, og at der er masser af veje frem mod en bæredygtig omstilling og et reduktionsmål på 70%. Men hidtil har vi stillet spørgsmålet om, hvordan vi får mest CO<sub>2</sub> fortrængning for færrest mulige penge. Vi vil mere end det. Vi vil vide, hvordan vi også får grøn erhvervsudvikling gennem målrettet erhvervs- og klimapolitik. Kun derved kan den grønne omstilling økonomisk set blive en langsigtet gevinst for Danmark.

Et godt eksempel på, hvad grøn omstilling kan betyde for Danmark, er Ørsted eksponent for. For ganske få år siden stod det daværende DONG Energy midt i en afgørende transformationsproces, hvor man skulle udvikle sig til en dominerende aktør indenfor vindenergi. Nogle kunne se, at DONG Energy havde et potentiale, men markedet kunne ikke rigtigt overbevise – bl.a. fordi havvind krævede støtte, så værdiansættelsen var forbundet med politiske risici. Løsningen blev at kombinere offentlige og private ressourcer, så potentialet kunne realiseres. I dag er havvind ikke længere afhængig af støtte, og Ørsted nærmer sig en værdiansættelse på 500 mia. kr. Det er en enestående historie.

Nu står vi ved en ny skillevej, hvor vi skal beslutte retningen for en accelereret grøn omstilling frem mod klimaneutralitet i 2050. Vi når ikke målet uden at satse på innovation, som skal komme fra en kombination af virksomheders iverigdom og risikovillighed og fra en offentlig satsning på de områder, hvor vi kan se, vi har det største potentiale. Og her skal vi vælge – for vi kan ikke det hele. Hvordan vi kan gøre det, giver vi et svar på i denne rapport.

Axcelfuture takker Nordea-fonden for velvillig støtte og opbakning til projektet. Vi vil også takke de mange virksomheder og eksperter, der har åbnet deres døre for os, så vi har kunne få indsigt i virksomhedernes muligheder og udfordringer. Endelig vil vi gerne takke vores advisory board, der gennem hele projektet er kommet med konstruktive forslag til rapportens indhold og udformning.

## **Axcelfutures Advisory Board for erhvervsperspektivet i den grønne omstilling:**

Rådgiver Finn Lauritzen (formand)

Rådgiver Lars Barfoed

Direktør Katrine Bjerre M. Eriksen, Synergi

CEO Toke Foss, DEIF

Rådgiver Susanne Juhl

Professor Kirsten Halsnæs, DTU

Projektchef Jens Sand Kirk, GrønREFORM

Branchedirektør Troels Ranis, DI

## **Rapportens forfattere:**

Joachim Sperling, Palle Sørensen og Markus Bruun Levinsen med bidrag fra Finn Lauritzen.

---

## RAPPORTENS HOVEDBUDSKABER

---

Den grønne omstilling og kravet om en 70% reduktion af CO<sub>2</sub> kan blive en stor vækstdynamo for dansk erhvervsliv. Men det kræver, at vi som land fokuserer på de områder, hvor vi kan gøre en reel forskel, og hvor vi har stærke danske erhvervs kompetencer.

Axcelfuture skønner, at den grønne del af det private erhvervsliv i dag omsætter for lidt over 450 mia. kr. i Danmark og udlandet. Vi skønner på baggrund af fremskrivninger fra IEA, at den grønne økonomi kan blive tredoblet frem mod 2030, så omsætningen vokser fra 400 til 1.200 mia. kr. Det kræver, at vi træffer de rigtige valg med udgangspunkt i danske erhvervs kompetencer og at vi ikke kun ser på danske teknologier ift. danske udledninger, men også den internationale udledningseffekt.

Fire områder i økonomien bliver afgørende for den grønne omstilling. Det første område er energisektoren, der står foran en meget stor udbygning i de kommende år, og hvor danske virksomheder som Vestas, Ørsted, NKT og CIP står stærkt. Det gælder om at blive selvforsynende med vedvarende energi, så vi ikke skal importere sort energi, og det gælder om at udbygge vores energiinfrastruktur smart og effektivt. De tre andre områder, der bliver afgørende, er landbrug, transport og procesintensiv industri, der skal levere meget store reduktioner i CO<sub>2</sub>-udledningen, for at vi kan have en realistisk mulighed for at nå de 70%.

Axcelfuture har sammen med BCG tidligere dokumenteret, at vi kan nå 60% med kendte teknologier, heriblandt energieffektivisering, der kan medvirke til at gøre den grønne omstilling billigere. De investeringer, der bl.a. skal bringe os derhen, kan nås med forholdsvis lave CO<sub>2</sub>-afgifter, der ikke ligger væsentligt over EU's forventede kvotepris i 2030. Men skal vi nå resten, hvilket svarer til knap 9 mio. tons CO<sub>2</sub>, kræver det subsidier, der bl.a. skal baseres på offentlige udbud.

Det skyldes, at de teknologier, der skal bringe os disse omfattende reduktioner, i dag er på teststadiet, men ikke er udviklet til at fungere i stor skala. Løsningerne skal op i en langt større skala, men hvis vi benytter høje CO<sub>2</sub>-afgifter til at nå det mål, får vi ikke nye teknologier, men omfattende CO<sub>2</sub>-lækage, i fravær af effektive modforanstaltninger. Som et eksempel kan nævnes, at høje CO<sub>2</sub>-afgifter vil betyde, at Aalborg Portland i stedet vil importere den procesintensive halvfabrikata fra Tyrkiet, hvor det vil være langt billigere, fordi man ikke har CO<sub>2</sub>-afgifter. Men så sker CO<sub>2</sub>-udledningen blot i Tyrkiet.

Axcelfuture foreslår, at vi lader forskellige teknologier konkurrere frem mod 2025 om at vise de bedste resultater. Hvem kan levere mest CO<sub>2</sub>-fortrængning for færrest mulige penge? Det spørgsmål kan kun besvares, hvis Folketinget vælger en vej, der bl.a. baseres på smarte udbud inden for udvalgte teknologiområder. Axcelfuture peger bl.a. på Carbon Capture, Power to X og Biogas som områder, hvor vi kan skabe store reduktioner med udgangspunkt i danske erhvervs kompetencer. Herefter kan vi vurdere effekterne i 2025 og så øge indsatsen på de områder, som viser de mest lovende resultater. Men det skal ske som et led i en samlet plan med klogt tilrettelagte udbud og hensyntagen til danske erhvervs kompetencer.

Derimod skal man nøje overveje om det er hensigtsmæssigt at øge efterspørgslen efter elbiler drastisk. En mio. elbiler i 2030 vil kunne fortrænge 1,5 mio. tons CO<sub>2</sub>, men det vil være markant dyrere end de andre teknologier, hvilket også fremgår af Eldrup-Kommissionens rapport. Det gælder dog kun, hvis man fokuserer på 2030-målet og ikke nødvendigvis på længere sigt. Derudover er det danske erhvervspotentiale i elbiler begrænset set i forhold til de ovenfor nævnte områder.

Rapporten anviser ikke en konkret vej mod en 70% reduktion af CO<sub>2</sub>, men den viser hvilke områder, der bør satses mere på, for at den grønne omstilling ikke blot bliver en omkostning, men en investering, der på sigt kan gøre Danmark til et rigere og mere bæredygtigt land.

Vi har tidligere vist vejen på vind-området. Nu skal vi gentage succesen gennem et tæt samarbejde mellem virksomheder og det offentlige frem mod 2030 – og det ultimative mål om klimaneutralitet i 2050.

---

# RAPPORTENS KONKLUSIONER

---

## DEL 1: KLIMAMÅLENE BETYDNING FOR DEN GRØNNE OMSTILLING

- Det danske mål om 70% reduktion repræsenterer både en mulighed og en risiko. Grøn omstilling kan blive en stor gevinst for Danmark – men kan også blive meget dyr.
- Regeringen vurderer i sit seneste klimaprogram, at de samfundsmæssige omkostninger ved den grønne omstilling og målet om at nå en CO<sub>2</sub>-reduktion i 2030 på 70% ligger på mellem 18 og 24 mia. kr. årligt i 2030 – det svarer til ca. 1% af BNP. Regningen skal fordeles mellem staten, virksomhederne og borgerne.
- Hvis det skal være en investering og ikke en omkostning for Danmark, skal den grønne omstilling samlet set føre til langsigtet vækst.
- Det kræver, at danske virksomheder kan udvikle sig gennem målrettet innovation, der fører til vækst og øget eksport i et tæt samspil med det offentlige.
- Der er i princippet fire spor for den offentlige indsats, som kan doseres og kombineres i større eller mindre omfang:
  1. En afgift på udledning af CO<sub>2</sub>
  2. Subsidier
  3. Regulering
  4. Forskning og udvikling
- Udfordringen er at bevare danske virksomheders konkurrenceevne, samtidig med at vi sikrer en målrettet grøn omstilling. Det kræver, at vi tager højde for både reduktionsmål, global efterspørgsel efter grønne løsninger og dansk konkurrenceevne.
- Hele verden deler, klima- og skadespåvirkningerne ved den øgede drivhusgaskoncentration i atmosfæren, uanset hvor i verden drivhusgasudledningen kommer fra. Klimaændringerne kan derfor kun reduceres, hvis alle lande gør en indsats. Derfor giver det mening at et lille land som Danmark reducerer udledninger, selvom vi kun står for ca. 0,1% af de globale udledninger. Men det er endnu vigtigere, at vi viser os selv og omverdenen, hvordan man skaber grøn omstilling gennem innovation skabt af private virksomheder, energi- og forsyningssektoren samt incitamentsstrukturer, regulering og støtte fra det offentlige.
- Eksport af klimaløsninger fra stærke danske virksomheder kan således give langt større globale reduktioner end dem, vi realiserer i Danmark. Fx eksport af vindmøller, grøn brint, isolering, pumper, målere og frekvensomformere – for bare at nævne et par eksempler. Eller energisystemer baseret på de kommende erfaringer fra energigigantene.

## DEL 2: DET DANSKE GRØNNE ERHVERVSLIV

- Danske virksomheder omsætter for ca. 250 mia. kr. grønne varer og tjenester, hvilket svarer til 5% af omsætningen i dansk erhvervsliv. Eksporten er på 90 mia. kr. og beskæftigelsen knyttet til grønne varer og tjenester er på 76.000 personer. Disse tal har været stagnerende over en årrække, men en accelereret grøn omstilling kan være med til at ændre dette.
- Axcelfutures kortlægning af virksomheder med interesse i den grønne omstilling viser en meget stor underskov af virksomheder, der arbejder med grøn innovation på tværs af alle brancher.
- Axcelfuture har opgjort omsætningen ud fra oplysninger i koncernregnskaberne, og derfor får vi en højere omsætning end Danmarks Statistik – i alt 450 mia. kr.
- Axcelfuture har udpeget 10 styrkepositioner – eller nøgleløsninger - som er inddelt i "etablerede løsninger", "delvis etablerede løsninger" og "ikke etablerede løsninger". De ti løsninger er udvalgt på baggrund af analyser fra Innovationsfonden samt BCG's og Axcelfutures klimaplan for Danmark.
- Men fordi det går meget langsommere i andre lande med at skabe grøn energi, og fordi grøn energi er dyr at etablere, giver det alligevel rigtig god mening at satse på øget energieffektivitet. Investeringer i energieffektiviseringer er ofte en god forretning og tjener sig hjem på driften.
- Der viser sig tydelige forskelle på, hvor store erhvervspotentialerne er inden for de forskellige løsningsområder. Energieffektivitet har et stort erhvervsudviklingspotentiale i Danmark, mens CO<sub>2</sub>-reduktionspotentialet er mindre, fordi energien bliver stadig mere grøn i Danmark.

## DEL 3: POLITISKE HANDLEMULIGHEDER

- Indenfor hver nøgleløsning har Axcelfuture identificeret barrierer, der påvirker virksomheder, hvad angår regulering, skalering og finansiering. Disse barrierer reducerer tempoet i den grønne omstilling, og derfor er det vigtigt at finde løsninger, der bringer os videre. Et eksempel på barrierer er iblandingskravet for biobrændsler, der lige nu bremser udvikling og markedsmodning af PtX.
- Der er betydelige udfordringer ved alle politiske virkemidler, men vi har allerede omfattende erfaringer, da vi har været i gang med grøn omstilling siden 90'erne. Der skal findes det rette mix mellem afgifter, subsidier og regulering.
- Den grønne omstilling kræver betydelig innovation, der ikke nås uden målrettede subsidier. Disse subsidier skal tage udgangspunkt i danske styrkepositioner.
- Den grønne omstilling koster allerede staten betydelige summer, alene tilskud til begrænsning af CO<sub>2</sub> beløber sig til ca. 14 mia. kr. om året, men dette beløb vil falde i de kommende år, bl.a. fordi gamle støtteordninger udløber. Axcelfuture anbefaler, at der afsættes "nye" 5-6 mia. årligt frem mod 2025 til at understøtte innovation og udvikling af nye løsninger.

---

# RAPPORTENS ANBEFALINGER

---

## EN DANSK CO<sub>2</sub>-AFGIFT

- Afgifter på CO<sub>2</sub> bør som udgangspunkt ensartes over hele økonomien. Ensartede afgifter giver incitament til at reducere udledninger, hvor det er billigst, og sikrer dermed den mest effektive grønne omstilling. Der bør dog tages hensyn til visse faktorer, herunder til den såkaldte "lækage", som bl.a. afhænger af, hvor konkurrenceudsatte erhvervene er. For eksempel bør der eksistere grønne alternativer, der ikke er så dyre, at virksomheder blot betaler afgiften eller flytter produktionen til udlandet. En indfasning af en afgift bør derfor gennemtænkes for ikke at ramme dansk erhvervsliv unødvendigt hårdt. Regeringen har lavet et udspil til en grøn skattereform, hvor energiafgiften for erhverv hæves med 6 kr. pr. GJ, men en egentlig CO<sub>2</sub>-afgift fremgår ikke i udspillet.
- Hvis CO<sub>2</sub>-afgifter erstatter de nuværende energiafgifter, vil det på sigt slå et betydeligt hul i statskassen i takt med at samfundet bliver CO<sub>2</sub>-neutralt. Alternativer kan være at øge bidraget fra moms eller en forhøjet bundskat, hvis ønsket er at opretholde størrelsen på det offentlige forbrug.
- Den administrative byrde ved en ensartet CO<sub>2</sub>-afgift skal afvejes i forhold til præcisionen af opgørelsen. Det er komplekst at beregne CO<sub>2</sub>-byrden i alle brancher, og især landbrugets udledninger er svære at kvantificere. Udledningerne kan afhænge af kulstofindholdet i jorden, hvor ofte der pløjes, og hvilket foder der er benyttet til husdyrene.

## BEHOV FOR NYE RAMMEVILKÅR

- Udbygning af havvindmølleparker holdes tilbage af lange sagsbehandlingstider. Vi skal derfor have en mere smidig og optimeret myndighedsbehandling i forbindelse med udbygning af havvind.
- Den nuværende regulering af spotmarkedet for elektricitet kan på sigt betyde, at udbygningen af sol- og vindenergi holdes unødigt tilbage. Der bør derfor være et eftersyn af reguleringen af spotmarkedet for elektricitet.
- Der kan opstå en række særlige udfordringer med henblik på yderligere udbygning af hhv. vind- og solenergi, herunder særligt overudbud og negative priser på elektricitet. Det er derfor centralt, at der udvikles nye lagringsteknologier som f.eks. PtX eller termisk lagring, hvis bidraget fra vind- og solenergi til den grønne omstilling skal blive mere markant.
- Energieffektive løsninger med positivt privat- og samfundsøkonomisk afkast realiseres ikke. I kommunerne sætter anlægsloftet en begrænsning for, hvor mange midler der kan benyttes til at bygge og rovere og derved energieffektivisere. Lige nu er der ikke nok kontrol med bygningsreglementets krav om energieffektivisering i renovation af bygninger, og der mangler dermed gennemsigthed i forhold til om roveringen er optimal i forhold til energibesparelser.



- Mange SMV'ere har udfordringer med at finansiere grønne tiltag – bl.a. fordi de er hårdt ramt af Coronakrisen. Den eksisterende pulje til grøn omstilling er stort set brugt op. Det bør derfor overvejes at udvide puljen, så man kan gennemføre flere grønne omstillingsprojekter.
- Der bør i højere grad gennemføres energieffektiviseringstiltag i offentlige bygninger. Man kan eksempelvis lade driften og ikke kun anlægsomkostninger indgå i OPP-kontrakter.
- Overskudsvarmeafgiften er en væsentlig barriere for at udnytte det fulde potentiale af overskudsvarme. Potentialet er ganske betydeligt og skal navnlig samtænkes med eventuel implementering af både PtX- og ellagringsanlæg, der også vil producere betydelig overskudsvarme. Man bør derfor fjerne afgiften.
- I landbruget savnes der incitamenter til i tilstrækkelig grad at reducere udledninger. En nødvendig forudsætning er etablering af lovpligtige bedriftsregnskaber, der kan opgøre CO<sub>2</sub>-udledningen<sup>1</sup> på de enkelte landbrug. Bedriftsregnskaberne skal gøre det muligt at skabe incitamenter for at investere i metoder, der kan nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningerne.
- Bæredygtig PtX betragtes ikke som klimaneutralt i den nuværende regulering. Konkret omfatter EU's lovramme RED (Renewable Energy Directive) ikke PtX produceret ved vedvarende energi som fx vind. Energistyrelsen følger direktivet, og derfor bliver bæredygtig PtX ikke benyttet i forbindelse med iblandingskrav. Derudover mangler der en model for, hvordan grøn strøm kan bruges til at producere certificeret grøn brint, også når elforbruget hentes fra det kollektive elnet.
- Den nuværende tarifstruktur hæmmer udbredelsen af PtX. Derudover skaber den u hensigtsmæssige forvridninger i forbindelse med opførslen af PtX-anlæg, da det fx giver tilskyndelse til off-grid løsninger i forhold til on-grid. Der er behov for tarifstruktur, som tager hensyn til PtX fleksible og fuldt afbrydelige elforbrug ift. el-infrastrukturen.

## SÅDAN UDVIKLER VI DE NYE GRØNNE TEKNOLOGIER

- Klimaindsatsen skal fokuseres på de områder, hvor vi allerede står stærkt. Her er der det største potentiale for eksport og arbejdspladser. Eksport af danske løsninger kan bidrage til omstilling i resten af verden, fremfor at bidrage marginalt til verdens udledninger ved en indenlandsk reduktionsmålsætning. Ved at fokusere på de danske styrkeområder kan vi skabe løsninger med samme succes som vindmølleeventyret.
- Subsidier og støtte til forskning og udvikling bør benyttes til at accelerere udviklingen af grønne løsninger. Det fører ikke til lækage og hæmmer ikke konkurrenceevnen, og kan målrettes danske styrkepositioner.
- Offentlige udbud kan benyttes, hvor private aktører byder ind på muligheden for at producere løsninger, og hvor staten påtager sig den største risiko. Løsningerne kan medføre betydelig spillover og på den måde gavne samfundet. Da det ikke er klart på forhånd, hvilke teknologier der bliver mest omkostningseffektive, bliver udbuddene nødt til at spænde bredt samt tillade den nødvendige tid til, at de deltagende parter kan udvikle og afprøve løsninger. Udbud tillader også,

---

<sup>1</sup> Vi bruger CO<sub>2</sub> som betegnelse for CO<sub>2</sub>-ækvivalenter dvs. drivhusgasser, som metan og lattergas, medtages.

at udenlandske virksomheder får muligheden for at deltage enten alene eller i samarbejde med danske virksomheder, der kun står for en halv pct. af den globale forskning.

- Klimaindsatsen skal indrettes fleksibelt, så investeringerne i de forskellige teknologier efter midtvejsevalueringer i 2025 kan op- og nedskaleres. På den måde kan omkostningen ved den grønne omstilling holdes nede ved ikke at bruge for mange ressourcer på løsninger, der ikke bliver konkurrencedygtige inden 2030 og på længere sigt. Det er derfor afgørende at satse på flere teknologier i en mindre skala allerede nu, så det i 2025 er nemmere at vurdere hvilke teknologier, der med størst sandsynlighed opnår succes.
- Indsatsen bør målrettes områder med størst reduktionspotentiale, navnlig transport og landbrug. Teknologier med store potentialer inden for disse områder er PtX, biobrændsler og biogas - men der kan også være andre, fx biokul, nye staldteknologier og ny dyrkningsmetoder.
- CCS/CCU bør støttes på trods af, at industrien er ung i Europa, da der er bred enighed om, at løsningen er nødvendig for at nå klimaneutralitet. Danmark har særlige muligheder for CCS, da den danske undergrund kan opbevare store mængder CO<sub>2</sub>.
- Vi foreslår, at der afsættes mindst 5-6 mia. kr. årligt i subsidier, udbud og øget regulering frem til 2025, hvorefter indsatsen kan evalueres.

Teknologi	Virkemiddel	Metode
 PtX	Udbud Samfundsfinansiering Fortrængningskrav	Udbyd produktion af PtX inden for en beløbsramme, så omkostningerne ikke løber løbsk. Subsidier eventuelt anlægsinvesteringerne. Erstat iblandingskravet af biobrændsler med et fortrængningskrav, så PtX kan konkurrere med biobrændsler.
 Biogas til industri	Udbud/ Samfundsfinansiering Fortrængningskrav	Biogasproduktion kan i princippet udbygges betydeligt, men det skal afklares yderligere hvordan man kan prissætte de positive eksternaliteter, da kostprisen på biogas er høj i forhold til naturgas.
 CCS/CCU	Udbud	Udbud af løsninger, der indebærer lagring af CO <sub>2</sub> i den danske undergrund eller i den danske del af Nordsøen.
 Pyrolyse	Udbud	Pyrolyseteknologier har stort reduktionspotentiale, men kræver tilskud for at øge konkurrencedygtigheden*.
 Biobrændsel til transport	Subsidier Fortrængningskrav	Udbud af løsninger til anden generations biobrændsler.
 Fødevareteknologier <small>*Ekskl. biokul</small>	OPP → Blandet finansiering	Få bedriftsregnskaber på plads. Opstil på den baggrund mål for de enkelte brug, og benyt forsigtigt CO <sub>2</sub> -afgifter, der tilskynder til brug af bedre foderstoffer, recirkulation af gasser i stalde og mere effektiv gyllehåndtering. Understøt bedre dyrkningsmetoder, og brug mere biogas**.

Vurder erhvervsudviklings-potentialet igen i 2025

Note:\* F.eks. er SkyClean en løsning, der kombinerer fangst og lagring af CO<sub>2</sub> med produktion af grønt brændstof. Ved at brænde organisk affald i et iltfrit rum, vil halvdelen af kulstofferne i affaldet blive omdannet til biokul og den anden halvdel vil blive til olie og gas. Men deres anlæg skal subsidiere og driften skal understøttes. Det kan ske ved hjælp af udbud. \*\*Se eksempelvis EU-Kommissionen (2020), A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system.

A photograph of a wind farm in a field at sunset. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. Several wind turbines are visible, silhouetted against the bright sky. The foreground is a field of tall grasses, also illuminated by the sunset light.

# KLIMAMÅLENE BETYDNING FOR DEN GRØNNE OMSTILLING

---

# 1. MÅLET OM 70%-REDUKTION ER EN UDFORDRING OG EN MULIGHED FOR DANSK ERHVERVSLIV

---

Danmark har med klimaloven sat et mål om at reducere 70% af sin CO<sub>2</sub>-udledning<sup>2</sup> i 2030 og opnå klimaneutralitet senest i 2050. Axcelfuture og BCG har tidligere vist, at en 60%-reduktion kan nås med relativt rentable tiltag, mens springet fra 60 til 70% kræver subsidier. Disse subsidier bliver dyre, fordi de teknologier, der skal bringes os i mål, endnu ikke er markedsmodnede.

For at opnå klimaneutralitet er det nødvendigt med en massiv udbygning af vedvarende energi baseret på kendte teknologier, og derudover skal der investeres i teknologier, der i dag hverken er modne eller rentable. Det kræver med andre ord en accelereret grøn erhvervsudvikling.

Det er både en udfordring og en stor mulighed for dansk erhvervsliv, men der er også faldgruber. Virksomheder og borgere kan i høj grad bidrage til den grønne omstilling, men for at nå helt i mål er det nødvendigt med en kombination af skattepolitik, erhvervs politik og klimapolitik.

Eftersom Danmark kun udleder ca. 0,1% af verdens CO<sub>2</sub>, vil 70%-målet i sig selv ikke betyde noget for den globale udledning. Men som signalværdi har det betydning, at Danmark går forrest i forhold til Paris-aftalen, forudsat at vi gør det på en måde, som andre har lyst til at følge. Det er således vigtigt, at Danmark kan tjene som udstillingsvindue for teknologier, der kan reducere udledningen globalt – hvilket vi allerede har gjort historisk indenfor fx vindteknologi og fjernvarme.

Det ambitiøse mål om en accelereret grøn erhvervsudvikling kan ikke nås uden statslig regulering. Der er i princippet fire muligheder, der kan vælges i kombination eller hver for sig.

- 1) Det første spor er afgiftsvejen. Klimarådet skønner, at det vil kræve afgifter i størrelsesordenen 1.200-1.500 kr. pr tons CO<sub>2</sub> at nå målet om at reducere udledningen med 70%. Afgiften kan indføres frem mod 2030 og suppleres med bundfradrag, afgiftslofter osv. Den kan omfatte hele eller dele af økonomien, men man skal være opmærksom på, at en række eksisterende afgifter skal tilpasses sideløbende med indfasningen for at opnå en ensartet marginal beskatning. Axcelfuture har sammen med PwC vist, at denne strategi ikke kan stå alene uden alvorlig risiko for lækage. Det gælder navnlig indenfor landbrug, transport og energiintensiv industri<sup>3</sup>.
- 2) Det andet spor er regulering – f.eks. i form af forbud eller påbud. Man kan eksempelvis vælge at indføre et fortrængningskrav ved brug af fossile brændsler som olie og benzin. Det vil være teknologineutralt, da man kan vælge eksempelvis e-methanol fra PtX eller biodiesel. I dag har man et iblandingskrav af biobrændstoffer, men det er ikke teknologineutralt. Man kan også påbyde bestemte isoleringsteknologier i bygningsreglementet for at opnå en højere grad af energieffektivitet.
- 3) Det tredje spor er subsidier til at fremme anvendelsen af udviklede teknologier. Dette spor skal anvendes, hvis de teknologier, man af forskellige årsager tror på kan vinde indpas – og som er nødvendige for at fremme grøn omstilling – ikke er tilstrækkeligt modne. Denne strategi blev anvendt i forbindelse med etablering af vindmølleparker på land og senere på havet. I dag er subsidier ikke nødvendige, da teknologien er blevet konkurrencedygtig.



- 4) Det fjerde spor er at fremme forskning og udvikling. Støtten kan gå til forskning og udvikling, inkl. testanlæg og skalering, inden for alle grønne områder. Disse initiativer vil næppe have effekt i 2030, men vil kunne vise sig afgørende for at vi når målet om klimaneutralitet i 2050.

## **Udfordringen er at bibeholde konkurrenceevnen, muligheden er øget efterspørgsel**

Når man lægger en ambitiøs klimaplan, skal der findes en balance, hvor man tager højde for både reduktionsmål, global efterspørgsel efter grønne løsninger og dansk konkurrenceevne. Ellers kan det blive dyrt for både samfund og klima.

Derfor er det afgørende, hvad erhvervsudviklingsperspektivet er i den grønne omstilling. Hvad kan skabe flere arbejdspladser og højere eksport på sigt? Den diskussion er bl.a. afgørende i diskussionen om, hvorvidt Danmark skal have en million elbiler i 2030 eller ej. Omend CO<sub>2</sub>-reduktionspotentialet i elbiler er forholdsvis højt, så er erhvervsudviklingsperspektivet tilsvarende ringe. Kun enkelte danske virksomheder har i et vist omfang erhvervsmæssig gavn af et meget stort dansk sats på elbiler. Samtidig er fortrængningsomkostningerne i den meget høje ende.

Den rigtige klimaplan for Danmark kan imidlertid skabe grundlaget for nye styrkepositioner i dansk erhvervsliv, hvis man tager udgangspunkt i den danske erhvervsstruktur og dens potentialer. Øget efterspørgsel efter grønne løsninger er en mulighed for virksomheder til at forske i, undersøge og ekspandere klimavenlige tiltag, men kræver, at man fra statslig side støtter og igangsætter projekter og forskning, der ellers ikke ville have noget privatøkonomisk bæredygtigt fundament. På sigt vil disse løsninger kunne sælges uden for Danmarks grænser, hvis man trækker i samme retning – f.eks. ved øget brug af OPP.

## **Det langsigtede mål om klimaneutralitet i 2050 er også en del af klimaloven**

70% reduktionsmålet i 2030 skal opfyldes, men ikke med alt for dyre løsninger. Vi skal tænke langsigtet, fordi det vigtigste er at nå målet om klimaneutralitet i 2050. Efter 2030 skal vi videre - og det skal vi forberede allerede nu. Derfor er det vigtigt at gennemføre en balanceret omstilling, der ikke flytter CO<sub>2</sub>-udledningen til udlandet og fjerner incitamentet for store virksomheder til at udvikle løsninger, der kan være vitale for klimaneutralitet i 2050 og som samtidig har et eksportpotentiale.

Man bør afsøge mulighederne for statslig støtte inden for forskning og udvikling samt OPP, som kan igangsætte og øge incitamenterne til at forske i nye og effektive løsninger som fx CCS, PtX, smarte transportløsninger og reduktionsveje i landbruget. Det kan på kort sigt blive dyrt og have en begrænset CO<sub>2</sub>-effekt. Nogle projekter vil slå fejl, men andre kan også skabe nye styrkepositioner for Danmark. Men Danmark er som land nødt til at løbe en risiko – det er essensen af at have tilsluttet sig et mål om at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med 70%.

---

<sup>2</sup> Vi bruger CO<sub>2</sub> som betegnelse for CO<sub>2</sub>-ækvivalenter.

<sup>3</sup> PwC, Axcelfuture (2020), Konsekvenser for danske virksomheder af en omfattende grøn skattereform.

## Bæredygtige løsninger kræver en bred kortlægning af erhvervsperspektiverne i den grønne omstilling

Løsninger som er konkurrencedygtige, innovative og har stort reduktionspotentiale er vigtige for at nå 70% reduktionsmålsætningen og den langsigtede ambition om klimaneutralitet. Derfor er det nødvendigt at kortlægge erhvervsperspektiverne i Danmark ved den grønne omstilling.

Det er erhvervslivet, som skal levere de største reduktioner af CO<sub>2</sub>-udledning. Samtidig er det også erhvervslivet, der skal levere potentialet for yderligere reduktioner ved innovation og skalering af nye teknologier og løsninger. Nogle teknologier og løsninger er nødvendige for, at tunge industrivirksomheder kan reducere deres udledning. Fx vil Aalborg Portland være afhængig af Carbon Capture and Storage for at foretage markante reduktioner. Andre teknologier og løsninger er vigtige at skalere og udvikle for at sænke udledningen på tværs af sektorer, fx havvind, PtX, sektorsamarbejde og digitalisering.

Det er urealistisk, at Danmark kommer til at have styrkepositioner inden for hele spektret af nye teknologier og bæredygtige løsninger, der kan gøre os klimaneutral i 2050. Nogle områder inden for den grønne omstilling skal vi styrke endnu mere, andre områder skal vi satse på, og på nogle områder skal vi adaptere udenlandske løsninger, hvor ekspertisen er.

For de mest lovende teknologier gælder det, at vi skal kende deres barrierer og udviklingsmuligheder. Det er netop et af formålene med denne rapport. En bred kortlægning af erhvervsperspektiverne ved den grønne omstilling er et naturligt skridt på vejen til at lægge en ambitiøs klimaplan for Danmark.

I denne rapport undersøges erhvervsudviklingspotentialet i den grønne omstilling. Igennem kvantitativ og kvalitativ empiri undersøges eksportpotentialet for grønne danske virksomheder, underskoven af danske underleverandører, styrkepositioner i grøn omstilling og barriere for grønne nøgleteknologier. Afslutningsvis præsenteres anbefalinger til, hvordan man kan styrke erhvervsudviklingspotentialet og føre en effektiv grøn omstilling, der styrker danske virksomheder.

---

## 2. EN AMBITIØS NATIONAL KLIMAMÅLSÆTNING SKAL VÆRE EN LØFTESTANG FOR DANSK EKSPORT

---

Når Danmark går forrest i den grønne omstilling, er det vigtigt at holde sig endemålet for øje. Det er selvfølgelig ikke nok, at Danmark bliver klimaneutralt – reelt fylder vores udledninger en forsvindende lille del af de globale udledninger. Endemålet er selvfølgelig, at de løsninger, vi finder i Danmark, kan skaleres og udbredes globalt. Det skal ikke mindst ses i lyset af, at eksport af eksisterende klimavenlige danske produkter giver langt større klimaeffekt end vi nogensinde kan opnå ved begrænsninger på dansk jord. Udfordringen er, at en national målsætning med fokus på at begrænse udledningerne på dansk jord ikke nødvendigvis fremmer de bedste løsninger for klimaet globalt.

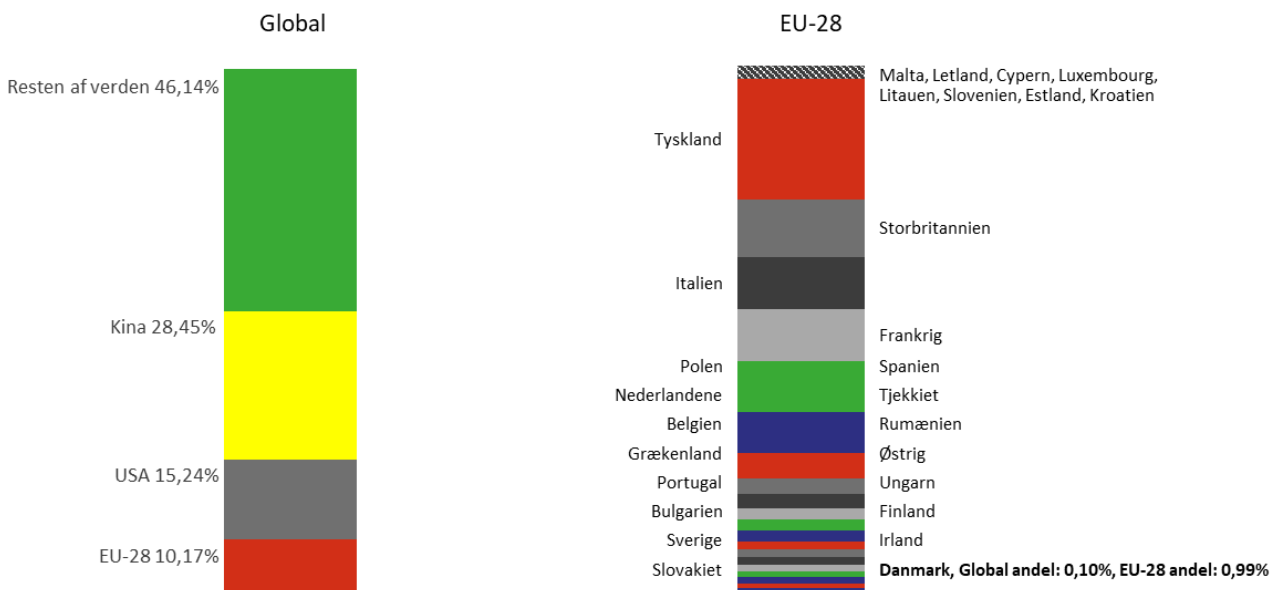
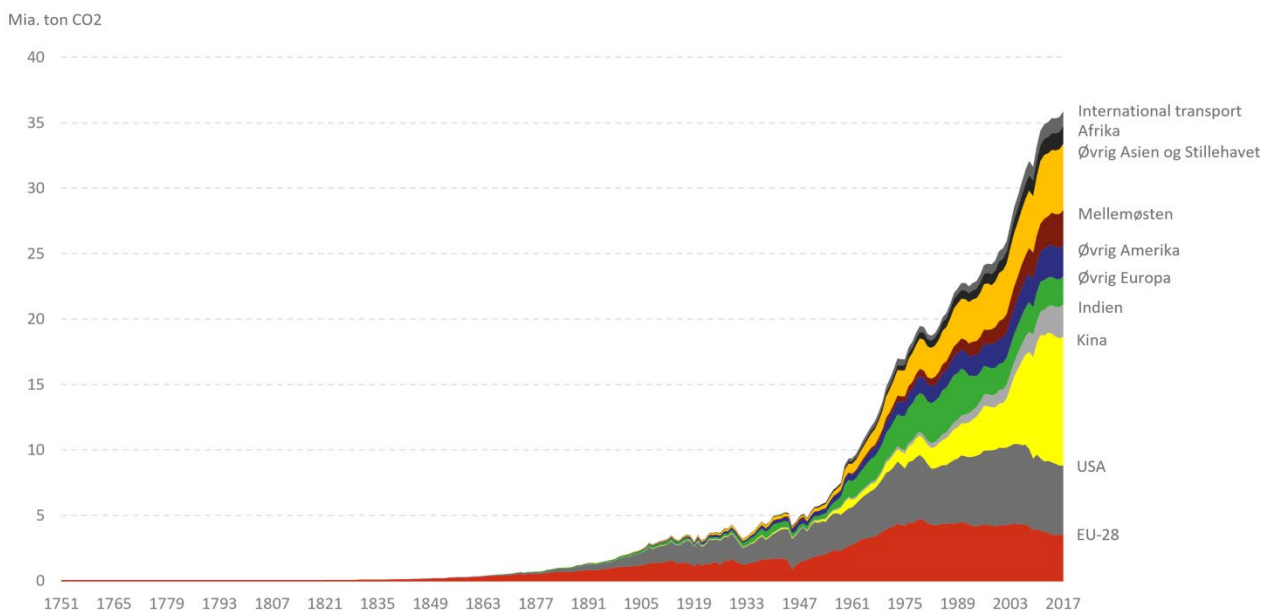
### **De danske udledninger er minimale i en international sammenhæng**

De danske udledninger udgør kun 0,1% procent af det globale klimaaftryk, se figur 1. I dag er Kina den største udleder med ca. 28% af de samlede udledninger. USA, der historisk har været den største bidrager til klimaudfordringerne, udleder i dag ca. 15% af den samlede mængde CO<sub>2</sub>. Derefter kommer EU, der samlet udleder ca. 10% af den globale CO<sub>2</sub>. Så selv med en ambitiøs klimadagsorden om klimaneutralitet i 2050 på EU-niveau vil klimaudfordringerne fortsætte, hvis ikke resten af verden formår at begrænse udledningerne. Den resterende del af verden udleder i dag de resterende 46%.

Det er reelt kun Europa og USA, der de seneste årtier har formået at sænke udledningerne. For resten af verdens lande stiger udledninger massivt, hvilket i høj grad kan tilskrives øget økonomisk aktivitet i lav- og mellemindkomstlandene. Med til denne historie hører også, at langt hovedparten af USAs reduktioner i CO<sub>2</sub>-udledning skyldes, at skifergas har erstattet kul, olie mv. i den amerikanske forsyningssektor. Den positive udvikling skyldes således i høj grad, at amerikanerne har fundet gasressourcer i undergrunden, ikke målrettede politiske tiltag, der begrænser klimabelastningen. En del af denne udvikling skyldes også, at den vestlige verden i et stort omfang har flyttet deres produktion til lav- og mellemindkomstlandene, herunder navnlig Kina.

Udledningerne i lav- og mellemindkomstlandene må forventes at stige de kommende år. Det skyldes ikke mindst højere levestandard og deraf øget forbrug. Det vil sætte klimaet yderligere under pres. Dog ses der visse positive takter, senest med Kinas målsætning om klimaneutralitet i 2060.

**FIGUR 1: HISTORISKE UDLEDNINGER AF CO<sub>2</sub>**



Egne beregninger baseret på data fra Gilfillan et al. (2019), UNFCCC (2019), BP (2019).  
Data for 2017 er foreløbige. EU-28-udlere mindre end Danmark er samlet øverst i søjlen til højre.

Fra et klimaperspektiv betyder det derfor ikke så meget om den danske udledning er 40 eller 23 mio. ton i 2030. Det vigtige er, at den innovation, som den accelererede grønne omstilling vil drive, udbredes globalt og dermed bidrager til at løse klimaudfordringerne i hele verden. De løsninger vi vælger, skal ikke have så høje omkostninger, at omverdenen bliver afskrækket fra at vælge en lignende vej.



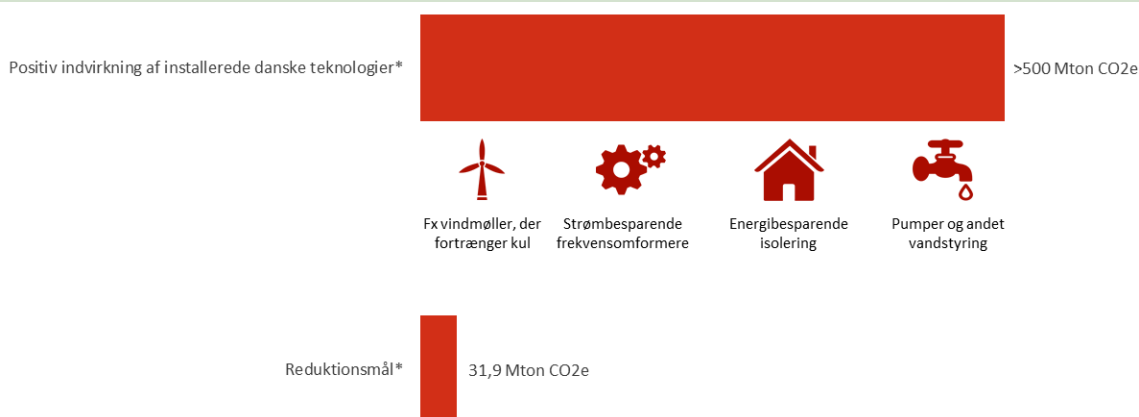


DET DANSKE GRØNNE  
ERHVERVSLIV

## Eksport af klimavenlige danske produkter giver langt større klimaeffekt end vi nogensinde kan opnå på dansk jord

Eksport af klimavenlige danske teknologier giver over 15 gange mere klima end 70% målet, jf. figur 2. Hvis Danmark når 2030-målsætningen, vil vi have reduceret udledningen af klimagasser med det, der svarer til knap 32 mio. ton CO<sub>2</sub> per år i forhold til i dag. Det kan holdes op mod en skønsmæssig fortrængning af allerede installerede danske teknologier på over 500 mio. tons CO<sub>2</sub> per år. Fx eksporterer vi bl.a. vindmøller, strømbesparende frekvensomformere, energibesparende isolering, pumper og andet vandudstyr. Det er selvfølgelig vigtigt at holde sig for øje, at det ene ikke udelukker det andet.

**FIGUR 2: DANSKE TEKNOLOGIERS FORTRÆNGNING SAT OP IMOD 70%-MÅLET**



Kilde: BCG og Axcelfuture (2020), En klimaplan for Danmark

Reduktionsmål: Baseret på udledninger i 2019 fra basisfremskrivning 2020 og målsætning fra Klimarådets "Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion".

## National målsætning fremmer ikke nødvendigvis de bedste løsninger for klimaet

Før sommerferien vedtog et bredt flertal i Folketinget et forlig om yderligere udbygning af den vedvarende energi i Danmark, fx gennem to såkaldte energier med tilhørende havvindmølleparker. Dette, i kombination med tidligere tiltag, vil være med til at sikre, at forsyningssektoren i vid udstrækning bliver klimaneutral frem mod 2030. Det er således vigtige og centrale skridt til at opnå vores nationale målsætning om 70% reduktion i 2030.

Men når elektricitet og fjernvarme bliver CO<sub>2</sub>-neutralt, mindsker det effekten af energieffektive løsninger i de nationale udledningsstatistikker. Energieffektivisering vil selvfølgelig stadigvæk bidrage til at løse klimaudfordringerne og sikre en omkostningseffektiv grøn omstilling, da fx den grønne elektricitet kan eksporteres til vores nabolande, det tæller bare ikke med i vores klimaregnskab og regeringens reduktionsmål. Det kan betyde, at de politiske tiltag i vidt omfang ser bort fra potentialet ved energieffektiviseringer, da bidraget til vores nationale målsætning bliver begrænset. Tidligere analyser fra BCG og Axcelfuture baseret på bl.a. klimapartnerskabernes rapporter finder, at yderligere energieffektiviseringer skønsmæssigt kan bidrage med i omegnen af 1 mio. ton CO<sub>2</sub> udover den forventede teknologiske udvikling jf. basisfremskrivningen.

Dette står dog i kontrast til de teknologier, som danske virksomheder i dag eksporterer til udlandet. En stor andel af de fortrængninger, som dansk teknologi bidrager til globalt, kommer fra energieffektivitet, jf. figur 2.

Det er således ikke utænkeligt, at investering i grøn omstilling ville bidrage mere til klimaet globalt, hvis den var koblet på energieffektiviseringer, i stedet for kun at fokusere på at reducere de danske indenlandske udledninger. Det ene udelukker selvfølgelig ikke det andet, så der bør fortsat være fokus på energieffektiviseringer i Danmark uagtet det begrænsede bidrag til 70% målsætningen. Et eksempel som dette taler isoleret set for, at den danske klimaindsats i et vist omfang skal målrettes dansk erhvervslivs styrkepositioner i den grønne omstilling, hvilket diskuteres nærmere i senere afsnit af denne rapport.

I udformningen af de virkemidler, der skal drive den grønne omstilling, er det afgørende, at den ambitiøse nationale klimamålsætning bliver en løftestang for reel grøn omstilling med et eksportpotentiale. Det betyder bl.a., at der i høj grad bør tages stilling til lækageproblematikken. Derudover bør Danmarks nuværende styrkeposition inden for energieffektiv teknologi udbygges gennem målrettede tiltag.

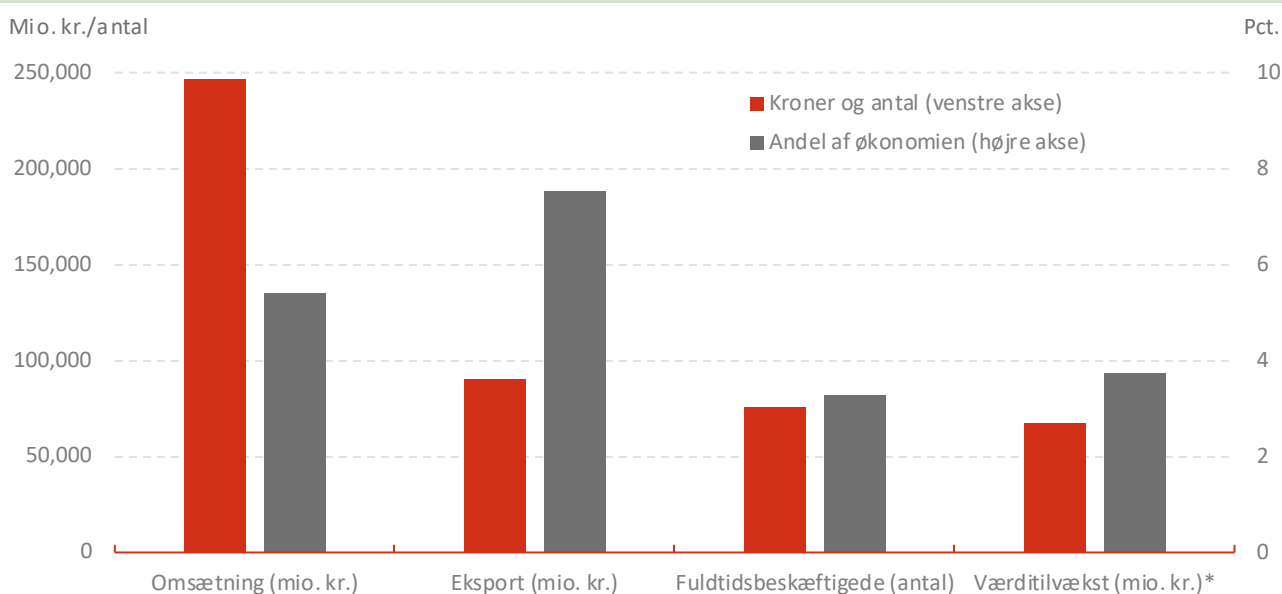
### 3. GRØNNE VARER OG TJENESTER UDGØR ALLEREDE EN BETYDELIG ANDEL AF ØKONOMIEN

Historisk har Danmark været et foregangsland i udviklingen af grønne teknologier. Det har været med til at sikre betydelige erhvervssucceser inden for fx vindmøller, fjernvarme, pumper og termostater, hvilket har været med til at styrke dansk økonomi.

Grønne varer og tjenester kan defineres på mange måder. Det kan fx være baseret på CO<sub>2</sub>-aftrykket ved produktion af varer eller baseret den effekt, varer og tjenester har på klimaet efter produktion. Danmarks statistik definerer grønne varer eller tjenester som varer og tjenester der forbedrer miljøet eller sparer ressourcer<sup>4</sup>. I dag udgør disse grønne varer og tjenester en samlet omsætning på knap 250 mia. kr., hvilket er godt 5% af omsætningen i det samlede danske erhvervsliv, jf. figur 3. Samtidig er de grønne varer og tjenester mere eksportorienterede end gennemsnittet, og den grønne eksport er ca. 90 mia. kr. og udgør knap 8% af den samlede danske eksport. Yderligere er beskæftigelsen knyttet til grønne varer og tjenester ca. 76.000 svarende til ca. 3,3% af den samlede beskæftigelse.

Det er i betydeligt omfang de eksisterende virksomheder, som sælger og producerer grønne varer og tjenester, der kan være med til at drive en accelereret grøn omstilling på dansk jord. Det er fx i disse virksomheder, at mange af de nødvendige kompetencer til at udvikle nye grønne løsninger er til stede.

**FIGUR 3: GRØNNE VARER OG TJENESTERS ANDEL AF ØKONOMIEN**



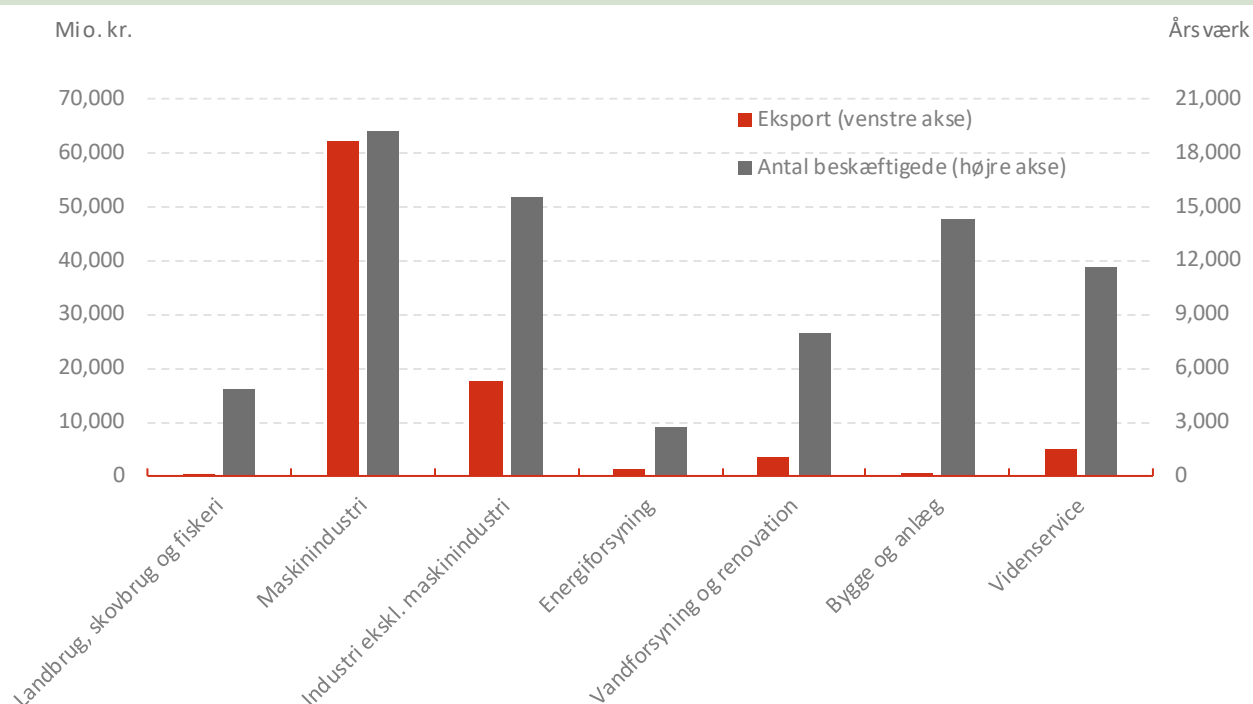
Kilde: Danmarks Statistik og egne beregninger. Data for grønne varer og tjenester 2019. Værditilvækst er for 2018. Andel af økonomien er for 2018 på nær eksport, der er for 2019

<sup>4</sup> Danmarks Statistik (2019), Vejledning samt hjælpeliste til placering af grøn aktivitet.

Det er navnlig industrivirksomheder, der har formålet at lave en forretning ud af grønne teknologier og samtidig bidrage til eksporten. Med en samlet eksport på 79,8 mia. kr. står industrien for 88% af den samlede grønne eksport, jf. figur 4. Herunder er det især maskinindustrien med fx Vestas, Danfoss, Grundfos og andre store grønne virksomheder, der sikrer de danske grønne eksportindtægter med en eksport på godt 60 mia. kr. i 2019. Det er også her de fleste er beskæftiget.

Bygge- og anlægsbranchen samt virksomheder inden for vidensservice beskæftiger også relativt mange med hhv. 14.000 og 12.000 årsværk i 2019. Disse virksomheders bidrag til eksportindtægterne er dog mere begrænset.

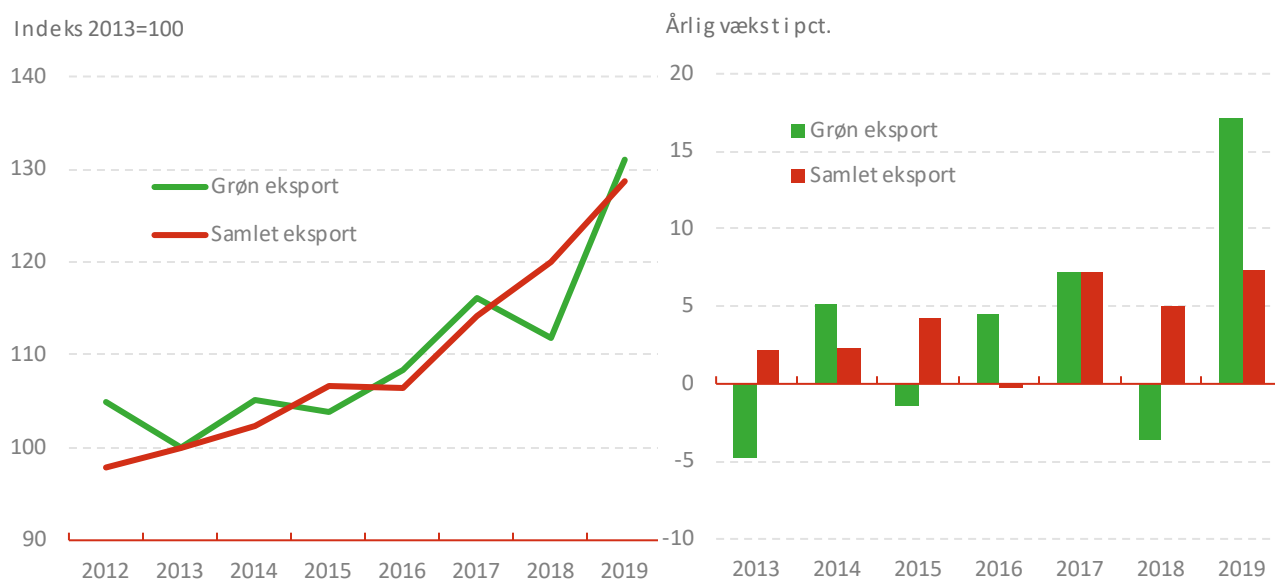
**FIGUR 4: INDUSTRIEN STÅR FOR LANGT DET MESTE GRØNNE EKSPORT**



Kilde: Danmarks Statistik og egne beregninger. Data for grønne varer og tjenester i 2019.

De seneste år har eksporten af grønne varer og tjenester i store træk fulgt udviklingen i den samlede danske eksport, men med en markant stigning i 2019 på hele 17%, som dog kom på baggrund af et fald i 2018, jf. figur 5. Set over de seneste seks år er den grønne eksport steget nogenlunde i takt med den samlede eksport.

**FIGUR 5: DEN GRØNNE EKSPORT HALTER LIDT EFTER DEN SAMLEDE EKSPORT**



Kilde: Danmarks Statistik og egne beregninger. Data for grønne virksomheders eksport og samlet eksport i betalingsbalancen.

En accelereret grøn omstilling kan være med til at ændre denne udvikling, så virksomheder der producerer og sælger grønne varer og tjenester, fremadrettet kan spille en endnu mere central rolle i dansk økonomi.

---

## 4. DANSKE GRØNNE STYRKEPOSITIONER

---

Mange løsninger og teknologier er i spil i den grønne omstilling. Vi kender allerede en række modne løsninger, som har opnået tilstrækkelig skala, og som har en kort tilbagebetalingstid. Det er energieffektiviseringer, varmepumper, elektrificering af varmeprocesser mv. Den grønne omstilling indeholder udfordringer såvel som muligheder. Vi skal reducere CO<sub>2</sub>-udledningen i Danmark, hvilket er en omkostningstung proces. Men Danmark kan også blive et udstillingsvindue for stærke klimaløsninger med et globalt perspektiv. Derved kan vi benytte den grønne omstilling som løftestang for erhvervsudviklingen.

Skal omstillingen være en investering i klimaet og samtidig i vores egen fremtid som konkurrencedygtigt velfærdssamfund, er det vigtigt, at vi finder de løsninger, der kan vinde bred udbredelse i dansk erhvervsliv, fordi det er områder, hvor vi i forvejen har en styrkeposition.

Innovationsfonden udviklede i 2020 en model<sup>5</sup>, der opdeler grønne teknologier og løsninger, efter hvordan de passer ind i dansk erhvervs- og forskningsstruktur. Nogle teknologier skal *undersøges, udbygges og støttes*, andre er veludviklede og skal derfor *vedligeholdes og plejes*, mens der endelig også er teknologier og løsninger, hvor vi skal *følge* hvad der sker på verdensplan og *adoptere* deres fremgangsmåde. Denne model kan med fordel bruges til fremhæve danske styrkepositioner, der knytter sig til den grønne omstilling.

Det er dog vigtigt at tilføje, at denne tredeling af grønne teknologier ikke er "mejslet i sten", men kan ændres over tid. Styrkepositioner kan gå tabt, hvis de ikke holdes ved lige, og nye kan opstå. Eksempelvis ved vi, at nye og endnu uprøvede teknologier som Carbon Capture og Power to X skal tages i brug i Danmark for at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen. Dermed kan der komme en enorm vækst i disse områder i løbet af ganske få år.

### Ti nøgleløsninger skal bringe os videre i den grønne omstilling

Den grønne omstilling kræver, at vi øger anvendelsen af kendte og etablerede bæredygtige løsninger, samtidig med at vi udvikler på nye løsninger, der er delvist etablerede eller ikke etablerede i dag. Vi skal samtidig udfase kul, olie og andre fossile energiformer. Vi har med udgangspunkt i Axcelfuture og BCG's Klimaplan for Danmark og vores grønne virksomheds database udvalgt ti nøgleløsninger, som vi finder essentielle for den danske grønne omstilling. De ti nøgleløsninger er i varierende grad nødvendige for den grønne omstilling og er opdelt i implementerings- og udviklingsspor, jf. figur 6.

FIGUR 6: TI NØGLELØSNINGER



Med udgangspunkt i dansk erhvervsstruktur er der givet et kvalificeret bud på hvilke løsninger, der kan bringe os videre i den grønne omstilling, jf. figur 7. Virksomhederne er udvalgt ud fra vores kendskab til deres rolle som leverandør af løsninger til fremme af grøn omstilling. Det betyder eksempelvis, at vi inden for fødevareteknologi har medtaget DLF og DLG, fordi de leverer løsninger til landbruget, der kan reducere deres udledninger, mens vi omvendt har udeladt Arla og Danish Crown, fordi de aftager og videreforarbejder produkter, hvor langt hovedparten af klimaafttrykket er sat tidligere i værdikæden.

I oversigten har vi identificeret virksomheder, som beskæftiger sig med mindst én af de ti løsninger, og vurderet hvor stor en del af deres omsætning, som kan relateres til løsningerne. Vi medtager kun virksomheder med en omsætning på mindst 500 mio. kr. i seneste regnskabsår og med betydelige aktiviteter i Danmark. Det er hovedsageligt private selskaber, men der er også statslige aktieselskaber, selskaber med statslig ejerandel samt offentlige virksomheder.

Størrelsen på omsætningen er beregnet ved at vurdere hvor stor en del af virksomhedens salg, der er direkte relateret til hver kerneløsning. Den samme virksomhed kan godt operere indenfor flere løsninger, men vi har kun medregnet omsætningen én gang.

## VE og energieffektivisering er de mest etablerede løsninger

Samlet omsætter virksomhederne for i alt 451 mia. kr. i Danmark og udlandet indenfor nøgleløsningerne. Godt 40% af denne omsætning findes inden for VE-løsninger. Den næststørste kerneløsning målt på omsætning er energieffektivisering, der står for godt 25% af omsætningen og derefter fødevareteknologi med knap 20%. De resterende nøgleløsninger står samlet set for godt 10% af omsætningen.

Løsningerne er opdelt efter deres etableringsgrad, og vi har inddelt dem i tre grupper:

1. De mest etablerede løsninger er der, hvor danske virksomheder står stærkest. Når prisen på at udlede CO<sub>2</sub> stiger, vil flere af de etablerede løsninger skulle udvikles yderligere. Det gælder navnlig inden for VE, hvor der eksempelvis skal udvikles nye metoder til energilagring, samt indenfor fødevareteknologier, hvor der skal udvikles nye metoder inden for foderstoffer og dyrkningsmetoder.
2. De delvis etablerede teknologier er i dag i kommerciel drift men er kendetegnet ved, at de kun eksisterer som følge af regulering eller støtteordninger.
3. De ikke etablerede teknologier er endnu i demonstrationsfasen og skal have betydelig støtte for at kunne udvikle sig, så de på sigt kan blive konkurrencedygtige.



Oversigten indeholder virksomheder i flere forskellige led af værdikæden indenfor hver løsning. Oversigten er fortsat under udvikling og skal ses som et første forsøg på at skabe et overblik over betydelige danske markedsaktører indenfor grøn omstilling.

**FIGUR 7: OVERSIGT OVER NØGLELØSNINGER**

























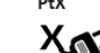


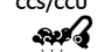




Kilde: Valu8, årsregnskaber og egne beregninger.

## Nøgleløsninger har forskelligt erhvervspotentiale

Erhvervsudviklingspotentialet er ikke ens på tværs af områder. Inden for nogle løsninger – eksempelvis energieffektivitet - er der en omfattende beskæftigelse og eksport, mens der inden for andre områder kan være en begrænset produktion. Hovedparten af produktionen af solpaneler foregår eksempelvis i Sydøstasien. Og hvad Carbon Capture angår, er det ikke muligt i dag at udpege danske virksomheder, der har specialiseret sig inden for området. Dog har GEUS – De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - opbygget en stor viden om det tekniske potentiale, navnlig hvad angår lagring af CO<sub>2</sub> i undergrunden.

**FIGUR 8: REDUKTIONS- OG ERHVERVSUDVIKLINGSPOTENTIALE FOR DE TI LØSNINGER**

Løsning	Tiltag frem mod 2030	Erhvervsudviklingspotentiale	Virksomheder
 Vind- og solenergi	5 GW VE vedtaget med energiober i klimaaftalen**		
 Energieffektivisering	EU: 32,5 pct. EE i 2030 målt i forhold til det forventede energiforbrug.***		
 Fødevareteknologi	Reduktionspotentiale: 2 mio. ton CO <sub>2</sub> e*		
 Opvarmning	Fjernvarmen er klimaneutral i 2030, men EE løsninger udestår i resten af husstandene		
 Smart infrastruktur	Regeringen præsenterer en elektrificeringsstrategi med scenarier i relation til 70 pct.målet primo 2021.**		
 Cirkulær økonomi	Reduktionspotentiale: 0,15 mio. ton CO <sub>2</sub> e*		
 Biobrændsel til transport	Reduktionspotentiale: 0,5-3,5 mio. ton CO <sub>2</sub> e*		
 Biogas	Reduktionspotentiale: 0,6 mio. ton CO <sub>2</sub> e*		
 PtX	Reduktionspotentiale: 0,5-3,5 mio. ton CO <sub>2</sub> e*		
 CCS/CCU	Reduktionspotentiale: 4-9 mio. ton CO <sub>2</sub> e*		

Kilde: \*Klima-, Energi- og Forsyningsministeriets Klimaprogram 2020 \*\*Klimaaftale for energi og industri mv. (2020) \*\*\*DI om energieffektiviseringer, interviews med interessenter og tidligere Axcelfuture analyser

Note: Erhvervspotentialet er en vurdering baseret på interviews med aktører indenfor de forskellige løsninger, samt virksomhedsdata vedr. allokering af midler til de forskellige løsninger. Cirkulær økonomi er baseret genanv. og reduktion af plastaffald i Klimaprogram 2020.

## Nøgleløsningernes bidrag til den grønne omstilling

Vi beskriver nøgleløsningerne og de forskellige erhvervspotentialer herunder.

### *Vind- og solenergi*

Hvis Danmark skal nå målet om at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med 70%, vil det kræve en massiv udbygning af grøn strøm – navnlig fra vindmøller og solenergi. I et elektrificeret samfund er fossile brændsler i videst muligt omfang udfaset i forsyningssektoren, i transportsektoren og i industrien.

Det skal opnås gennem en drastisk forøgelse af produktionen af el fra vind- og solenergi. Som et led i Klimaaftalen for energi fra 2020 er det på den baggrund besluttet, at Danmark skal have to energier i hhv. Nordsøen og Østersøen kombineret med en omfattende udbygning af solenergi på land. Det er en omfattende og accelereret udbygning af VE, som er uden fortilfælde i Danmarkshistorien.

Vindenergi har været i brug i Danmark siden 1990'erne. Havvind er fortsat dyrere end landvind, men der er af miljømæssige årsager grænser for, hvor meget landvindskapaciteten kan øges i Danmark. Selvom 70% af jordens overflade er vand, er der globalt set mere tilgængelig landvind end havvind, men i Danmark er der store skalafordele ved havvind, da det blæser mere på havet. Derudover har vi et godt udgangspunkt i Nordsøen, hvor netop vores del af kontinentalsoklen er meget velegnet til vindmølleparker. Vind rummer således et stort dansk erhvervspotentiale hvad angår udvikling, produktion, opsætning, service og styring.

Det vil også være rationelt at udbygge omfanget af solceller for at balancere det samlede energisystem. Solceller kan placeres på marker og på virksomhedstage og kan i perioder gøre virksomheder selvforsynende med energi. På virksomhedernes tage optager solceller ofte "død" plads, hvilket betyder, at det ikke er til gene visuelt, pladsmæssigt og i form af støjgener, som tilfældet er med en vindmølle. Derudover konkurrerer solceller på tage ikke med andre formål for arealanvendelse som natur og fødevarerproduktion, hvilket er tilfældet på landjord. Men da landbruget samlet har 170.000 hektar lavbundsjorder, hvoraf en betydelig del kan tages ud af drift, kan det forbedre investeringskalkulen for landbruget væsentligt, hvis man placerer solceller på disse jorder. Endelig kræver solenergi mindre udbygninger af transmissionsnettet end vindenergi. Potentialet er betydeligt, eftersom 1GW kræver 1.000 hektar jord.

De to største danske aktører indenfor vindløsninger i Danmark er Ørsted og Vestas, som begge eksporterer hovedparten af deres produktion ud af Danmark. Ørsted udvikler, opfører og driver hav- og landvindmølleparker over hele verden og har også etableret parker som Horns Rev I og II i Danmark. Samlet set har Ørsted etableret over 1.500 havvindmøller i verden. Vestas producerer vindmøller og er navnlig stærke indenfor landbaserede møller, der fortsat også er et langt større forretningsområde end havvindmøller. På grund af potentialet i havvind i Nordeuropa har Vestas dog for nyligt overtaget MHI Vestas, som man nu ejer fuldt og helt. Det betyder, at Vestas nu melder sig ind i kampen om at kunne levere havvindmøller til den meget store udbygning i Nordsøen, der vil finde sted frem mod 2050. Derudover er Siemens-Gamesa en markant aktør globalt, der både har produktions- og udviklingsafdelinger i Danmark.

Det vurderes, at Danmark i 2030 har en VE-andel på over 100%<sup>6</sup>. Både import og eksport af strøm ventes samtidig at stige markant. Det skyldes, at vinden ikke blæser hele tiden, og at det i 2030 er antaget, at det fortsat kun er muligt at lagre VE i mindre omfang.

Selv med en VE-andel i 2030 på over 100% vil der altså være behov for en betydelig import af el, som kan være produceret med fossile brændsler. Det understreger, at der er et stort behov i Danmark for at udvikle lagringsteknikker, der kan give en tilfredsstillende indenlandsk "baseload" af strøm, idet kabelforbindelserne til udlandet ikke har ubegrænset kapacitet.

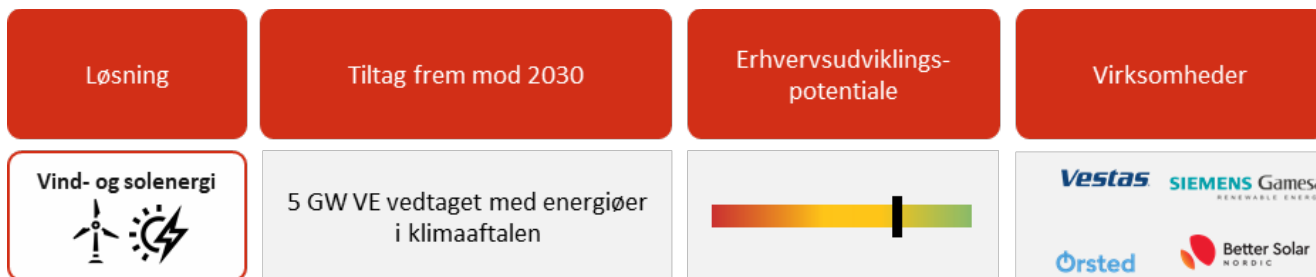
Ellagringskapaciteten i batterier er ikke stor nok til at lagre store mængder af el, og termisk lagring er en teknologi, som vi endnu ikke har tilstrækkelig erfaring med. Men netop nu bliver der bygget demonstrationsanlæg, der kan gøre det muligt at finde frem til de bedste og mest effektive løsninger, jf. case om GreenLab på side 39.

Det følger heraf, at udbygningen af solenergi meget hurtigt kan tage fart, når der er opbygget bæredygtige lagringsmetoder. Det kan skubbe til det normale mix mellem vind og sol, der traditionelt har været 80/20. Opbygges der skalerbare systemer til energilagring, vil det bedre kunne betale sig at have mest sol i systemet, da det er billigere end vind.

*"Energilagringen løser flere udfordringer, navnlig de to store: Tilgængeligheden af energi, når vi skal bruge den, og den reducerede omkostning af anlæg til vedvarende energiproduktion. Vi får øget tilgængelighed, fordi vi kan gemme energien, til der er brug for den"*

Henrik Stiesdal, Stiesdal A/S

Behovet for effektiv energilagring er voksende globalt, og danske virksomheder kan derfor bidrage til løsninger, der kan eksporteres til hele verden. Energilagring er så at sige den sidste store sten på vejen mod en 100 procent bæredygtig energiforsyning, og når lagringen kommer ned i pris, vil det øge værdien af energi fra sol og vind.



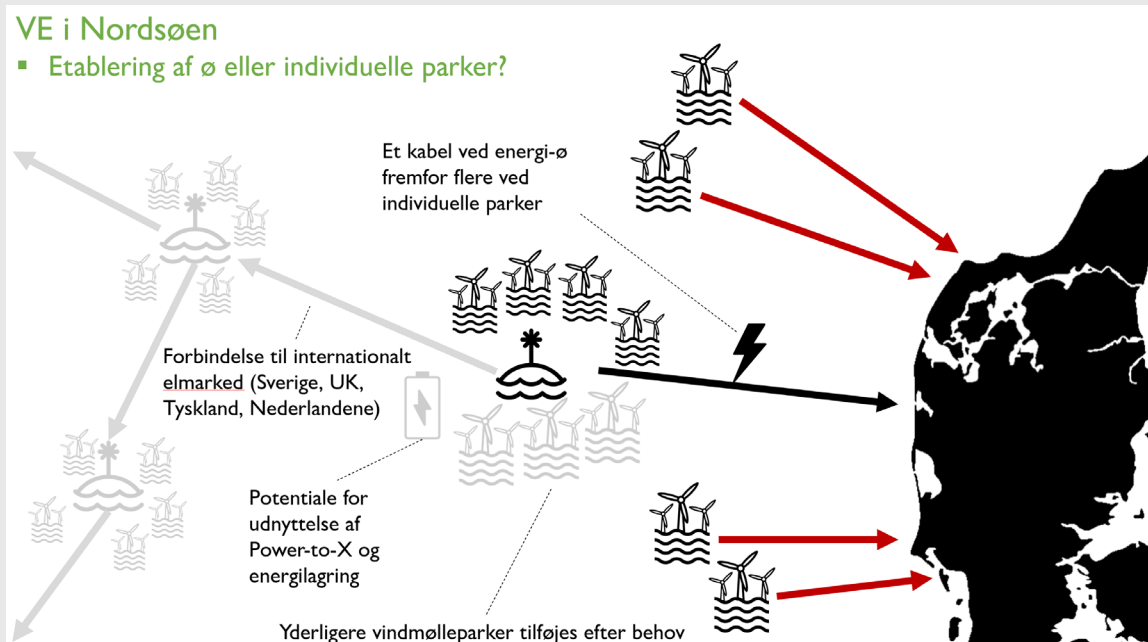
## STYRKEPOSITIONER VED EN ENERGIØ

En energiø 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.

<sup>6</sup> Axcelfuture (2020), Hvordan reduceres CO2-udledningen med 70%?, s. 5

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 energiø:

- Energiøen giver besparelser til kabler, fordi de bliver samlet ét sted. Kabler udgør en 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 PtX 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.
- Der bliver kapacitet til at elektrificere transportsektoren.



### **Energieffektivisering**

Energieffektivisering handler om at bruge mindre energi uden at reducere den ønskede effekt eller komfort. Løsningerne er bl.a. isolering af huse, varmestyring gennem termostater, brug af varmepumper og øget brug af digitalisering, der tilpasser energiforbruget i forhold til udbud og efterspørgsel.

Øget energieffektivisering er en fordel både fra et økonomisk og klimamæssigt udgangspunkt. Jo mere effektivt en virksomhed bruger energien, des mindre følsom vil den være over for udsving i energipriserne, og desuden er der store kapitalomkostninger forbundet med at etablere grøn energi.

Energieffektivisering kan medvirke til at gøre den grønne omstilling billigere<sup>7</sup>.

Energieffektivisering vil dog i fremtiden skulle "konkurrere" mod en grøn energiforsyning. Det kan dog stadig give god mening at effektivisere, så længe det er samfundsøkonomisk billigere end at bygge ny kapacitet af vedvarende energi. Det handler om at finde den rette balance mellem investeringer i grøn energi og investeringer i energieffektiviseringer. Det bør undersøges nærmere, hvad potentialet i investeringer i energieffektiviseringer kan være frem mod 2030, så vi ikke overinvesterer i VE for at nå målet om en 70% reduktion af CO<sub>2</sub>.

Danmark har i de sidste tre årtier holdt energiforbruget tilnærmelsesvist konstant trods en betydelig øget økonomisk vækst<sup>8</sup>. Det skyldes dels lavere energiintensitet, og så også det forhold, at energiintensiv produktion i et vist omfang er flyttet til andre lande. Således har Danmark i dag en meget let industri, sammenlignet f.eks. med vores nabolande Sverige og Tyskland. Dette direktiv tages op til forhandling igen i EU i løbet af 2021, hvor det nuværende mål for energieffektivitet på 32,5% forventes at blive højere i lyset af det forventede højere klimamål i EU.

Ifølge IEA<sup>9</sup> kan en ambitiøs politik på energieffektivitetsområdet dæmpe den globale energiforbrug og de deraf energirelaterede CO<sub>2</sub>-udledninger. I lyset af en markant økonomisk vækst og en global befolkning, der øges med 2-3 milliarder mennesker frem mod 2050, vurderer IEA, at øget energieffektivitet skal levere 35% af den nødvendige reduktion af CO<sub>2</sub>-udledningerne.

Ultimo 2018 blev EU's Energieffektivitetsdirektiv opdateret, hvilket medførte, at energieffektiviteten skal øges markant mod 2030<sup>10</sup>. Kommissionen har udstukket retningslinjer, der forpligter de enkelte medlemslande til at fremlægge planer for, hvordan målet nås.

Danmark har en afgørende styrkeposition på området med store virksomheder som Velux, Grundfos, Rockwool, Danfoss og Kamstrup. Det er afgørende for disse virksomheder, at de på deres hjemmemarked kan bidrage til at bringe løsningerne i spil og vise Danmark som udstillingsvideo for resten af verden, og derfor vil det give mening fortsat at udvikle løsninger i Danmark, hvor energieffektivitet bringes i spil.

*"En omkostningseffektiv grøn omstilling kræver, at der spares 30% fra effektivisering. Det skyldes, at det er dyrt at lave grøn omstilling, så der er behov for effektivisering, for at det ikke bliver for dyrt"*

**Steen Schelle Jensen, Kamstrup**

For at kortlægge størrelsen af sektoren har DAMVAD Analytics vurderet, at der er ca. 25.000 fuldtidsansatte indenfor produktion af energieffektive løsninger. Derudover bidrager sektoren også i form af underleverandører, som beskæftiger ca. 11.000 fuldtidsansatte<sup>11</sup>. De ovenfor nævnte virksomheder er veldrevne og investerer massivt i nye og innovative løsninger, så de kan tage del i den fremtidige vækst. I forhold til EU's og de globale klimamålsætninger kan der således være et stort vækstpotentiale for Danmark i energieffektive løsninger samt et stort bidrag til globale reduktioner.

---

<sup>7</sup> Klimarådet (2020), Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion

<sup>8</sup> Klima-, Energi-, Forsyningsministeriet (2020), Energieffektivitet

<sup>9</sup> IEA (2018), Perspectives for the energy transition: the role of energy efficiency

<sup>10</sup> EU Kommissionen (2020), Energy efficiency targets

<sup>11</sup> DAMVAD Analytics (2020), Økonomisk betydning af energieffektive løsninger i Danmark



### Fødevareteknologi

Fødevareresektoren er et stort eksporterhverv, og 60% af vores areal er dækket af bedrifter og deres tilhørende landbrugsjorder. Bedrifterne har leverandører som DLF og DLG og aftagere som Danish Crown og Arla – virksomheder, der har skabt en nøgleposition på det danske marked, og som samtidig har udviklet sig til store eksportvirksomheder. Mange store danske virksomheder har endvidere deres oprindelse i landbrugsklyngen og har udviklet sig til højteknologiske virksomheder. Det gælder f.eks. Novozymes, Carlsberg og Chr. Hansen.

Selvom vores fødevarereproduktion er meget intensiv og påvirker både klima og miljø, kan vi i Danmark producere mere effektivt end de fleste andre lande. I 2030 forventes det, at den primære del af landbrugssektoren vil have en samlet udledning på ca. 16 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (inkl. LULUCF), hvis ikke der gøres en særlig indsats, og det vil svare til en tredjedel af den samlede udledning i Danmark. Heraf kommer hovedparten af udledningerne fra husdyr. Det gør det vigtigt at fokusere på teknologier og metoder, der kan reducere udledningerne.

Fødevareteknologier omfatter løsninger, der kan reducere landbrugets udledninger af klimagasser, der kommer fra dyrenes fordøjelse, husdyrgødning, dyrkning af jord og øvrige udledninger, som eksempelvis udledning fra landbrugsmaskiner.

Der findes en lang række virkemidler, der kan nedbringe udledninger fra landbrug og gartnerier, hvoraf en del kunne tages i brug med det samme, men de vil fordyre produktionen og påvirke erhvervets konkurrenceevne negativt. Det kan medføre, at produktionen udflyttes til andre lande med mindre effektive brug, hvilket samlet set kan føre til en højere CO<sub>2</sub>-udledning globalt.

Her er eksempler på virkemidler:

- 1) Udtagning af lavbundslande og skovrejsning
- 2) Virkemidler fra inputfaktorer:
  - a) Foderstoffer der bidrager til reduktion af lattergasser (prutter og bøvs fra husdyr)
  - b) Bedre planteavl så der udvikles afgrøder, der er mere effektive og klimatolerante
- 3) Procesrelaterede virkemidler
  - a) Bedre dyrkningsmetoder så jorden ikke udleder så meget CO<sub>2</sub> (eksempelvis no-till). Undgå udledning fra moser ved at undlade at fjerne tørv.
  - b) Gylleforsuring, effektiv udsugning og recirkulering af husdyrgødning samt andre tiltag, der reducerer lattergasser
- 4) Brug af biogas der reducerer udledning af gasser fra gylle mv.
- 5) Mindre forbrug af kød, især fra klovdyr, enten som følge af begrænset forbrug eller evt. ved produktion af in-vitro kød eller andre kødsubstitutter

Udtagning af lavbundsjord fremstår umiddelbart som den billigste metode, da man én gang for alle reducerer udledninger fra dyrkning af jord. Det forekommer rationelt at udtage de jorder, hvor udledningen er høj og produktiviteten lav. Jorderne kan alternativt anvendes til vedvarende energikilder som vind og sol. Der kan også være et samfundsperspektiv i vertikale landbrug eller øget biodiversitet.

Der er større perspektiver i de øvrige metoder, navnlig fordi danske virksomheder står stærkt internationalt hvad angår planteavl, foderstoffer og biogas. Dermed kan løsninger udviklet i Danmark bidrage til endnu større reduktioner globalt. Indenfor planteavl arbejder DLF med at udvikle nye frøtyper, der kan sikre lavere udledninger. Tilsvarende har DLG udviklet klimadeklarerede foderstoffer, der gør det nemmere for landmanden at styre sin CO<sub>2</sub>-udledning. På biogasområdet arbejdes der på at skalere løsningerne, så man kan få prisen på biogas ned, og der kan være et stort CO<sub>2</sub>-reduktionspotentiale i, at biogas bliver yderligere udviklet. Det er nemlig hensigtsmæssigt at forgasningen sker i forbindelse med produktion af biogas fremfor i gylletanke eller ved gødskning.<sup>12</sup>

For at sikre det fornødne overblik over virkemidlerne, er der ved at blive udviklet bedriftsregnskaber, der kan sikre overblikket over de forskellige udledningstyper på de enkelte brug, og som skal kunne sikre, at man kan opgøre CO<sub>2</sub>-reduktioner, der følger af investeringer i grønne teknologier. Før dette system er på plads er det vanskeligt at indføre CO<sub>2</sub>-beskatning af landbruget. Bedriftsregnskaber vil kunne anvendes til at skabe den rette incitamentsstruktur for den enkelte bedrift.

Lykkes det at reducere udledningen i de primære brug ved hjælp af ovenstående teknologier vil det være til stor gavn for både Danish Crown og Arla, da disse virksomheder i høj grad er afhængige af at kunne påvise, at klimaaftrykket fra deres produktion reduceres væsentligt, i deres kommunikation til klimabevidste forbrugere.



### Opvarmningsteknologi

I Danmark bruger vi ca. 25% af det samlede energiforbrug til rumopvarmning og varmt vand. Ca. 60% af vores husstande er dækket af fjernvarme fra kraftvarmeværker, mens resten af husstandene er opvarmet med individuelle løsninger, herunder olie- og naturgasfyr mv. Det placerer Danmark som et af de lande i verden med den højeste andel husstande opvarmet med fjernvarme.

Fjernvarmen opstod oprindeligt ved at udnytte spildvarme fra elproduktion, men i dag er kraftvarmeværkernes primære funktion opvarmning, da elproduktionen i Danmark primært kommer fra vindkraft. Oprindeligt var kraftvarmeværkerne kulfyret, men der er sket en omfattende konvertering til brug af biomasse, der vil være fuldført inden 2030, og det vil stort set gøre

<sup>12</sup> Se eksempelvis EU-Kommissionen (2020), A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system



fjernvarmeproduktion klimaneutral. Der er i de senere år bygget nye biomassedrevne værker, som eksempelvis BIO4 i København, der hører til blandt de mest avancerede i verden.

Der er imidlertid grænser for, hvor langt man kan udbrede fjernvarmen, da løsningen bliver uøkonomisk, hvis befolkningstætheden er for lav. Det efterlader en udfordring i forhold til de resterende husstande i Danmark i de tyndere befolkede områder, som i forlængelse af Klimaloven løses ved at give tilskud til at udskifte naturgasanlæg og oliefyr med eldrevne varmepumper.

Ved etablering af nye fjernvarmesystemer er nye løsninger under overvejelse. Det er for det første brug af store varmepumper, som der i øjeblikket arbejdes på at skalere op, så de kan dække større byområder. For det andet arbejdes der også med geotermi, som vurderes at kunne dække op til 10% af fjernvarmebehovet i 2030. I øjeblikket er der planer om geotermiprojekter i Aalborg, Aarhus og Hovedstadsområdet.<sup>13</sup> Imidlertid er geotermi udfordret af, at det er dyrt og risikabelt at bore i undergrunden, og derfor kræver løsningen både en model for risikodeling, og at man har en investeringshorisont på mellem 20 og 30 år.

Også sektorkoblingsløsninger skal i brug for at optimere opvarmningssystemet i Danmark. Der er således fortsat et stort potentiale for at udnytte overskudsvarme fra procesindustrien og datacentre til opvarmning af bolig og erhverv, men på grund af forskellige barrierer er der fortsat et stort potentiale for at udnytte overskudsvarme.

Danske virksomheder er stærkt placeret inden for opvarmningssystemer – navnlig inden for fjernvarme. Blandt de helt store aktører er Danfoss, der bl.a. leverer termostater, Grundfos, der leverer pumper, Logstor, der leverer fjernvarmerør og Kamstrup, der leverer målersystemer.



### Smart i infrastruktur

Forsyningsinfrastruktur omfatter transmission og distribution af energibærere som el, gas og varme mv. Systemerne, der i Danmark styres af Energinet, sikrer pålidelig distribution af strøm og gas og skal samtidig minimere energitabet undervejs. Investeringer i infrastruktur har en meget lang levetid, og det er derfor afgørende, at investeringerne er velovervejede, og at vi udnytter mulighederne for digitalisering og sammenspil mellem de forskellige energisystemer. Den accelererede grønne omstilling stiller i den forbindelse særlige krav, da der skal foretages mange investeringer på samme tid, og fordi de forskellige infrastrukturkomponenter skal samtænkes.

Danmark har tidligere etableret olie- og gasledninger ifm. olie- og gasproduktion i Nordsøen. Elnettet skal udbygges og effektiviseres, når både udbud og efterspørgsel efter el vokser over de næste 10 år. Også udfasningen af kul betyder, at der skal overvejes store investeringer i infrastruktur. Det gælder eksempelvis etablering af gasrør til brug for de mest energiintensive virksomheder.

<sup>13</sup> Dansk Fjernvarme (2020), Geotermi

Energinet har bl.a. til opgave også at vurdere behovet for fremtidig infrastruktur og nye teknologier og løsninger som eksempelvis CCS og PtX. For disse teknologier kan nemlig kræve, at der etableres anlæg, som eksempelvis kan transportere CO<sub>2</sub> gennem fx rørledninger og lagres.

En af de mest afgørende investeringer frem mod 2030 bliver etableringen af de to energigjer i hhv. Nordsøen og ved Bornholm. Der skal træffes meget store beslutninger om, hvordan energigjerne skal etableres og hvilke anlæg, der skal være på øen. I hvilket omfang skal der produceres brint, og i hvilket omfang vil man forberede muligheden for termisk lagring af energi? Skal brinten produceres på energigjerne eller på land? Hvordan opbygger man et sammenhængende energisystem, hvor synergierne udnyttes bedst muligt? Det er nogle af de udestående spørgsmål, som skal være afklaret inden energigjerne sendes i udbud.

Blandt de store danske private leverandører af infrastrukturløsninger er eksempelvis NKT, der leverer alt fra simple elkabler til avancerede HDVC-kabler, som vil skulle anvendes ved etablering af en energigj 100 km ude i Nordsøen.

#### CASE: NKT

En udbygning af VE-produktion og en øget elektrificering af Danmark betyder, at el-infrastrukturen skal udbygges, både så den kan håndtere en højere kapacitet af el og så den opfylder nye behov for forbrugere som f.eks. flere el-ladestander rundt omkring i landet.

**NKT** er en af verdens førende producenter af kabelteknologi til el-infrastruktur og bidrager til den grønne omstilling, fordi de er med til at skabe forbindelsen mellem producent og forbruger af grøn energi. **NKT** producerer kabelløsninger til

- o Transmissionsnettet: tilslutning af store strømproducenter til elsystemet
- o Distributionsnettet: tilslutning til husholdninger og virksomheder.

Den langsigtede ambition for NKT er at tage alt den strøm, der bliver lavet, og sende den over til forbrugeren uden tab, men det er først realistisk om 10 til 20 år. Superledende projekter findes i dag, men de er ikke rentable pga. store initialomkostninger. Hvis **NKT** skal investere mere i superleder projekter, kræver det, at det i højere grad bliver en samfundsdagsorden.

Øget digitalisering kommer til at spille en nøglerolle ved etablering af ny infrastruktur, så man effektiviserer brugen af energikilder. Hos den lokale forbruger kan man ved hjælp af digitale løsninger fordele energiforbruget ved eksempelvis at igangsætte opladning af el-biler om natten, når efterspørgslen efter el er lav. Øget digitalisering kan således reducere behovet for ny infrastruktur. Blandt de større aktører, der kan bistå med digitalisering, er eksempelvis rådgivende ingeniørfirmaer som COWI og Rambøll.

Løsning	Tiltag frem mod 2030	Erhvervsudviklings-potentiale	Virksomheder
	Regeringen præsenterer en elektrificeringsstrategi med scenarier i relation til 70 pct.målet primo 2021.		

## Cirkulær økonomi

Cirkulær økonomi omfatter genanvendelse, genbrug og nyttiggørelse af affald samt design af produkter, så de har en længere levetid. Cirkulær økonomi bryder med idéen om at udvinde ressourcer, der til sidst ender som affald.

Generelt omhandler cirkulær økonomi det at bevare produkter og materialer i kredsløb og sørge for, at økonomisk vækst ikke fører til øget resourceforbrug. Lige nu udvinder vi en uholdbar stor andel af jordens ressourcer, og det kan ikke fortsætte uendeligt uden uoprettelige skader til følge.

Større grad af cirkulær økonomi kræver, at både forbrugere, det offentlige samt virksomheder ændrer adfærd, så nye forretningsmodeller kan opstå. Cirkulær økonomi skal derfor ses som et paradigmeskifte. Reduktionspotentialet bag cirkulær økonomi kommer navnlig fra at reducere den mængde af udledninger, der kommer fra forbrænding af affald.

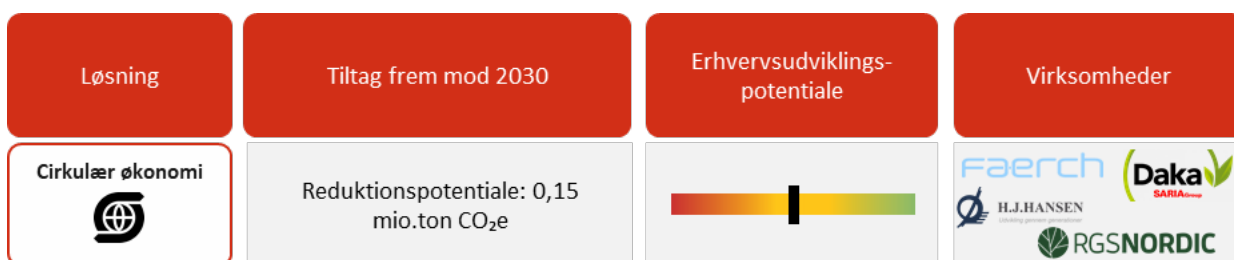
Eksempler på ressourcer, som kan sættes i brug igen, er beton, som kan omdannes til betontilslag, stenuld som kan genanvendes i ny stenuld, samt plastik, træ og metal<sup>14</sup>.

Omstillingen kræver, at det offentlige dels skaber de rigtige incitamenter for at udvikle cirkulære løsninger, og at der gennemføres regulering, der sikrer genanvendelse – eksempelvis producentansvar for affald. Forbrugerne skal eksempelvis sortere affald og i et vist omfang acceptere, at nye produkter kommer fra genbrugsmaterialer. Virksomhederne skal udvikle cirkulære forretningsmodeller, og efterspørge brugte materialer til produktion mv<sup>15</sup>. Der kan stilles krav til eksempelvis byggeriet om at genanvende byggematerialer.

Særligt plast er der et reduktionspotentiale i at genanvende. Det vurderes, at man i 2030 kan reducere andelen af plast, der forbrændes, med op til 65% og derved reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med 0,7 mio. ton. Det kræver dog også, at man i produktionen designer produkter, som let kan genanvendes. Det afspejles også i krav fra EU, hvor direktivet for affald og emballage stiller mere omfattende krav til sortering og genanvendelse af plastik, så mindst 55% af alt plastikemballage i 2030 genanvendes<sup>16</sup>.

Ellen MacArthur Foundation og McKinsey vurderer i deres rapport om potentialet i cirkulær økonomi fra 2015, at der er erhvervspotentiale på mellem 7.000 og 13.000 jobs – navnlig i byggesektoren<sup>17</sup>.

Potentialet er desuden nærmere beskrevet i Regeringens klimapartnerskab for affald, vand og cirkulær økonomi.<sup>18</sup>



<sup>14</sup> Interview med Ebbe Tubæk Naamansen, RGS Nordic

<sup>15</sup> Regeringens Klimapartnerskab for affald, vand og cirkulær økonomi (2020), s. 46

<sup>16</sup> Klimarådet (2020), Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion – Retning og tiltag for de næste ti års klimaindsats i Danmark, s. 65

<sup>17</sup> Ellen MacArthur Foundation, McKinsey (2015), Delivering the circular economy – a toolkit for policymakers – Denmark case study, s. 21

<sup>18</sup> Regeringens Klimapartnerskab for affald, vand og cirkulær økonomi (2020), s. 45

### *Biobrændsel til transport*

Biobrændsel til transport omfatter hovedsageligt bioethanol og biodiesel, som normalt inddeles i forskellige generationer, der indikerer, hvad de er fremstillet af.

- 1. generations biobrændstof er lavet af spiselige plantedele f.eks. sukkerroer, hvor 2. generations biobrændstof kommer fra plantedele, som ikke er spiselige, fx planteaffald og halm<sup>19</sup>.
- 2. generations biobrændstof er som teknologi ikke klar til kommerciel brug, og der er på nuværende tidspunkt ikke en væsentlig produktion.
- Der findes også 3. generations biobrændstof som udvindes fra alger. Der er et stort potentiale i at udvinde brændstof fra alger, men lige nu udleder det en større grad af drivhusgasser at opdyrke algerne end de fortrænger som brændstof. Derfor er det ikke anvendeligt endnu<sup>20</sup>.

Der bliver i dag allerede brugt biobrændstoffer i transport. Det skyldes biobrændstofsloven, hvor der er et iblandingskrav i benzin og diesel. Siden år 2010 har der været et krav om 5% iblandet bioethanol i benzin og 7% iblandet biodiesel i diesel. Selvom andelen af iblandet biobrændstof er begrænset, står iblandingskravet for 90 % af den klimaneutrale energi i transport på vej og på jernbane.

Spørgsmålet er imidlertid, om metoden er den rigtige. Iblandingskravet har sikret udvikling af en bestemt teknologi, men der er allerede i dag alternativer, som kan fortrænge mere CO<sub>2</sub><sup>21</sup>. Derfor peger mange på, at et fortrængningskrav fremfor et iblandingskrav kan skabe en sund konkurrence om at fortrænge mest mulig CO<sub>2</sub> for pengene.

Derudover har der været kritik af at benytte biobrændstoffer til transport på grund af deres klimapåvirkning<sup>22</sup>. I forbindelse med anvendelse af biobrændstoffer har EU som bæredygtighedskriterium, at den samlede CO<sub>2</sub>-fortrængning skal være på 35% i brændstoffets livscyklus, hvilket indebærer dyrkning, forarbejdning og brug. Det betyder, at man ikke kan dyrke energiafgrøder steder, hvor udledningerne er meget store. Men kriterierne tager kun højde for den direkte udledning, som er forbundet med produktion af biobrændsler. Det er her den negative klimaeffekt kommer ind, som følge af "indirect land use change" (ILUC), som beskriver de indirekte effekter ved produktion af energiafgrøder. Et eksempel er fældning af regnskov for at gøre plads til oliepalmeplantager, eller at man indvinder arealer for at producere energiafgrøder og derved presser fødevarerproduktion til arealer med store kulstoflagre<sup>23</sup>. Derudover kan der være et negativt klimaaftryk fra import af energiafgrøder.

Siden 2009 har EU haft et mål om 10% VE i transport i 2020 i de enkelte medlemsstater. I den forbindelse forsøger man med ILUC-direktivet fra 2015, at tage højde for de indirekte konsekvenser ved biobrændsler. Det er gjort ved at fastsætte et loft på, at højst 7% af den vedvarende energi i transport må være biobrændstoffer baseret på korn, sukker og olieholdige afgrøder. Derudover vil der blive stillet krav om rapportering af ILUC-effekt fra leverandører af biobrændsel.

Disse forhold taler for, at 2. generations biobrændsel skal udvikles til kommerciel brug, for at det er sandsynligt, at vi kan satse på biobrændsler. Den danske virksomhed Novozymes arbejder på at

---

<sup>19</sup> OK (2020), Hvad er biobrændstof og bioethanol?

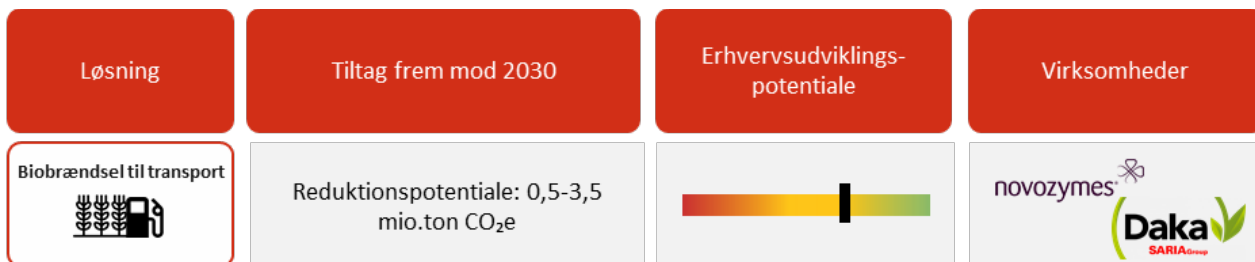
<sup>20</sup> Biofuel.org (2020), Third Generation Biofuels

<sup>21</sup> Drivkraft Danmark (2020), Plan 2050 – For en CO<sub>2</sub>-neutral transportsektor, s.6

<sup>22</sup> Drivkraft Danmark (2020), Plan 2050 – For en CO<sub>2</sub>-neutral transportsektor, s.9

<sup>23</sup> Energistyrelsen (2020), Biobrændstoffer

optimere biprocesserne ved hjælp af enzymer, hvilket kan bidrage til yderligere CO<sub>2</sub>-reduktioner.



## Biogas

Biogas er en grøn gas, som udover at være CO<sub>2</sub>-neutral er en form for cirkulær økonomi. Biogas kommer fra organisk affald, typisk husdyrgødning, som rådnar i iltfrie anlæg. Gassen består af CO<sub>2</sub> og metan, som kan bruges som energi i industri, transport og til produktion af el og varme. Biogas regnes som CO<sub>2</sub>-neutralt, fordi CO<sub>2</sub> og metanen fra husdyrgødning bliver brugt som energi, i stedet for at blive udledt direkte. Det betyder, at der stadig bliver udledt CO<sub>2</sub>, når biogassen bliver brændt af, men den udledning ville også ske, hvis det organiske affald ikke blev brugt som energi. Det er ved brugen af biogas, at der er CO<sub>2</sub>-neutralitet, men fordi mængden af metan mindskes, hvis det organiske materiale bliver afgasset hurtigt, kan landbruget også opnå en CO<sub>2</sub>-reduktion ved produktion af biogas<sup>24</sup>. Den afgassede husdyrgødning er tillige en bedre gødning, når den bliver leveret tilbage til landmændene<sup>25</sup>.

Danmark har et intensivt landbrug, og der produceres derfor store mængder bioaffald, navnlig gylle, og i princippet er der mulighed for at fortrænge alt naturgas med biogas.

Biogas er dog dyrt at skalere op, fordi en del af "råstoffet" - gylle og kogøgødning - produceres decentralt og er besværligt at håndtere og transportere. Derfor skal anlæggene placeres decentralt i kort afstand fra de landbrug, hvor råstoffet kommer fra.

Man kan koble PtX-teknologi på biogasanlæg, fordi den CO<sub>2</sub>, der udrenses på anlæggene kan bruges til at producere metan<sup>26</sup>.

Lige nu er biogas langt fra konkurrencedygtigt med naturgas, og biogasproduktion får derfor betydelig støtte<sup>27</sup>. Men der er et erhvervs-potentiale i biogas, som især knytter sig til de aktuelle klimamålsætninger. Det er forventeligt, at naturgasforbruget vil stige på europæisk plan, når man udfaser kulkraftværker, eftersom naturgas udleder mindre CO<sub>2</sub> end kul.

I hvilket omfang naturgassen udskiftes med biogas afhænger af tre faktorer:

- Hvor langt kan man få prisen på biogas ned ift. produktionsprisen på naturgas?
- Hvor høj vil prisen på udledning af CO<sub>2</sub> blive i fremtiden?
- Hvor stor en merpris er biogaskunder villige til at betale for bæredygtigt brændstof ift. det fossile

<sup>24</sup> Biogas Danmark (2020), Vidensbank om biogas, 1. afsnit

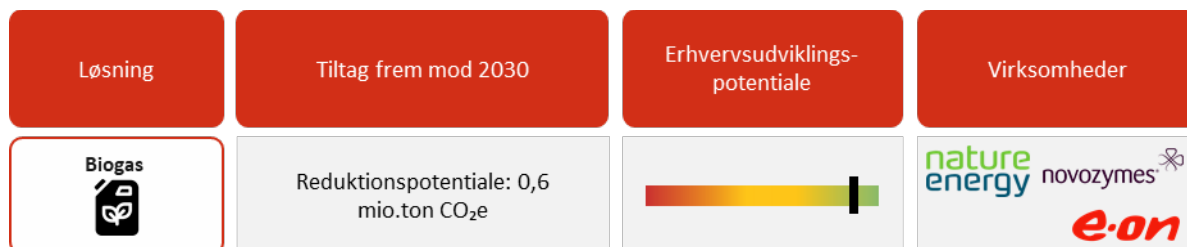
<sup>25</sup> Biogas Danmark (2020), Vidensbank om biogas, 3. afsnit

<sup>26</sup> Biogas Danmark (2020), Faktaark Biogas-potentiale 2050, s. 2

<sup>27</sup> Energistyrelsen (2020), Støtte til biogas

alternativ?

Danmark har gode forudsætninger for at udvikle en biogasindustri, hvor løsninger kan eksporteres, da vi både har et stort naturgasnet og en omfattende husdyrproduktion. Dermed kan vi opbygge gode erfaringer, der på sigt vil gøre sig internationalt. En virksomhed som NatureEnergy har allerede etableret biogasløsninger i andre lande.



### PtX

PtX (Power-to-X) er en fællesbetegnelse for de løsninger, som anvender el til at producere brint via elektrolyse og herefter bruge brinten enten direkte eller til produktion af bæredygtig energi. Det kan f.eks. være e-methanol og ammoniak. PtX er en løsning, som navnlig egner sig til tung transport fx lastbiler, skibe og fly, som er transportformer, der ikke kan forventes elektrificeret inden 2030.

Der opnås mindre klimagevinster pr. kWh grøn strøm ved PtX, end ved at bruge elektriciteten direkte, på grund af energitab ved konvertering, og det er derfor mere rationelt at anvende elbiler til persontransport. Men for den tunge transport er det anderledes. Energinet har vurderet, at det er muligt at fortrænge op til 4 mio. tons CO<sub>2</sub> i tung transport ved hjælp af grønne gasser og brændstoffer i 2030. Heraf kan PtX fremstillet ved elektrolyse alene bidrage med en 1,5 mio. ton CO<sub>2</sub>-reduktion. I 2035 er der potentiale for at fortrænge 10 mio. ton CO<sub>2</sub> fra grønne gasser og brændstoffer, hvor PtX vil udgøre ca. halvdelen<sup>28</sup>. Derudover kan PtX fungere som hedging til elprisen, da PtX bliver mere rentabelt, når elprisen er lav. Det er positivt i takt med en øget udbygning af vind- og solenergi, der som energiformer er fluktuerende og hvor prisen derfor varierer<sup>29</sup>.

Produktion af PtX i Danmark rejser en række spørgsmål. Det første er, hvor brinten skal produceres. Skal det ske på havet, hvor en stor del af elproduktionen finder sted, eller skal det ske på land? Ved produktion på havet kan man drage nytte af, at et brintrør er langt billigere end et elkabel, men det kræver omvendt etablering af betydelig infrastruktur. Dernæst er der forskellige muligheder for at udnytte brint. Det kan være som brint i brændselsceller, metanisering (dvs. at danne metangas ved hjælp af brint og CO<sub>2</sub>, hvilket både kan ske kemisk og biologisk), og ved videre forædling til e-methanol eller biodiesel. Endelig kan brinten anvendes til produktion af ammoniak.

Det er også muligt at fremstille bæredygtigt flybrændstof af overskudshalm og fiberfraktionen fra husdyrgødning. Gennem pyrolyse kan man producere biokul, samtidigt med at man producerer olie og gas. Tilsættes brint, kan man lave bæredygtigt flybrændstof. Det vil sikre bedre anvendelse af restprodukterne fra halm og fiberfraktion fra husdyrgødning, som i dag går til spilde – se afsnit nedenfor om SkyClean.

<sup>28</sup> Energinet (2020), Nye vinde til brint – PtX strategisk handlingsplan, s. 4

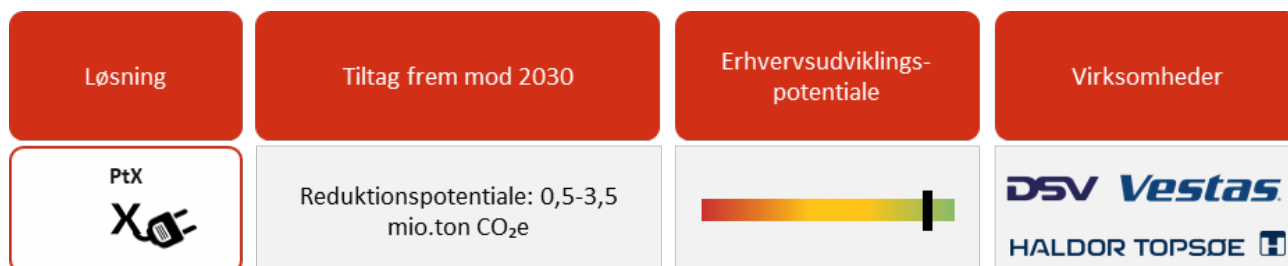
<sup>29</sup> Energinet (2019), PtX i Danmark før 2030, s. 10

Der er et stort erhvervs- og eksportpotentiale for Danmark i PtX, da vi har et stort potentiale for VE – og PtX er sandsynligvis en nødvendig forudsætning for den omfattende udbygning af vindenergi, som besluttet i disse år. Når vinden blæser, og VE-andelen kommer op på – eller over 100% - vil produktion af brint være et oplagt alternativ, som kan balancere elproduktionen, så man ikke skal stoppe møllerne, som det sker i dag, når elprisen ellers ville være negativ. Kan man producere brint i stedet for, vil der ikke opstå den samme usikkerhed om udbygningen af kapaciteten af grøn strøm i Danmark. Derudover har man i Danmark en unik mulighed for at lagre PtX produkter i salthorste<sup>30</sup>.

PtX er dog endnu ikke en moden teknologi, så mulighederne for at tanke med e-fuels er begrænsede. En accelereret PtX-udvikling kræver i høj grad skalering og industrialisering. Men det er ikke en selvfølge, at det sker af sig selv. Der er forskellige aktører i hele værdikæden lige fra produktion af VE-strøm, ny infrastruktur, produktion af e-fuels, distribution og efterspørgsel af e-fuels, og derfor kræver det en overordnet strategi at skalere løsningen<sup>31</sup>.

”Før tænkte man Power-To-X eksperimentelt, men nu tænker man det som en business case. Det kræver adgang til billig strøm til den rigtige pris, men så vil produktionen af Power-To-X, der erstatter benzin, være 4 GW elektrolysekapacitet i 2030.”

Niels-Arne Baden, Green Hydrogen



### CCS/CCU

Ideen om Carbon Capture er tæt knyttet til tankegangen om, at det skal koste penge at udlede CO<sub>2</sub>. Hvis prisen er tilstrækkelig høj, vil det kunne svare sig at indfange CO<sub>2</sub>.

CCS/CCU er svær at komme uden om, hvis vi skal nå 70%-målsætningen. Men det er umodne løsninger i Europa, som er behæftet med stor usikkerhed, navnlig hvad angår fortrængningspris. Klimarådet vurderer, at fortrængningsomkostningerne er omkring 1.000 kr. pr. ton CO<sub>2</sub><sup>32</sup>, men erfaringerne er endnu begrænsede.

CO<sub>2</sub>-fangst og lagring giver mening af to årsager. Det kan dels være fordi elektrificering og anden omstilling ikke er mulig, så det samfundsøkonomisk ville være dyrere at reducere udledning på anden vis.<sup>33</sup> Den anden årsag er, at man kan tilsætte CO<sub>2</sub> til brint og dermed producere PtX. Der er to begreber: Carbon Capture and Storage (CCS) er indfangning og efterfølgende lagring af CO<sub>2</sub>, mens

<sup>30</sup> Energinet (2018), Systemperspektiv 2035, s.7

<sup>31</sup> Energinet (2020), Nye vinde til brint – PtX strategisk handlingsplan, s.5

<sup>32</sup> Klimarådet (2020), Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion – Retning og tiltag for de næste ti års klimaindsats i Danmark, s. 33

<sup>33</sup> FN's klimapanel og IEA vurderer også at negative emissioner er nødvendige.

Carbon Capture and Usage er indfangning og efterfølgende udnyttelse af CO<sub>2</sub>'en.

Carbon Capture kan etableres ved anlæg med høj koncentration af CO<sub>2</sub> som fx skorstene ved tung industri, på biogasanlæg og på biomasseanlæg. Efterfølgende skal CO<sub>2</sub>'en komprimeres, transporteres væk og lagres i undergrunden (CCS). Alternativt kan den indfangede CO<sub>2</sub> bruges til produktion af kulstofbaserede brændsler, som fx ved PtX (CCU). En mindre del af CO<sub>2</sub> anvendes i føde- og drikkevareproduktion.

De store omkostninger består dels i anlægsomkostningerne, der sandsynligvis ligger på 1.500-6.000 kr. pr tons CO<sub>2</sub> og dels i de løbende omkostninger. I visse tilfælde vurderes selve fangsten at udgøre 70% af omkostningerne, den efterfølgende kompression 5%, transport med enten tankvogne eller ledningsnet er 10% og lagring i undergrunden ca. 15%.<sup>34</sup> Foreløbige skøn tilsiger, at driftsomkostningerne ikke vil overstige kvoteprisen i 2030, der forventes at ligge på ca. 400 kr. pr tons CO<sub>2</sub>.

Cementproducenten Aalborg Portland er et eksempel på en virksomhed, hvor løsningen kommer i spil, fordi betydelige mængder CO<sub>2</sub> fra kridt bliver frigivet, når det bliver varmet op. Andre eksempler er biomassedrevne kraftvarmeværker, hvor der er, også er en høj punktvis udledning af CO<sub>2</sub>. Aalborg Portland vurderer, at det vil 4-5 mia. kr. at bygge et CCS-anlæg, der kan indfange 1 mio. ton CO<sub>2</sub> om året<sup>35</sup>. Der er også betydelige driftsomkostninger, men forventningen er, at disse ikke vil overstige kvoteprisen i 2030, så det betyder reelt, at kalkulationen for Aalborg Portland består af, hvordan man kan finansiere anlægsomkostningerne.

Alternativt skal man indfange CO<sub>2</sub> direkte fra luften, hvilket også skaber grobund for negative udledninger. Det er dog en markant dyrere løsning, da CO<sub>2</sub>-koncentrationen i fri luft er langt lavere, end når den opsamles ved større anlæg, der udleder CO<sub>2</sub><sup>36</sup>. Negative udledninger kan også opnås ved at installere CCS-anlæg på fx biomasse kraftvarmeanlæg.

Med CCS er der mulighed for at opnå negative udledninger, hvilket giver fleksibilitet til den samlede reduktionsudfordring. Det er en god ide at have negativ udledning nogle steder og positive udledninger andre steder, fordi ikke alle brancher har mulighed for at reducere deres udledninger fuldstændigt. Det gælder eksempelvis landbrug og transport.

Potentialet for CSS er ifølge Regeringens Klimaprogram på mellem 4 og 9 mio. tons CO<sub>2</sub>. Det gør løsningen til hel central i forhold til målet om at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med 70% i 2030. Det er muligt at lagre betydelige mængder CO<sub>2</sub> i den danske undergrund<sup>37</sup>, hvilket betyder, at vi ikke behøver at eksportere CO<sub>2</sub> til andre lande som eksempelvis Norge.

Etablering af anlæg i milliardklassen, som på Aalborg Portland, vil skabe arbejdspladser over anlægsperioden.

### CCS i Danmark

Det Ineos-ledede Project Greensand har opnået certificering fra DNV GL i 2020. Ineos vil i samarbejde med Wintershall Dea, Maersk Drilling og Geus lagre CO<sub>2</sub> under Ineos' oliefelt Nini fra 2025, hvor feltet alligevel vil være udtømt.

<sup>34</sup> GeoExPro (2018), Growth and Future of CCS in Europe

<sup>35</sup> Interview med Michael Lundgaard Thomsen, Aalborg Portland

<sup>36</sup> Klimarådet (2020), Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion – Retning og tiltag for de næste ti års klimaindsats i Danmark, s. 123

<sup>37</sup> GEUS (2020), Fangst og lagring af CO<sub>2</sub> (CCS)



Der skal desuden ske en ombygning af tankskibe, der kan transportere CO<sub>2</sub>'en ud til de relevante platforme i den danske undergrund<sup>38</sup>, medmindre man som i Norge vil anlægge en rørledning. Derudover vil man kunne bevare arbejdspladser på boreplatformene.

Selvom det er muligt at se konturerne af et erhvervsperspektiv, navnlig maritimt, er det imidlertid ikke helt tydeligt hvilke industrielle aktører, der reelt vil kunne gribe bolden og gøre løsningen til en potentiel erhvervssucces. I Danmark har vi således ikke en større aktør som Aker Carbon Capture i Norge, der allerede har en markedsværdi på over 5 mia. NOK.

I Norge<sup>39</sup> er man således klart længere end vi er i Danmark, fordi man har valgt at prioritere det. På længere sigt afhænger de kommercielle perspektiver af, at der sættes en høj pris på udledning af CO<sub>2</sub>, og på at den danske stat ønsker at prioritere området med udviklings- og innovationsstøtte.

”CO<sub>2</sub>-fangst kan være med til at skabe arbejdspladser. Der er lavet grundige studier af CO<sub>2</sub>-initiativet NorthLight i Norge, og hvis det skaleres over i dansk sammenhæng, vil der være tusindvis af arbejdspladser i en nordjysk hub for CO<sub>2</sub>-fangst og grøn energi”

Thomas Uhd, Aalborg Portland



### CASE: SKYCLEAN FRA STIESDAL A/S ER OGSÅ EN FORM FOR CCS

SkyClean kombinerer fangst og lagring af CO<sub>2</sub> med produktion af grønt brændstof. Udgangspunktet er, at alt kulstof i planter kommer fra atmosfæren. Det gælder også for affald fra land- og skovbrug, uanset om affaldet er rent plantebaseret, eller om det er affald fra husdyrhold eller fødevarerindustri. Ved opvarmning til en høj temperatur, uden at der er ilt til stede, omdannes halvdelen af affaldet til biokul, mens resten bliver til gas og olie. Biokul er et stabilt materiale, som kan spredes på landbrugsjord og kun nedbrydes meget langsomt, og den halvdel af kulstoffet, der bliver til biokul, er dermed effektivt fjernet fra atmosfæren. Den anden halvdel, som bliver til olie og gas, kan anvendes som brændstof.

Ved at lagre en del af kulstoffet i affaldet som biokul opnår man den effekt, at jo mere brændstof, man producerer, desto mere CO<sub>2</sub> fjerner man fra atmosfæren. Dermed er løsningen også en form for CCS.

Konceptet er under udvikling af Stiesdal A/S i samarbejde med DTU, men er ikke testet på storskalaniveau endnu. Det kan være en blandt flere veje til at reducere CO<sub>2</sub>-udledning fra flytransport<sup>40</sup> mv.

SkyClean har et reduktionspotentiale på 7-12 mio. tons CO<sub>2</sub> og et beskæftigelsespotentiale på 5-10.000 årsværk i anlægsfasen og 3-5.000 permanente beskæftigede.<sup>41</sup>

38 GEUS (2020), Fangst og lagring af CO<sub>2</sub> (CCS)

39 Norcem (2020), CCS at Norcem Brevik: Background

40 Stiesdal (2020), SkyClean – En ny dansk klimaløsning med stort potentiale – Hvordan får vi det til at ske?

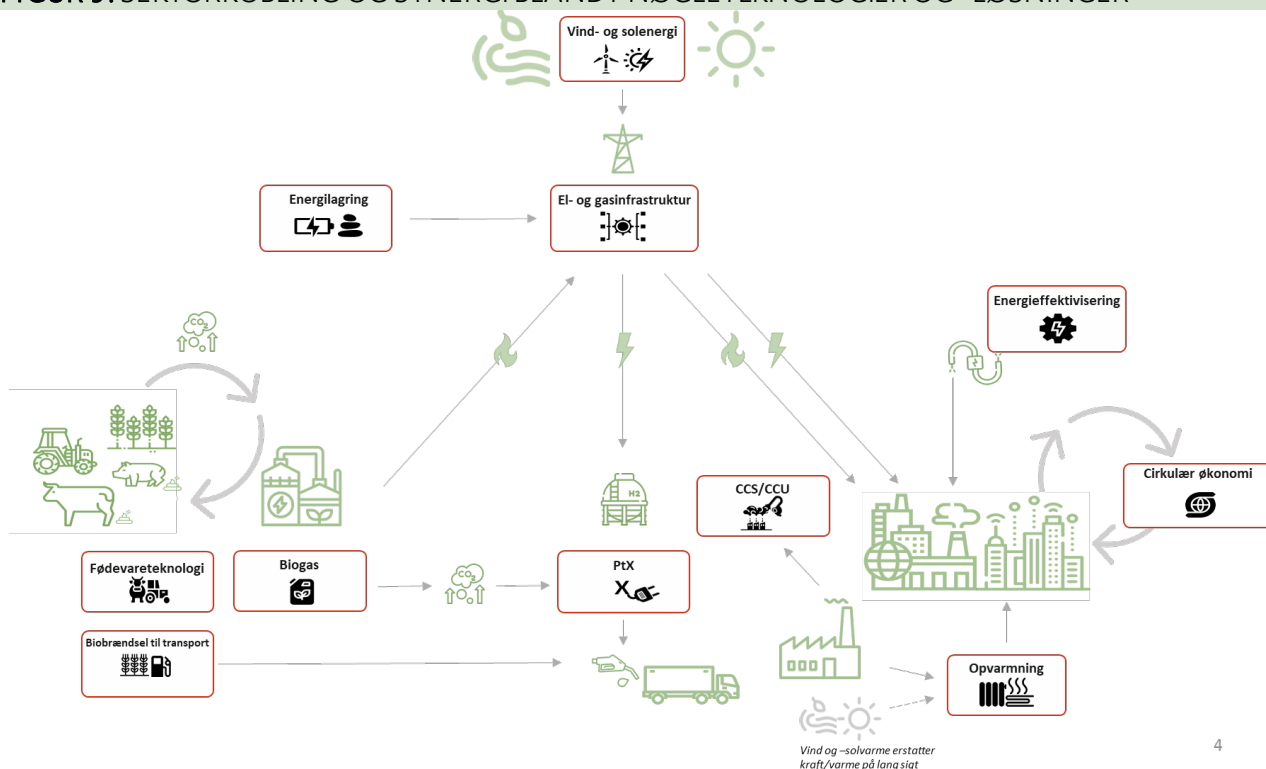
41 Stiesdal (2020), En ny dansk klimaløsning med stort potentiale – Hvordan får vi det til at ske?, s. 1-5

## Synergi og sektorkobling er afgørende for en effektiv grøn omstilling

Samspillet mellem sektorer er afgørende, hvis man vil have det fulde udbytte af den grønne omstilling. Vindmøller producerer strøm, når vinden blæser, og solenergi leveres kun om dagen med størst effekt i sommerhalvåret. I takt med, at andelen af grønne energikilder øges, er der derfor behov for at tænke i høj forsyningssikkerhed. Energien skal udnyttes bedst muligt.

Energisystemet består især af tre store energibærere: elsystemet, gasnettet og fjernvarmenettet. Hertil kommer nye energibærere, som i dag er væsentligt mindre, nemlig et begyndende fjernkølingsnet og på sigt et brintnet. De hænger sammen, fordi de forskellige teknologier kan bringe os fra en energibærer til en anden. Eksempelvis kan man omdanne el til brint og gas til el. Samtidigt kan man lagre betydelige mængder energi i både gasnettet og i fjernvarmenettet. Dermed kan man gøre det samlede energisystem mere fleksibelt.

**FIGUR 9: SEKTORKOBLING OG SYNERGI BLANDT NØGLETEKNOLOGIER OG -LØSNINGER**



Note: Egen illustration

## CASE: GREENLAB SKIVE SKABER FREMTIDENS INTEGREREDE ENERGISYSTEM

GreenLab i Skive er en grøn energipark, der både aftager, producerer, lagrer og deler energi. Målet er at skabe en intelligent bæredygtig energiplatform med vind- og solenergi, PtX, biogas, opvarmning og avanceret energilagring til håndtering af overskudsstrøm. Udover energi fra vind- og sol skaber bioaffald fra landmænd mulighed for at producere biogas. Andre former for restaffald kommer til at spille ind i nye teknologier og vil få en voksende rolle, i takt med at økonomien bliver mere cirkulær.

### Kosteffektivitet øges med en højere grad af sammenspil mellem nøgleløsninger

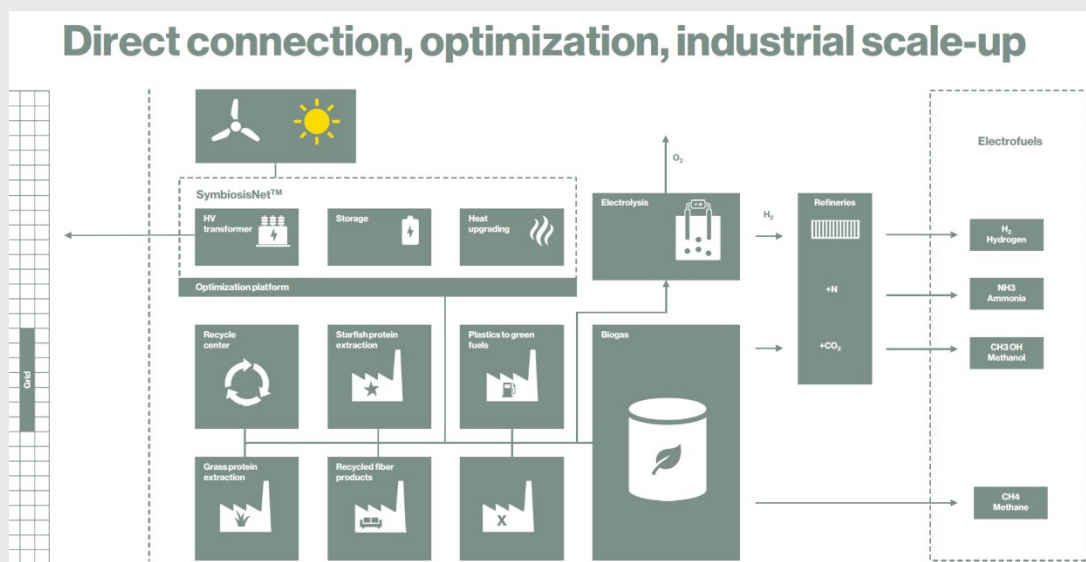
Den bærende ide med GreenLab er, at ved at koble energisystemer effektivt sammen kan man øge værdien af det samlede system. Et eksempel er PtX, hvor man i elektrolyse-processen skaber varme udover hovedproduktet brint. I stedet for at lade varmen gå til spilde, kan den med fordel bruges i opvarmning.

### Det er lettere at blive fossilfri med reserver af grøn energi

I Danmark bliver der produceret store mængder grøn energi fra vindmølleparker og solanlæg, men kun når vinden blæser og solen skinner. Det betyder, at vi har perioder med overskud af strøm, som går til spilde, og perioder hvor vi har underskud af strøm og derfor må ty til anden form for produktion af energi med f.eks. kul eller biomasse. GreenLab kan aftage strøm i spidsbelastningsperioder, hvor det kan lagres eller bruges til PtX, Når el-nettet efterspørger strøm, fordi vinden ikke blæser, kan der føres strøm tilbage i nettet.

### Integration af energisystemer kan gøre grønne energiparker til spilfordelere

GreenLab har etableret forbindelser til gasnettet, elnettet og fjernvarmenettet og planen er at være klar med alle installationer i 2022, jf. nedenstående modelbeskrivelse, så visionen om et integreret og bæredygtigt energisystem kan effektueres i praksis.



GreenLabs forretningsmodel er en "aggregator model", som kobler udbydere og efterspørgere af energi. GreenLab har således indgået partnerskaber med producenter af strøm, PtX og biogas. Producenterne kan også afsætte energi til hinanden – eksempelvis el til elektrolyse eller bioaffald til biogas. Samspillet vil fremover have mange perspektiver:

- Strømproduktion fra sol og vind kan lagres via høj temperatur lagring og omdannes tilbage til strøm eller bruges til opvarmning i fjernvarmenettet.
- Strømmen kan via elektrolyse laves til brint. Tilsat nitrogen kan brinten omdannes til ammoniak, som kan bruges som brændstof til skibe. Tilsat CO<sub>2</sub> fra biogasanlæg kan brint omdannes til methanol, som kan bruges som brændstof til landtransport.
- Bioaffald fra landmænd kan bruges til biogas, udover andre produkter, og restproduktet kan blive til optimeret gødning.
- PtX-processerne bliver mere omkostningseffektive, når den varme der bliver skabt i elektrolyse processen, ikke går tabt, men kan bruges i varmenettet.

Integration af energisystemer kræver digitale læringsalgoritmer som drager nytte af AI og IoT, hvilket

understreger at den digitale udvikling bliver afgørende for at kunne implementere fremtidens energisystemer.

#### **Følg erfaringerne når energiøerne skal planlægges**

GreenLabs model kan på sigt skaleres og tages i anvendelse andre steder. Det kan vise sig relevant at følge erfaringerne fra GreenLab tæt ved etableringen af de kommende energiøer, der bliver meget store investeringer for Danmark. Det skyldes, at erfaringerne med at aggregere energisystemer kan forbedre effektiviteten i systemet, og dermed øge det samlede afkast af investeringerne i grøn energi.

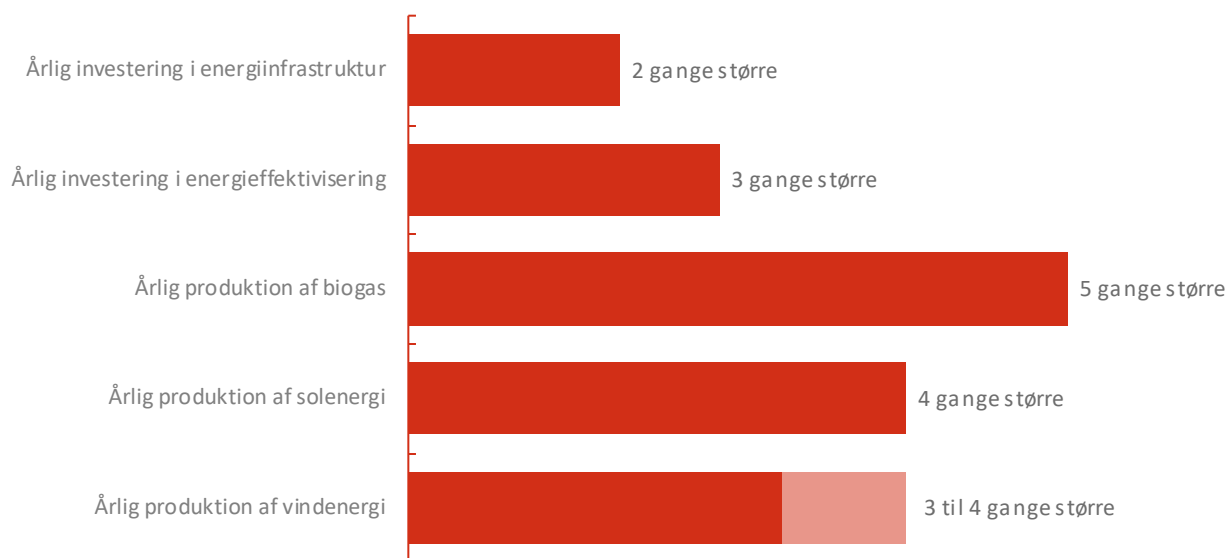
---

## 5. VIL DEN GRØNNE OMSTILLING ÆNDRE DANSK ERHVERVSSTRUKTUR?

---

De kommende årtier kan få enorm betydning for de danske virksomheder, der formår at levere produkter og løsninger til den grønne omstilling, der skal bringe ikke bare Danmark men store dele af verden mod klimaneutralitet. Over de næste ti år forventes den årlige produktion af vedvarende energi at blive 3-5 gange større på globalt plan end i dag, og de årlige investeringer i energiinfrastruktur og -effektiviseringer forventes at være 2-3 gange større, jf. figur 10. Når vi i Danmark har styrkepositioner inden for især vindenergi, biogas og energieffektiviseringer, ligger der store erhvervspotentialer i den globale grønne omstilling.

**FIGUR 10: DET GLOBALE MARKED FOR GRØNNE LØSNINGER MANGEDOBLES DE KOMMENDE TI ÅR**



Kilder: Equinor Energy Perspective 2019, IEA Outlook for biogas and biomethane, IEA World energy model documentation, IEA SDS

Sammenligner vi med de omsætningstal for nøgleløsningerne, vi opstiller i figur 7, svarer denne globale udvikling i teknologierne fra figur 10 til en omsætning i danske virksomheder i 2030, der er 600-800 mia. kr. større end i dag, forudsat at virksomhederne formår at bevare de nuværende markedsandele, så de vokser i samme omfang som efterspørgslen.

### Betydning for dansk erhvervsstruktur afhænger bl.a. af hvor der produceres

Når den globale efterspørgsel stiger så meget på områder, hvor danske virksomheder har markante styrkepositioner, vil det få betydning for den danske erhvervsstruktur. Virksomheder inden for styrkepositionerne har store muligheder, men det betyder selvfølgelig også, at virksomheder, der hidtil har leveret energi på baggrund af fossile brændsler, står til at miste omsætning, medmindre de

er i stand til at omstille produktionen fra sort til grøn, som Ørsted fx har gjort. Eksempelvis bliver det afgørende om vores off-shore olieindustri kan konverteres til Carbon Capture, så vi i stedet for at pumpe olie op af undergrunden pumper CO<sub>2</sub> den modsatte vej.

Med de store erhvervs muligheder følger naturligvis også store beskæftigelsesmuligheder. Men det er usikkert, i hvor stort et omfang det vil føre til øget *dansk* beskæftigelse. Det afhænger af flere faktorer:

- Hvor meget den øgede produktion foregår i Danmark på danske fabrikker, laboratorier og hovedkontorer.
- I hvor høj grad danske virksomheder producerer løsninger og produkter, der taber efterspørgsel pga. den grønne omstilling.
- I hvor høj grad der skabes øget efterspørgsel hos underleverandører, og i hvor stort et omfang de mister omsætning som følge af mindre aktivitet i andre brancher.
- I hvor høj grad der er adgang til de rette kompetencer på det danske arbejdsmarked – enten fra den aktuelle arbejdsstyrke eller ved at tiltrække udenlandsk arbejdskraft.

Mange af de samme faktorer har betydning for, hvorvidt den grønne omstilling vil ændre den danske erhvervsstruktur markant. Der er ingen tvivl om, at nogle specifikke brancher vil blomstre, mens andre vil visne. Men set over et bredere perspektiv er det uklart, hvor meget der vil ændre det danske virksomhedslandskab.

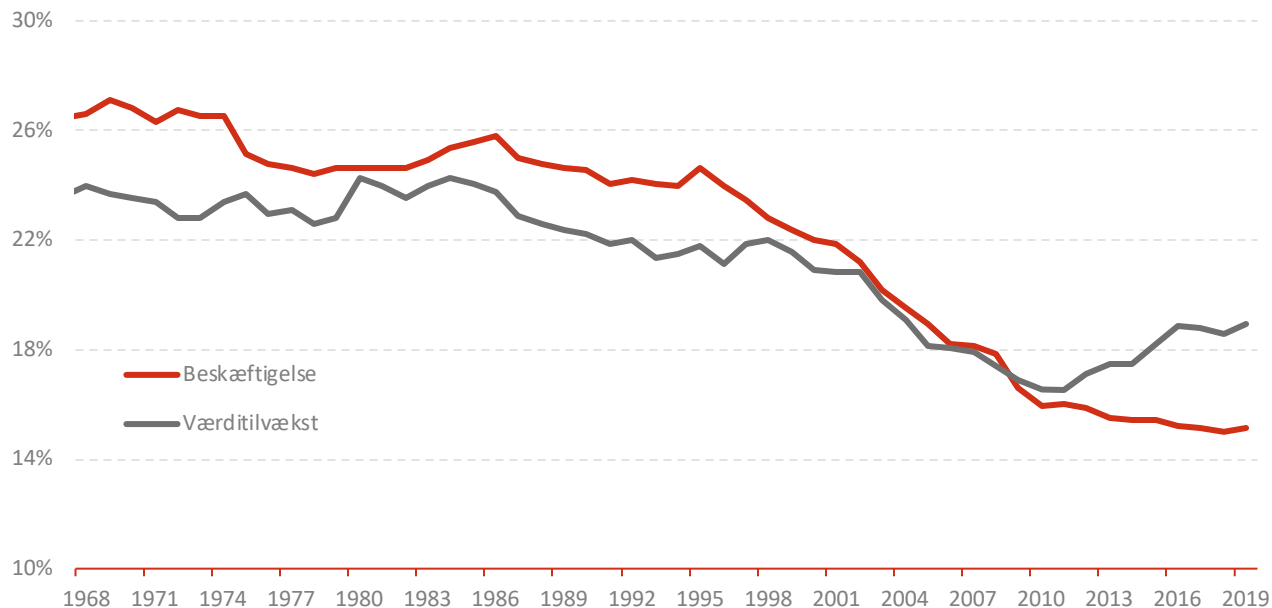
Siden 1980'erne har industriens betydning for dansk økonomi været faldende, og særligt fra midt 90'erne og gennem 00'erne er industriens betydning for både beskæftigelsen og værdiskabelsen i den private sektor mindsket, jf. figur 11. Faldet er dog stoppet op for beskæftigelsens vedkommende de sidste 10 år, og industriens værdiskabelse er endda steget hurtigere end i resten af økonomien de sidste år. Dette skyldes i høj grad medicinalindustrien og i mindre grad grønne industrivirksomheder.<sup>42</sup> Danmark er i stedet i stort omfang blevet en serviceøkonomi, og det vil den grønne omstilling ikke ændre på i noget videre omfang.

---

<sup>42</sup> Axcelfuture (2018), Brancheforskydninger: 123 mia. kr. at vinde over 20 år, hvis servicesektorens produktivtetsvækst stiger.

**FIGUR 11: INDUSTRIENS STØRRELSE I ØKONOMIEN**

Andel af den private del af økonomien



Kilde: Danmarks Statistik og egne beregninger. Hhv. timebeskæftigelsen og BVT i løbende priser

Der er dog ingen tvivl om, at den grønne omstilling byder på markante muligheder for specifikke dele af dansk erhvervsliv, og det er vores vurdering, at mulighederne ved den grønne omstilling for danske virksomheder er større end det globale omsætningstab, som "sorte" virksomheder vil miste, bl.a. fordi vores styrkepositioner ligger i det grønne snarere end i det sorte.



# POLITISKE HANDLEMULIGHEDER



---

## 6. TRE OVERORDNEDE POLITISKE REDSKABER I DEN GRØNNE OMSTILLING

---

Det er velkendt, at de nuværende grønne afgifter ikke afspejler den underliggende klimabelastning, hvilket kan gøre den grønne omstilling unødigt omkostningstung. De nuværende afgifter vil heller ikke sikre, at vi når fx 70%-målsætningen. Samtidig vil efterspørgslen efter grønne løsninger forblive moderat. Der er derfor behov for enten nye CO<sub>2</sub>-afgifter, offentlige subsidier eller ny regulering til at drive den nødvendige efterspørgsel efter grønne løsninger. Der er dog også en række betydelige udfordringer forbundet med alle tre kategorier af virkemidler.

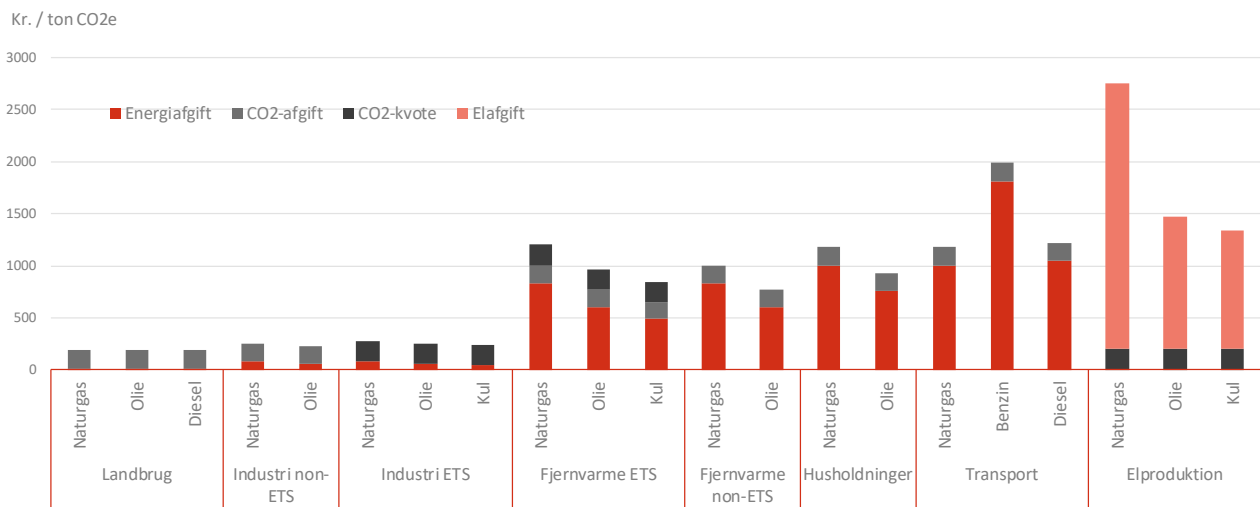
### **Udfordringer ved de nuværende grønne afgifter**

Udfordringen med de nuværende grønne afgifter er, at de ikke afspejler den underliggende klimabelastning og dermed bl.a. forvrider incitamenterne i forhold til brugen af vedvarende energi. Det betyder, at den grønne omstilling bliver dyrere og mindre effektiv.

De nuværende grønne afgifter består af et komplekst sæt af forskellige energi-, motorkøretøjs- og miljøafgifter. Afgifterne afhænger både af typen af fossile brændsel, og hvem der forbruger dem. Fx betaler landmænd minimale energifgifter i forbindelse med forbrug af naturgas, olie og diesel, men betaler dog den nuværende CO<sub>2</sub>-afgift, se figur 12. Det kan sammenlignes med meget betydelige energi- og CO<sub>2</sub>-afgifter på forbruget af naturgas og fyringsolie i husholdningerne. Tilsvarende betales der relativt høje energifgifter på naturgas, benzin og diesel inden for transportområdet. Elproduktionen er ikke pålagt energifgift, men producenter skal til gengæld købe CO<sub>2</sub>-kvoter. Derudover betales der elafgift på forbruget af elektricitet.

Det betyder, at det reelt er næsten gratis at udlede CO<sub>2</sub> i visse dele af økonomien, mens der til gengæld betales betydelige afgifter i andre dele af økonomien. Hvis målet med afgiftssystemet er at minimere klimabelastningen, bør afgifterne i højere grad være sammenlignelige på tværs af de forskellige dele af økonomien. På den måde bliver incitamentet til at reducere forbruget af fossile brændsler mere ensartet på tværs af brancher, så reduktionerne ultimativt foretages, hvor omkostningerne er mindst.

Det bør naturligvis bemærkes, at de nuværende afgifter tjener flere formål. Fx er energifgfterne på benzin og diesel også fastsat med henblik på at minimere andre eksternaliteter, herunder støj og trængsel. De nuværende niveauer er også fastsat med henblik på at minimere grænsehandelsforvriddninger og bevare dansk konkurrenceevne. Yderligere er såkaldte procesrelaterede udledninger, som fx CO<sub>2</sub> fra afbrænding af kridt i forbindelse med cementproduktion, ikke omfattet af afgifterne. Disse udledninger er dog omfattet af EU's kvotesystem. Dette er navnlig vigtigt i forhold til en bred CO<sub>2</sub>-afgift, der også forventes at omfatte disse udledninger.

**FIGUR 12: OVERSIGT OVER DE NUVÆRENDE ENERGI- OG CO<sub>2</sub>-AFGIFTER I DANMARK**

Kilde: Klimarådet (2020) Kendte veje og nye spor til 70 procent reduktion, figur 4.2, Energinet (2019) Deklarationer af el, skatteministeriets hjemmeside og egne beregninger.

Note: ETS betegner industrivirksomheder omfattet af EU's kvotesystem. Miljøafgifter såsom NO<sub>x</sub>- og SO<sub>2</sub>-avgift er ikke medtaget. Metanavgift på brug af naturgas og bionaturgas i gasmotorer er ikke medtaget. I transportsektoren er der ikke indregnet implicite CO<sub>2</sub>-afgifter fra registrerings- og ejerafgifter, der således har et element differentieret efter brændstoføkonomi. Afgifterne på fjernvarmeproduktionen er under forudsætning af, at fjernvarmeverkerne er underlagt elpatronloven. Fjernvarmeverker med indfyret effekt på mere end 20 MW er i kategorien "Fjernvarme ETS" mens værker med indfyret effekt under 20 MW er i kategorien "Fjernvarme non-ETS". Afgifter på forbrug af el er baseret på 2020 niveauet for privatforbrug. Bemærk at momsregistrerede virksomheder, som hovedregel kan trække en del af elavgiften fra. I figuren er anvendt en kvotepris på 196 kr./ton.

Klimarådet og Small Great Nation har foreslået brede CO<sub>2</sub>-afgifter, der omfatter alle klimagasser (ikke bare CO<sub>2</sub>, men også fx metan og lattergas). Afgiften pålægges produktionen, dvs. alle udledninger på dansk jord og dermed ikke importerede varer.<sup>43</sup> Derudover anbefales det, at afgiften sættes til 1.250-1.500 kr. per ton CO<sub>2</sub>. Det står i modsætning til de nuværende energifgifter, der - lidt forsimplet - er vidt forskellige, målt kr. per tons udledt CO<sub>2</sub>. Afgiften indføres med henblik på en ensartet beskatning af den underliggende klimabelastning. Der argumenteres ligeledes for, at de nuværende energifgifter begrænses eller omlægges til afgifter i forhold andre eksternaliteter. Da CO<sub>2</sub>-afgiften forventes at påvirke dansk konkurrenceevne, argumenteres der for et bundfradrag for såkaldte lækageudsatte virksomheder.

### CO<sub>2</sub>-afgifter, subsidier eller regulering kan drive den grønne efterspørgsel

En øget beskatning på udledningen af klimagasser vil skabe et incitament for danske virksomheder og husholdninger til at reducere deres klimabelastning. Konkret vil man forvente, at de vil investere i grønne løsninger, der har en lavere somkostning end afgiftsniveauet. Det vil således alt andet lige drive efterspørgslen efter grønne løsninger og tilmed være med til at løfte innovationen inden for fx energieffektive løsninger, så længe disse løsninger er billigere end afgiften. Et for højt afgiftsniveau kan dog også skade konkurrenceevnen så betydeligt, at visse virksomheder enten må lukke eller flytte

<sup>43</sup> Klimarådet forslår dog, at afgifter på produktionen suppleres med forbrugsafgifter i det omfang, der gives bundfradrag. Netop dette element kan dog være vanskeligt at gennemføre i praksis.

produktionen til udlandet – og i så fald vil udledningerne blot finde sted andre steder<sup>44</sup>.

CO<sub>2</sub>-afgiften har en række fordele:

- CO<sub>2</sub>-afgiften skaber i en overgangsperiode (indtil Danmark er CO<sub>2</sub>-neutralt) et provenu for staten modsat fx målrettede støtteordninger, der kræver finansiering fra andre kilder.
- CO<sub>2</sub>-afgiften kan i princippet konstrueres teknologineutralt, så udledningerne reduceres, der hvor omkostningen er lavest. Dermed undgår man i et vist omfang, at specifikke særinteresser tillægges en u hensigtsmæssig stor vægt. Dette er også grunden til, at CO<sub>2</sub>-afgiften ofte omtales som den mest omkostningseffektive vej til de 70%.
- CO<sub>2</sub>-afgiften vil også delvist sikre, at priserne på færdigvarer bedre afspejler klimabelastningen og dermed vil danske forbrugere automatisk træffe mere klimabeviste forbrugsvalg.

Alternativt eller som supplement kan der sættes på offentlige subsidier, der kan gøre investeringer i grønne løsninger rentable på den korte bane. Dette vil også sikre en efterspørgsel efter grønne løsninger. Subsidier har en række fordele:

- Subsidier leder ikke til CO<sub>2</sub>-lækage og skader ikke dansk konkurrenceevne. Der kan dog være afledte konsekvenser afhængigt af finansieringen og det vil være skatteborgerne fremfor forureneren der betaler.
- Subsidier vil forventeligt være et effektivt virkemiddel på den korte og mellemlange bane til at fremme umodne grønne teknologier, fordi det afhjælper policy-usikkerhed når staten påtager sig noget af risikoen. Over tid vil denne skalering være med til at drive omkostningerne ved den grønne omstilling ned.
- Subsidier kan målrettes danske styrkepositioner og dermed være med til at sikre erhvervspotentialet ved den grønne omstilling.

Sidst men ikke mindst, kan efterspørgslen efter grønne løsninger sikres gennem ny regulering. Det kunne være fx norm-krav, iblandingskrav, energieffektiviseringskrav eller lignende. Regulering kan have en række fordele:

- Sikre at udskiftninger af gamle maskiner mv. bliver mere grønne uden at skabe såkaldte strandede aktiver.
- Drive innovation, der sænker udledningerne globalt, udover det direkte bidrag til at reducere de danske udledninger.
- Sikre at løsninger med lave eller endog negative fortrængningsomkostninger i højere grad implementeres. Det kunne eksempelvis være inden for energieffektivisering.
- Endelig kan regulering sikre, at der opnås stordrifts- eller netværksfordele ved løsninger, som kommer til at gælde hele markedet, som økonomiske incitament er ikke kan sikre lige så effektivt, fordi der er informationsbarrierer, og fordi forbrugere og virksomheder mange gange agerer på baggrund af vaner og traditioner. Et mikroeksempel er afskaffelsen af glødelamper, som har ledt til elbesparelser og accelereret billiggørelsen af LED-løsninger.

CO<sub>2</sub>-afgifter, subsidier og regulering er derfor centrale værktøjer i opnåelsen af nationale klimamål.

---

44 Klimarådet og Small Great Nation vurderer, at en bundfradragmodel kan sikre imod det.

## Betydelige udfordringer ved alle virkemidler

Der er en række udfordringer ved en bred CO<sub>2</sub>-afgift:

### *CO<sub>2</sub>-afgiften kan lave et stort hul i statskassen på langt sigt*

I takt med at økonomien bliver CO<sub>2</sub>-neutral frem mod 2050, forsvinder statens indtægter fra de fossile teknologier, fordi udledningerne reduceres. Staten havde indtægter for 77 mia. kr. via grønne afgifter i 2019, hvoraf en del dog kan fastholdes i et CO<sub>2</sub>-neutralt samfund. I kraft af at vi overgår til at være et CO<sub>2</sub>-neutralt samfund, må der således findes nye måder at finansiere velfærdssamfundet. Der er selvfølgelig ikke noget økonomisk argument for at bibeholde en særligt høj beskatning af drivmidler eller elektricitet gennem grønne afgifter, hvis der ikke længere er forbundet nogen udledning/eksternalitet med forbruget. Specifikt kunne generelle stigninger i momsatsen eller en forhøjet bundskat være oplagte kandidater, hvis ønsket er at opretholde det nuværende offentlige forbrug. Den omlægning kan dog godt blive en udfordring rent politisk, og har andre økonomiske konsekvenser på fx arbejdsudbuddet.

Eksisterende forslag til CO<sub>2</sub>-afgifter fra Klimarådet og Small Great Nation sikrer også kun en delvist ensartet beskatning af CO<sub>2</sub>. Det skyldes, at begge reformforslag forventeligt ikke skaber nok provenu til at afskaffe eksisterende energiafgifter, samt at implicit CO<sub>2</sub>-beskatning gennem motorkøretøjsafgifterne og miljøafgifter ikke medtages i analyserne. Hvis målet er ensartet beskatning af udledningen af klimagasser, bør der laves omfattende skatteanalyser, der medtager alle grønne afgifter samt kvantificerer byrden af andre eksternaliteter.

### *Svært at undgå tab af danske arbejdspladser og dermed sikre den grønne efterspørgsel*

En høj, bred CO<sub>2</sub>-afgift kan gøre det svært for danske virksomheder at konkurrere med udenlandske konkurrenter. Det skyldes, at en omlægning fra de nuværende energiafgifter til en CO<sub>2</sub>-afgift generelt vil betyde, at dansk erhvervsliv skal betale højere afgifter. Momspligtige selskaber i dag godtgøres hovedparten af energiafgifterne, hvilket blandt andet er med til at sikre dansk konkurrenceevne. Hvis danske virksomheder mister konkurrenceevne, bliver det svært at undgå tab af danske arbejdspladser.

Omlægningen vil være særligt problematisk for virksomheder med betydelige procesrelaterede udledninger som fx landmænd, da rabatten i form af udfasningen af energiafgifterne på ingen måde står mål med niveauet på den foreslåede afgift (1.250-1.500 kr./ton) og fordi procesrelaterede udledninger ikke er omfattet af de nuværende afgifter. Derudover er netop disse brancher i relativt hård international konkurrence og kan dermed ikke nødvendigvis presse afgiften over i priserne. Samtidig mangler de ofte reelle grønne alternativer. Derfor vil de være dybt afhængige af, at der indføres et bundfradrag, der er tilstrækkeligt stort, så deres forretningsgrundlag ikke forsvinder.

### *Bundfradraget kan også være udfordret af EU's statsstøttere regler.*

EU's statsstøttere regler tilsiger som udgangspunkt, at alle virksomheder skal betale minimum 20% af afgiften. Det vil med en vis sandsynlighed betyde, at eksisterende forslag til bundfradrag vil blive erklæret i strid med statsstøttere reglerne, og uden disse fradrag vil en bred CO<sub>2</sub>-afgift få voldsomme konsekvenser for en betydelig del af dansk erhvervsliv. Derudover er denne udfordring særligt stor, når det anbefales, at afgiften sættes højt og bundfradraget udfases hurtigt for at nå et ambitiøs

klimamål i 2030.

Afgiften skal derfor indføres klogt og sikre dansk konkurrenceevne, så vi sikrer, at den er med til at skabe en øget efterspørgsel efter grønne løsninger og ikke blot lukker dele af dansk erhvervsliv med tilhørende arbejdspladser.

### *Der kan sættes spørgsmålstegn ved CO<sub>2</sub> som en effektiv skattebase inden for visse områder*

Det er velkendt, hvor meget CO<sub>2</sub> der udledes, når vi brænder en liter benzin eller diesel af, og vi ved, hvor meget CO<sub>2</sub> der udledes ved at afbrænde kul og naturgas. Vi ved også relativt præcist, hvor meget CO<sub>2</sub> der udledes, når kalksten brændes i produktionen af beton – det er ren kemi.

Men en bred CO<sub>2</sub>-afgift vil i sagens natur også skulle dække over klimabelastningen fra fx landbruget og dyrkningen af de danske jorder. Her er regnestykket mere kompliceret. Fx afhænger udledningen fra lavbundsgræsland af kulstofindholdet i jorden, hvorvidt jorden er dækket af vand i dele af året osv. Der ville med andre ord skulle laves et CO<sub>2</sub>-regnskab på bedriftsniveau, som tager højde for jord ejerens handlinger på de enkelte jordlodder. Derudover er der en meget stor usikkerhed forbundet med disse udledninger, da videnskabelige studier ikke giver entydige kvantitative svar. Det bliver på ingen måde nemt og kan ende med at blive en administrativ byrde.

Tilsvarende skal afgiften også dække kvægavleren. Her afhænger klimabelastningen af foderet, staldsystemer og håndteringen af gyllen mv. Præcist hvordan en sådan opgørelse skal skrues sammen bliver en udfordring. Fx hvilken rabat i CO<sub>2</sub>-regnskabet skal kvægavleren have for at vælge et foder frem for et andet? Den administrative byrde ved CO<sub>2</sub>-regnskaber kan derfor blive meget stor.

Der skal derfor findes nye løsninger, hvis CO<sub>2</sub> skal fungere som en skattebase i en bred forstand. Danmark ville også være det første land, der indfører en CO<sub>2</sub>-afgift, der dækker alle udledninger. Andre lande med CO<sub>2</sub>-afgifter har alle friholdt dele af økonomien. Her bliver der en naturlig afvejning mellem præcision (og dermed effektiviteten) og simplicitet (og den deraf afledte administrative byrde). Man kan godt hæve den nuværende CO<sub>2</sub>-afgift, og derigennem mindske klimabelastningen, men det vurderes, at en bred CO<sub>2</sub>-afgift bliver vanskelig at udmønte i praksis, især på den korte bane.

### *CO<sub>2</sub>-afgiften er kun effektiv, hvis der eksisterer reelle grønne alternativer*

CO<sub>2</sub>-afgiften skaber et hensigtsmæssigt incitament til at omstille produktionen til et vedvarende alternativ, så længe omkostningen ved dette er mindre end afgiften. Problemet opstår, hvis der ikke er reelle grønne alternativer til de fossile teknologier.

Udfordringen kan være, at de grønne teknologier er for dyre – med andre ord at det koster mere at investere i de grønne alternativer end at betale afgiften – eller at løsningerne endnu ikke eksisterer. Det gælder også umodne teknologier som fx Carbon Capture and Storage (CCS), hvor CO<sub>2</sub> indfanges og lagres i undergrunden. Der eksisterer funktionelle CO<sub>2</sub>-indfangningsanlæg, men der er ikke nogen infrastruktur til at lagre CO<sub>2</sub> i undergrunden. Det er dermed ikke en mulig løsning på den helt korte bane. Det kunne f.eks. være problemet i cementindustrien, hvor man først og fremmest ikke kan elektrificere processerne. Derudover kan over halvdelen af udledninger henføres til CO<sub>2</sub>, der frigives, når kridt brændes. Så selv hvis produktionen udelukkende baseres på vedvarende energikilder, er der stadigvæk betydelige udledninger, som reelt kun kan elimineres gennem CCS.

Dermed sænker CO<sub>2</sub>-afgiften kun udledningen i det omfang, at der er omkostningseffektive grønne

alternativer. Det kan ultimativt betyde, at CO<sub>2</sub>-afgiften i fravær af effektive modforanstaltninger, ikke gavner klimaet nævneværdigt inden for specifikke områder, men derimod blot skader dansk konkurrenceevne.

### *Udfordringer ved subsidier*

Modsat afgifter, der isoleret set skaber et provenu for staten, vil subsidier kræve finansiering fra andre kilder. Det kan betyde forhøjede skatter generelt eller lavere offentligt forbrug. Hvis subsidierne finansieres gennem andre skatter, vil dette også have en negativ indvirkning på dansk konkurrenceevne samt mindske aktiviteten i dansk økonomi.

Yderligere er det ikke sikkert, at subsidierne kan målrettes de mest omkostningseffektive CO<sub>2</sub>-reduktioner. Reelt vil det være svært at sikre, at alle grønne løsninger vil konkurrere på lige fod. I teorien taler dette for, at den samfundsøkonomiske omkostning ved den grønne omstilling bliver større med subsidier end afgifter. Subsidierne sikrer heller ikke, at priserne bedre afspejler den underliggende klimabelastning.

Subsidier i form af tilskudsordninger kan resultere i betydelige administrative byrder i forbindelse med ansøgninger og administrationen af forskellige puljer, og ligeledes kan der være udfordringer i forhold til EU's statsstøtteregele.

### *Udfordringer ved regulering*

Regulering sikrer ikke nødvendigvis de mest omkostningseffektive CO<sub>2</sub>-reduktioner. Dette kan blive særligt udfordrende i forhold til de løsninger, der har høje fortrængningsomkostninger. Her kan en uforholdsmæssig høj byrde fx blive overvæltet til dele af erhvervslivet, hvis der stilles krav til bestemte teknologier. I de tilfælde, hvor fortrængningsomkostningerne er høje, kan reguleringen således være en større byrde for erhvervslivet end CO<sub>2</sub>-afgiften. Dermed kan regulering også skabe betydelig CO<sub>2</sub>-lækage.

Den manglende teknologineutralitet har også været diskuteret i forbindelse med iblandingskravene, da de fx skaber et økonomisk incitament til at benytte 1. generations biobrændstoffer i stedet for mere bæredygtige alternativer.

Konklusionen er, at hvis den grønne omstilling skal være omkostningseffektiv - men samtidig også ske på en måde, så vi ikke gennem lækage blot flytter CO<sub>2</sub>-intensiv produktion til udlandet, og bagefter importerer produkterne - så skal der findes en god kombination af alle tre virkemidler - afgifter, subsidier og regulering.

---

## 7. BARRIERER OG BEHOVET FOR NYE RAMMEVILKÅR

---

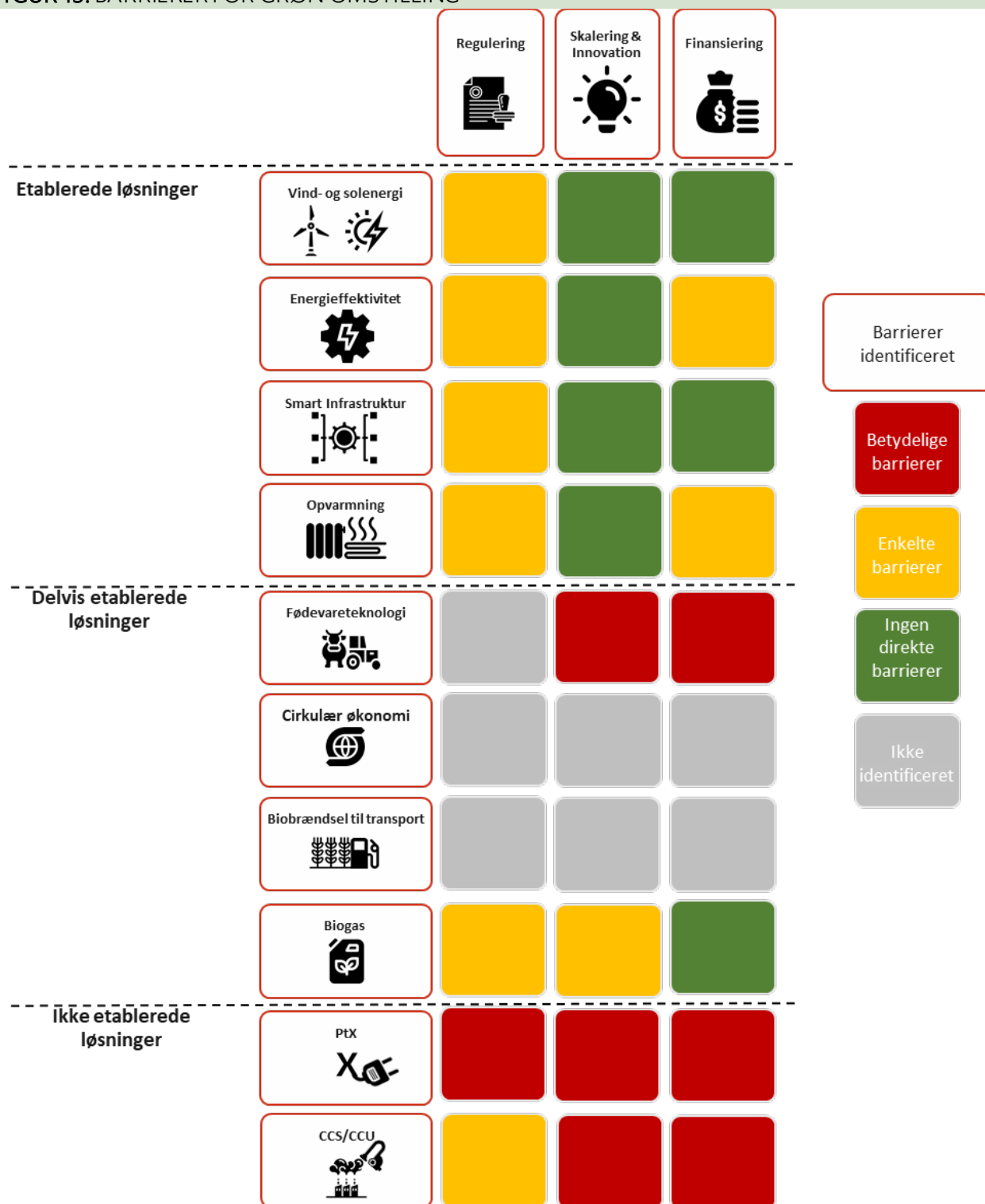
Der er grundlæggende tre overordnede barrierer, der blokerer for en accelereret grøn omstilling:

- Reguleringen er på nogle områder ikke tidssvarende og blokerer unødigt for grønne løsninger.
- Manglende skalering, innovation og kompetencer, der kan sikre omkostningseffektive CO<sub>2</sub>-reduktioner og på sigt skabe nye selv bærende grønne løsninger.
- Manglende finansieringsmuligheder for nøgleløsninger, der sænker tempoet i den grønne omstilling.

For de modne løsninger vind- og solenergi, infrastruktur, energieffektiviseringer, og opvarmning er det navnlig reguleringen, der i visse tilfælde blokerer for en accelereret grøn omstilling, jf. figur 13. For de nye teknologier biogas, CCS/CCU, PtX, fødevareteknologi og energilagring er det i særdeleshed manglende skalering og innovation samt begrænsede finansieringsmuligheder, der gør det udfordrende at udrulle disse teknologier på den på korte bane.

I det følgende gennemgås henholdsvis de regulatoriske, skaleringsmæssige og finansieringsrelaterede barrierer for hver enkelt nøgleløsning.

FIGUR 13: BARRIERER FOR GRØN OMSTILLING



Kilde: Egen illustration



## Regulatoriske barrierer

### *Vind- og solenergi*

- Svært at etablere nye landvindmøller under den nuværende regulering. Blandt andet har energiforliget fra 2018 sat et loft for antallet af landvindmøller, hvilket naturligt sætter begrænsninger for en omkostningseffektiv udbygning af den vedvarende energi i Danmark. Derudover møder mange projekter betydelig lokal modstand, da de nuværende kompensationsordninger af borgere i lokalområdet ikke opfattes som tilstrækkelige.
- Udbygningen af havvindmølleparker holdes tilbage af bl.a. lange sagsbehandlingstider. Det er således velkendt, at der ofte går minimum 8 år fra en havvindmøllepark vedtages politisk til at der rent faktisk producerer elektricitet og bidrager til den grønne omstilling. Vi skal have mere smidig og optimeret myndighedsbehandling i forbindelse med udbygningen af havvind.
- Den nuværende regulering betyder, at prisen på sol- og vindenergi kan falde betydeligt fremadrettet. Det skyldes at elproducenterne i den nuværende regulering er forpligtet til at melde deres marginale omkostninger ind på spotmarkedet for elektricitet. Prisen dannes så på baggrund af efterspørgslen og de marginale omkostninger for de enkelte producenter, men for producenter af vedvarende elektricitet er den marginale omkostningen tæt på nul. I dag er dette et mindre problem, da det dyreste værk, der møder efterspørgslen, ofte er et gas- eller kulkraftværk med betydelige marginale omkostninger. Priserne er dermed positive de fleste timer, hvilket er med til at dække bl.a. kapitalomkostninger for sol- og vindenergiproducenterne. På sigt vil dette dog være en betydelig udfordring i takt med, at den vedvarende elektricitet produceret i Danmark kommer til at overstige efterspørgslen betydeligt.

### *Energieffektivitet*

- Energieffektive løsninger med positivt privat- og samfundsøkonomisk afkast realiseres ikke. I kommunerne sætter anlægsloftet en begrænsning for, hvor mange midler der kan benyttes til at bygge og rovere og derved energieffektivisere. Lige nu er der ikke nok kontrol med krav om energieffektivisering, når bygninger skal roveres, og der mangler dermed gennemsigtighed i forhold til om roveringen er optimal i forhold til energibesparelser.
- Reguleringen sikrer heller ikke, at den offentlige bygningsmasse er optimeret i forhold energieffektivitet.

### *Opvarmning*

- Overskudsvarmeafgiften er en væsentlig barriere for at udnytte det fulde potentiale af overskudsvarme. Potentialet er ganske betydeligt og skal navnlig samtænkes med eventuel implementering af både PtX- og ellagringsanlæg, der også vil producere betydelig overskudsvarme.
- Fjernvarmeprojekter med lave fortrængningsomkostninger føres ikke ud i livet under den nuværende regulering. Konkret kan fjernvarmeprojekter først godkendes, hvis projektet demonstrerer god samfundsøkonomi. Udfordringen er imidlertid, at CO<sub>2</sub>-prisen, der inddrages i beregningerne, kun er 214 kr. pr. ton i 2020 og kun er planlagt til at stige til 331 kr. pr. ton i 2030.

Det stemmer imidlertid ikke overens med den politiske betalingsvillighed for CO<sub>2</sub>-reduktioner, som er ændret markant navnlig på grund af 70%-målsætningen. CO<sub>2</sub>-prisen for marginale tiltag, som vedrører de sidste 10 procentpoint af 70%-målsætningen, er en del højere fx ved PtX, el-biler mv.

### *Fødevareteknologier*

- I landbruget savnes der incitament til i tilstrækkelig grad at reducere udledninger. En nødvendig forudsætning er etablering af lovpligtige bedriftsregnskaber, der kan opgøre CO<sub>2</sub>-udledningen på de enkelte landbrug. Bedriftsregnskaberne skal gøre det muligt at skabe incitament for at investere i metoder, der kan nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningerne.

### *Infrastruktur*

- Den grønne omstilling stiller krav til udbygningen af transmissionsnettet, hvor det især handler om at håndtere store mængder distribueret VE-produktion, og den øgede elektrificering af de større danske byer. Om end den grønne omstilling vil medføre behov for udbygning af elnettet, bør en øget VE-produktion og elektrificering af forbrug dog ikke lede til en tilsvarende mængde øget højspændingsinfrastruktur. Det er afgørende, at den folkelige opbakning ikke bliver en barriere for den fortsatte omstilling. Det handler bl.a. om at sikre endnu bedre geografisk og tidsmæssig sammenhæng mellem elproduktion og -forbrug og sikre en god dialog med borgere og interessenter om omstillingen og den infrastruktur, der kan følge med.
- Uklar fremtidig beskatning af el- og hybridbiler mindsker private investeringer i kritisk ladeinfrastruktur. Dette skal ikke mindst ses i lyset af, at den manglende ladeinfrastruktur er en betydelig barriere for udbredelsen af eldrevne køretøjer, navnlig inden for persontransport.

### *PtX*

- Bæredygtig PtX betragtes ikke som klimaneutralt i den nuværende regulering. Konkret omfatter EU's lovramme RED (Renewable Energy Directive) ikke PtX produceret ved vedvarende energi som fx vind. Energistyrelsen følger direktivet, og derfor bliver bæredygtig PtX ikke benyttet i forbindelse med iblandingskrav. Derudover mangler der en model for, hvordan grøn strøm kan bruges til at producere certificeret grøn brint, også når elforbruget hentes fra det kollektive elnet.
- Den nuværende tarifstruktur understøtter ikke udbredelsen af PtX. Derudover skaber den u hensigtsmæssige forvridninger i forbindelse med opførslen af PtX-anlæg, da det fx giver tilskyndelse til off-grid løsninger i forhold til on-grid. Der er behov for en tarifstruktur, som tager hensyn til PtXs fleksible og fuldt afbrydelige elforbrug ift. el-infrastrukturen.

### *CCS/CCU*

- CCS / CCU-projekter er muligvis udfordret i den regulerede del af forsyningssektoren. Det er uklart om CCS / CCU-projekter har for høje fortrængningsomkostninger i forhold til de i reguleringen fastlagte CO<sub>2</sub>-priser. Udfordringen er reelt den samme som med fjernvarmeprojekter, hvor CO<sub>2</sub>-prisen, i den nuværende regulering, kun forventes at være 331 kr.

pr. ton i 2030.

### *Biogas*

- Der har været rejst krav om at staten skal annullere biogascertifikater i de tilfælde, hvor der udbetales statsstøtte. Det forslag kan øge støtteomkostningerne til biogasproduktionen og dermed bremse udbredelsen af biogas.

## **Barrierer relateret til manglende skalering og innovation**

### *Vind- og solenergi*

- Vind- og solenergi er i dag allerede konkurrencedygtige løsninger, som i mange tilfælde er rentable uden offentlig støtte. Der er således ikke umiddelbart nogle direkte barrierer på grund af manglende skalering, og løsningerne kan umiddelbart udrulles i det ønskede omfang. Der kan dog opstå en række særlige udfordringer med henblik på yderligere udbygning af hhv. vind- og solenergi, herunder særligt overudbud og negative priser på elektricitet. Det er fx centralt, at der udvikles nye lagringsteknologier som fx PtX eller termisk lagring, hvis bidraget fra vind- og solenergi til den grønne omstilling skal blive mere markant.
- Dansk Energi vurderer, at der bliver brug for 120.000 årsværk fordelt over en 10-årig periode til at forestå udbygningen af havvind fordelt over de kommende 10 år. Der kan i denne forbindelse blive stor mangel på faglært arbejdskraft, som kan bremse udbygningen. Hvis vi ikke kan matche den efterspurgte arbejdskraft, vil det blive en barriere for udbygningen af havvind<sup>45</sup>.
- Lagring af elektricitet i større skala er en umoden teknologi. Generelt vurderes det ikke, at kendt batteriteknologi kan blive en rentabel måde at løse lagringsudfordringerne i store elsystemer. Derfor skal løsningen forventeligt findes ved enten termisk lagring og/eller produktion af brint (PtX). Manglende skalering og innovation er derfor en betydelig barriere for udrulningen af disse teknologier på den korte bane.

### *Energieffektivitet*

- Øget energieffektivitet kan i et bredt omfang opnås med kendt teknologi som fx bedre isolering, ny produktionsmetoder, bedre logistik mv. Disse teknologier er allerede kommercialiseret og kan sælges på markedsvilkår. Det vurderes derfor ikke, at der er betydelige barrierer for udbredelsen af disse løsninger.

### *Infrastruktur*

- Udbygning af el-, gas- og fjernvarmenettet kan baseres på velkendt teknologi, og det forventes

---

<sup>45</sup> Dansk Energi (2020), Beskæftigelseseffekter af investeringer i den grønne omstilling, s. 16-24

derfor ikke, at der er betydelige barrierer relateret til skalering af den nødvendige infrastruktur. Den største udfordring bliver med stor sandsynlighed, at disse investeringer har relativt lange planlægningshorisonter. Derudover bliver behovet for ny infrastruktur også afhængigt af udbredelsen af digitale løsninger, der kan optimere brugen af den eksisterende infrastruktur, fx gennem smartgridløsninger mv.

### *Fødevareteknologier*

- Graden af modenhed for de individuelle fødevareteknologier varierer betydeligt. Generelt er de kendte teknologier dog kendetegnet ved relativt høje omkostninger i forhold til klimaeffekten. Derudover skal mange af de teknologier, der kan sikre klimaneutralitet i fødevarerproduktionen, først udvikles. Manglende skalering og innovation er derfor en meget betydelig barriere for en accelereret grøn omstilling.

### *Biogas*

- Biogas er i dag skaleret i et vist omfang men er endnu et stykke fra at kunne konkurrere med fossile alternativer på markedsvilkår. Teknologien er derfor fortsat afhængig af offentlig støtte. Der vil således fortsat være et behov for at optimere produktionen og forske i bedre og mere effektive løsninger, så omkostningerne kan bringes ned. Vores analyse peger på, at der er ved at udvikle sig et stærkt økosystem omkring biogasproducenterne bl.a. i form af danske underleverandører. Det taler alt andet lige for, at biogas kan bidrage yderligere til en accelereret grøn omstilling, hvis dette område prioriteres og skaleres yderligere.

### *Biobrændsel til transport*

- Der er et stort potentiale i 3. generations biobrændstof udvundet fra alger. Processen kræver ikke at man bruger landbrugsjord, som ved 1 generations biobrændsel. Algerne kan gro alle steder, så længe temperaturen er høj nok, derudover kan man muligvis forbinde algeproduktionen til CO<sub>2</sub>-udledningsskilder, hvor algerne kan absorbere udledningerne. Problemet er lige nu, at man udleder en større mængde af drivhusgasser ved at opdyrke algerne end de fortrænger som brændstof pga. store mængder nitrat og fosfor til produktion<sup>46</sup>. 3. generationsbiobrændsel er derfor afhængig af yderligere innovation, før det bliver et alternativ til andre brændselstyper.

### *PtX*

- Selvom PtX ikke er en ny teknologi, er den kommercielt umoden og dermed ikke konkurrencedygtig på den korte bane. Navnlig er skaleringen udfordrende, da de relativt få producenter af elektrolyseanlæg endnu ikke er klar med gennemtestede anlæg med betydelig skala. Teknologien er også udfordret af høje omkostninger, herunder kapitalomkostninger. Derfor er det centralt, at der er adgang til betydelige mængder vedvarende elektricitet til relativt lave omkostninger, hvis business casen skal forbedres for større anlæg, fordi elektricitet til elektrolyse

---

<sup>46</sup> Biofuel.org (2020), Third Generation Biofuels

er fundamentet i PtX. Med andre ord spiller udbygningen af vind- og solenergi også en central rolle for udbredelsen af PtX.

### *CCS/CCU*

- CCS/CCU-teknologierne er stadig umodne. For at kunne bidrage markant til den grønne omstilling er der derfor behov for både betydelig innovation og skalering. Der eksisterer i dag carbon capture-anlæg, der bl.a. leverer CO<sub>2</sub> til fødevarerindustrien, men disse anlæg er ofte tilpasset biogasanlæg og kan derfor ikke nødvendigvis blot tilpasses fx industrivirksomheder, da røggasserne er vidt forskellige. Samtidig er teknologien på nuværende tidspunkt ikke rentabel. Det skal dog nævnes, at disse omkostninger forventes at falde betydeligt over de næste 10 år. Den største barriere for CCS er imidlertid den manglende infrastruktur til at lagre CO<sub>2</sub> i undergrunden. Det vil kræve massive investeringer at få denne infrastruktur på plads på den korte bane. Alternativt skal brintproduktionen (PtX) sættes voldsomt i vejret, hvis den indfangede CO<sub>2</sub> skal bruges til metanisering. Manglende skalering og innovation er derfor en betydelig barriere for udbredelsen af CCS/CCU.

## **Barrierer relateret til manglende finansiering**

### *Vind- og solenergi*

- Vind- og solenergi er konkurrencedygtige løsninger, som i mange tilfælde er rentable uden offentlig støtte. Det betyder, at bl.a. danske pensionskasser investerer betydelige midler i disse projekter allerede i dag. Manglende finansiering er således ikke en barriere for at accelerere udbygningen af vind- og solenergi i dag. Fremadrettet kan det dog blive mere udfordrende at finde investorer. Det skyldes, at produktionen af vedvarende elektricitet forventes at overstige efterspørgslen i et betydeligt omfang. Derfor er der brug for at øge efterspørgslen efter el betragteligt fx via gennemgribende elektrificering af samfundet, hvis investorer skal føle sig betryggede ved at gå ind i nye vindprojekter.
- Energilagringsprojekter vil med stor sandsynlig også være udfordret af manglende finansiering på den korte bane. Det kan i høj grad tilskrives, at teknologien ikke er moden og derfor forbundet med betydelige risici. De første større flagskibsprojekter vil således forventeligt være afhængige af offentlig finansiering og støtte. Dog kan særlige omstændigheder i visse tilfælde gøre den private business case mere interessant. Det gælder bl.a. energilagring på energijøerne, hvor meget betydelige omkostninger til kabelføringen fra energijøen og ind til land kan være med til at drive de privatøkonomiske incitamenter til at investere i energilagringsteknologier. Det forventes dog først at være relevant et stykke ude i fremtiden.

### *Energieffektivitet*

- Investeringerne i energieffektive løsninger skal foretages af både private virksomheder, private husholdninger og offentlige institutioner. Det vurderes, at adgangen til finansiering er en barriere, f.eks. har mange investeringer lange tilbagebetalingshorisonter og mange virksomheder har

derfor ikke investeringskapacitet til at investere i energieffektive løsninger, sideløbende med deres primære driftsinvesteringer. Der udvikles dog i øjeblikket nye finansielle produkter, der kan være med til at holde finansieringsomkostningerne nede. Fx har Nykredit for nyligt lanceret nye produkter til danske boligejere med friværdi, der sikrer lave låneomkostninger til energirenoveringer og køb af elbiler. Dårlig økonomi i virksomheder og husholdninger kan også betyde, at man ikke vil have mulighed for at finansiere energirenoveringer. Det taler isoleret set for et vist fokus på dette område.

### *Fødevareteknologi*

- Manglende finansiering er forventeligt en betydelig barriere for fremme af nye fødevareteknologier. Fx vil omkostningerne til udtagning af lavbundsjorder forventeligt ikke kunne finansieres af landbruget selv. Derudover er de danske landbrugsbedrifter i forvejen tynget af høj gæld, hvilket kan gøre det svært at finansiere grønne tiltag på markedsvilkår. Manglende finansieringsmuligheder forventes derfor også at være en betydelig udfordring for en accelereret udrulning af nye fødevareteknologier.

### *Opvarmning*

- Manglende finansiering forventes ikke at være en barriere for udrulningen af vedvarende varmeteknologier. Fjernvarmesektoren forventes ikke at have udfordringer med at rejse den nødvendige finansiering. For husholdninger, der skal have udskiftet deres olie- eller gasfyr til fx en varmepumpe, forventes der også relativt gode finansieringsmuligheder, navnlig med de støtteordninger der er vedtaget politisk. Det forventes dog, at nogle husholdninger og private virksomheder kan være udfordret af manglende finansieringsmuligheder på grund af dårlig økonomi.

### *Infrastruktur*

- Manglende finansiering forventes ikke at være en barriere for udbygningen af den nødvendige infrastruktur. I en del tilfælde skal investeringerne foretages af offentlige eller semioffentlige aktører, der tilmed i visse tilfælde har adgang til statslig finansiering.

### *Biogas*

- Biogasproducenter har historisk haft held til rejse finansiering med de nuværende rammebetingelser. Det vurderes derfor ikke, at manglende finansiering er en væsentlig barriere for en accelereret udbygning af biogassen i Danmark. Stigende afgifter i landbruget kan dog forringe ejendomsværdierne og dermed vanskeliggøre finansiering af biogas.

### *PtX*

- PtX-anlæg vil på den korte bane ikke kunne få finansiering på markedsvilkår, da teknologien

under de nuværende rammevilkår ikke er konkurrencedygtig. Aktørerne er derfor afhængige af offentlig finansiering gennem fx den grønne fremtidsfond samt offentlige støttemidler for at få business casen til at hænge sammen. Manglende finansiering forventes derfor også at være en udfordring for en accelereret udrulning af PtX.

### *CCS/CCU*

- Manglende finansiering er forventeligt en signifikant barriere for en accelereret udrulning af CCS/CCU. Det kan hovedsageligt tilskrives, at teknologierne under den nuværende regulering ikke er rentable og dermed ikke kan finansieres på markedsvilkår. Det betyder blandt andet, at virksomhederne er afhængige af statslig eller EU-støtte for føre projekterne ud i livet. Derudover vil virksomhederne ofte være afhængige af offentlig egen- eller fremmedkapital, der er øremærket den grønne omstilling. Dog vil fx forsyningsselskaber forventeligt kunne rejse den nødvendige finansiering, hvis reguleringen tillader det. I Norge har man finansieret et anlæg hos cementproducenten Brevik, hvor staten finansierer 80% af capex og opex<sup>47</sup>.

---

<sup>47</sup> Interview med Michael Lundgaard Thomsen, Aalborg Portland

---

## 8. SÅDAN UDVIKLER VI DE NYE GRØNNE TEKNOLOGIER

---

Paris-aftalen tilsiger, at Danmark skal være CO<sub>2</sub>-neutral i 2050. Samtidig har Danmark vedtaget en klimalov, der slår fast, at vi skal reducere CO<sub>2</sub>-udledningerne med 70% frem mod 2030. En række af de teknologier, som vi skal tage i anvendelse for at nå målet, er som forklaret tidligere i rapporten endnu ikke modne.

I Axcelfutures rapport fra februar 2020 "Hvordan reduceres CO<sub>2</sub>-udledningen med 70%" dokumenteres det, hvordan Danmark kan nå en reduktion på knap 60% med kendte virkemidler. De sidste 10 procentpoint, der svarer til knap 9 mio. tons CO<sub>2</sub>, kræver dyre og ikke-rentable virkemidler.

Det er baggrunden for, at det er nødvendigt nøje at planlægge, hvordan en accelereret grøn omstilling kan gribes an.

Der findes som tidligere forklaret tre værktøjer, der kan sikre omstillingen i 2030, og som man politisk kan beslutte sig for: CO<sub>2</sub>-afgifter, regulering og subsidier.<sup>48</sup> I vores anbefalinger går vi ikke nærmere ned i hvordan disse politikker konkret skal udformes, men derimod pege på, at der skal tages hensyn til erhvervsperspektiverne, når tiltag mod en accelereret grøn omstilling skal tilrettelægges. De tre værktøjer udelukker endvidere ikke hinanden, men kan og bør kombineres.

Det betyder, at man bør se nærmere på tiltag, der vil kunne styrke danske virksomheder og lade dem indgå i at skabe løsninger, der i større skala kan eksporteres, som vi eksempelvis tidligere har set det på vindmølleområdet. Axcelfutures gennemgang af de ti nøgleløsninger, der skal understøtte en accelereret grøn omstilling, viser, at vi på udvalgte områder har et meget stort erhvervspotentiale. Derfor skal vi fokusere vores indsats der, hvor vi allerede står stærkt. Der er ingen grund til at tro, at vi kan opdyrke teknologier, hvor virksomheder i andre lande allerede har en meget stærkere position. Vi skal forstærke os der, hvor vores løsninger kan bidrage uden for Danmarks grænser til gavn for arbejdspladser og eksport.

Dermed kan Danmark fortsat bidrage til den grønne omstilling i resten af verden - dvs. med en effekt, der er langt større end den direkte effekt af reducerede danske udledninger. Det må være målet – navnlig i lyset af, at en isoleret dansk indsats for at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledninger kun bidrager marginalt til verdens samlede udledninger.

Målet om en CO<sub>2</sub>-reduktion på 70% allerede i 2030 betyder, at vi må satse på teknologier, som i dag ikke er markedsmodne, hvilket fører til øgede samfundsmæssige omkostninger. Som Regeringen allerede har beskrevet i sit Klimaprogram, vil den grønne omstilling koste mellem 18 og 24 mia. kr. om året i 2030 – en omkostning, der skal fordeles mellem stat, borgere og virksomheder, enten igennem løbende offentlige udgifter, eller direkte omkostninger betalt af borgere og virksomheder. Som ovenfor anført ligger hovedparten af disse omkostninger i at komme fra de 60% til de 70%.

Vi skal finde en vej, der sikrer både arbejdspladser og klima. Satser vi enøjlet på at bruge CO<sub>2</sub>-afgifter,

---

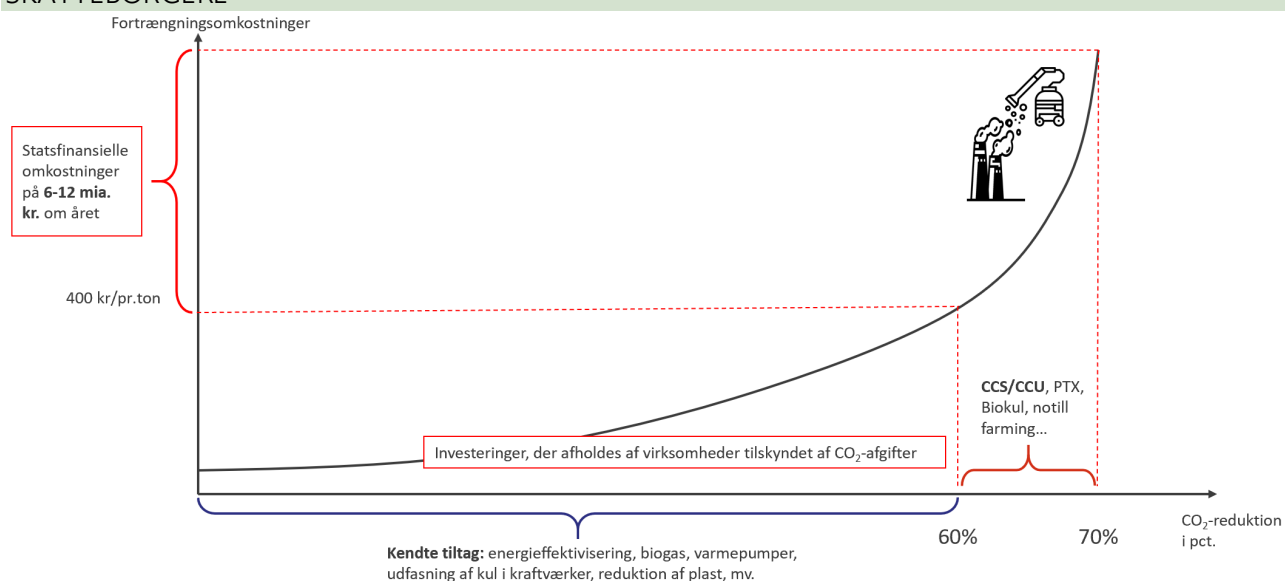
<sup>48</sup> Det fjerde virkemiddel, som er Forskning og Udvikling, vil kunne have effekt i 2050, men ikke i 2030.



ville det bringe os et godt stykke af vejen, bl.a. fordi vi flytter energikrævende produktion til andre lande. Men problemet med denne løsning er, at den ikke fremmer investeringer i de teknologier, der kan bringe os helt i mål. Det kræver subsidier, som vi i sin tid så på vindmølleområdet. Det skyldes, at teknologierne ikke er markedsmodne og derfor ikke konkurrencedygtige.

MAC-kurven i figur 14 illustrerer, at CO<sub>2</sub>-afgifter kan bringe os et pænt stykke ad vejen i den grønne omstilling, men at en række teknologier som eksempelvis PtX eller CCS har fortrængningsomkostninger langt over en CO<sub>2</sub>-afgift på 400 kr. per ton.

**FIGUR 14: OMKOSTNINGER VED GRØN OMSTILLING FORDELT PÅ VIRKSOMHEDER OG SKATTEBORGERE**



Note: Figuren illustrerer i grove træk, at en CO<sub>2</sub>-afgift på 400 kr. pr ton CO<sub>2</sub> (som tænkt eksempel) vil bringe os ca. på en 60% reduktion i 2030. Og at man kan komme det sidste stykke af vejen (ca. 9 mio. tons) ved hjælp af skattefinansierede subsidier.

Hvordan gør vi det i praksis? Alle virkemidler er nødvendige, og navnlig vil vi pege på behovet for en forstærket indsats for at udvikle, fremme og skalere teknologier, hvor danske virksomheder allerede er internationalt konkurrencedygtige, og som kan yde et stærkt bidrag til den grønne omstilling. Vi skal sikre udviklingen af de teknologier, der kan bringe os et langt stykke i 2030, og som i 2050 kan sikre, at vi er CO<sub>2</sub>-neutrale, så vi møder vores forpligtelser i Paris-aftalen. En del af de nødvendige bidrag til omstillingen bliver ikke færdigudviklet inden 2030 - men det gør dem ikke nødvendigvis mindre vigtige, da hovedmålet er klimaneutralitet i 2050.

Når vi satser på disse områder, er det vigtigt at bruge de erfaringer, som både vi selv og andre udviklede lande har høstet gennem de sidste par årtier om forsknings-, teknologi- og erhvervspolitik.

### Subsidier bliver nødvendigt for at nå de 70%

Det er vigtigt, at de midler, der fra samfundets side anvendes til at udvikle nye grønne løsninger, anvendes så klogt som muligt. Det betyder i praksis, at en række delvis modstridende hensyn skal balanceres.

Hvis vi skal vente på, at universiteter og i virksomheder udvikler de nødvendige løsninger, kan vi ikke

nå de mål, vi har sat os. Derfor er der på en række områder brug for at tage initiativer og at bygge både demonstrationsanlæg og egentlige produktionsanlæg vel vidende, at det vil være uklart, hvilke løsninger der på sigt vil vise sig at være de bedste.

En velegnet måde til at understøtte innovation er offentlige udbud, hvor private aktører kan byde på løsningsmodeller. Det betyder, at private aktører leverer ydelserne, men at staten påtager sig at afdække de største risici og på den måde finansiere en udvikling, der på sigt kan medføre meget store positive samfundsøkonomiske gevinster – og eksternaliteter – dvs. at alle markedsaktører kan få glæde af innovationen. Et stærkt statsligt engagement sikrer endvidere, at udbuddene har en stærk politisk og bred samfundsmæssig opbakning, også selv om der skulle opstå uventede problemer undervejs.

Det vanskelige er imidlertid, at udbuddene skal tage højde for, at vi endnu ikke ved, hvilke løsninger der på sigt vil være mest omkostningseffektive. Desuden skal udbuddene tage hensyn til sektorkoblingselementet – dvs. det forhold, at teknologierne spiller sammen. Et godt eksempel er brug af overskudsvarme ved produktion af brint, men der er mange andre eksempler, som gennemgået i denne rapport.

Så selv om de nye klimaløsninger skal udvikles så hurtigt som muligt, er det også vigtigt at give de deltagende parter den nødvendige tid til udvikling og afprøvning af nye løsninger. I modsat fald vil projekter, der i forvejen er usikre, blive alt for risikable.

I et vist omfang er det nødvendigt at satse på flere teknologier parallelt. Det må ske ud fra en tankegang om, at mindst en eller flere af disse på sigt bryder igennem og bliver konkurrencedygtige. Derfor må vi også acceptere, at nogle af de tiltag, vi sætter i gang, kan ende med ikke at blive markedsmodne. I denne situation kan man ikke anvende såkaldte "teknologineutrale udbud", for de giver kun mening for teknologier, der har været gennem en markedsmodningsproces, sådan som det fx er tilfældet med vind- og solenergi.

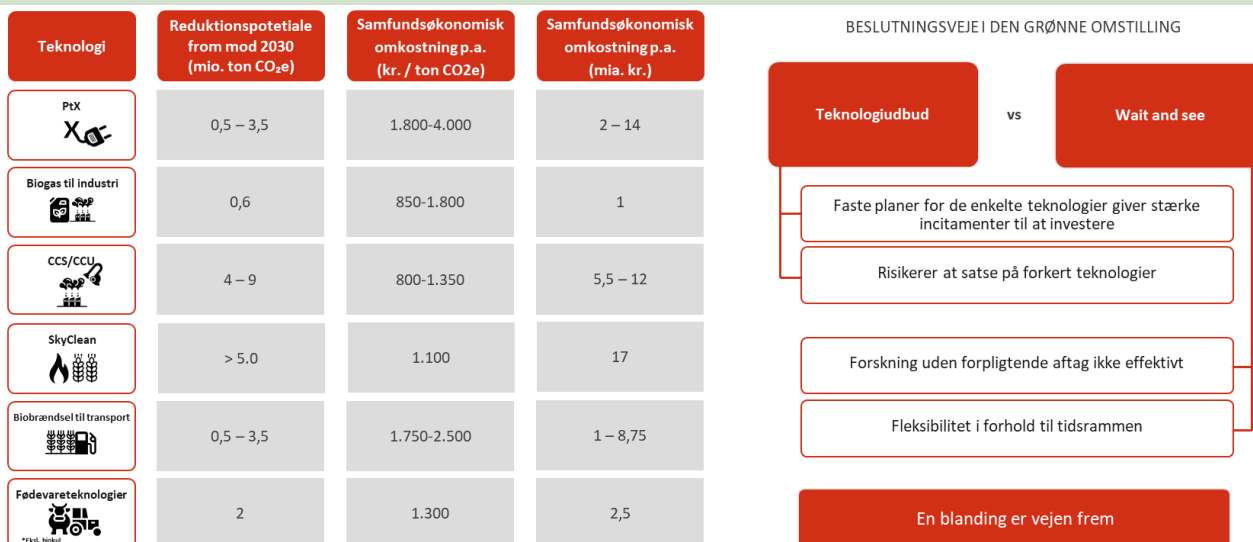
Udbud sikrer bl.a., at udenlandske virksomheder får mulighed for at byde på nye grønne løsninger – enten alene eller i samarbejde med danske virksomheder. Det er også i dansk interesse, for selv om mange danske virksomheder har stærke grønne kompetencer, står Danmark kun for ca. en halv pct. af den samlede globale forskning. Det er derfor afgørende, at danske kompetencer udvikles i samarbejde med videnmiljøer i hele verden. Vi skal altså ikke agere protektionistisk og kun satse på, at danske aktører byder. Det ville også bryde med EU-retten, som vi selv har draget stor nytte af som en lille åben økonomi.

Den europæiske og danske rammeloavgivning for at kunne tilrettelægge teknologiudbud, der lever op til disse kriterier, er for en stor dels vedkommende på plads. Både de "almindelige" udbudsregler, og de særlige udbudsregler, der gælder på området for energi mv. (Forsyningsvirksomhedsdirektivet) er blevet tilpasset inden for de senere år, så de muliggør offentligt-privat samarbejde om udviklingsprojekter. To af de vigtigste nye udbudsformer er innovationspartnerskaber og konkurrencepræget dialog, som der indtil videre er begrænset erfaring med i de fleste EU-lande, men som vurderes at kunne anvendes som ramme for de fleste af de teknologiudbud, som vi peger på kan bringes os videre.

## Sådan tager vi hensyn til danske erhvervskompetencer

Vi skal satse på, at den grønne omstilling finder sted inden for områder, hvor der både er et betydeligt perspektiv for CO<sub>2</sub>-reduktioner, hvor markedet ikke løser udfordringerne af sig selv, og hvor danske videnmiljøer og virksomheder allerede er internationalt konkurrencedygtige.

FIGUR 15: TEKNOLOGIER MED REDUKTIONS- OG ERHVERSPOTENTIALE



Kilde: Klimaprogram 2020, Axcelfuture- og BCG-analyse (2020), Stiesdal (2020), Dansk Industri (2019)

Indsatsen skal være fleksibelt indrettet, så den både kan op- og nedskaleres efter midtvejsevaluering i 2025 på de delområder, vi udvælger. Hvis vi allerede nu investerer for kraftigt i flere teknologier, som ikke er modne, kan vi risikere, at den grønne omstilling bliver for dyr, fordi vi ikke kan være sikre på, om Danmark vil være konkurrencedygtig inden for de udvalgte områder i 2030 og på længere sigt. Derfor er det afgørende at satse på flere områder nu i en mindre skala, og så i 2025 vurdere hvilke teknologier, der mest sandsynligt kan bringe os videre mod klimaneutralitet på længere sigt.

Indsatsen i form af udbud og subsidier bør starte allerede i 2021, og i de kommende år bør vi løbende skalere de løsninger, der viser de bedste resultater.

For at kunne målrette indsatsen bør man udvælge de teknologiområder, som er mest afgørende for den grønne omstilling, og hvor der samtidig er et stort dansk erhvervspotentiale. Vi ved, at udfordringerne med grøn omstilling er størst inden for transport og landbrug – det gælder ikke bare i Danmark, men også globalt – og samtidig har vi store erhvervspotentialer.

Der har i den forbindelse været omfattende diskussioner om antallet af elbiler i 2030. Blandt andet har energibranchen argumenteret meget hårdt for elbiler, fordi det vil øge efterspørgslen efter strøm med ca. 2GW, og fordi elbiler kan lades op om natten, hvor behovet for strøm ellers er mindre. Dette argument er isoleret set validt, men det kan ikke i sig selv begrunde en drastisk forøgelse af antallet af elbiler.

Beregninger fra Eldrupkommissionen<sup>49</sup>, som blev nedsat af den forrige regering, viser, at man med 1 mio. elbiler i 2030 vil kunne fortrænge 1,5 mio. tons CO<sub>2</sub> med en fortrængningspris på 3.400 kr. pr.

<sup>49</sup> Kommissionen for grøn omstilling af personbiler (2020), Veje til grøn bilbeskatning.




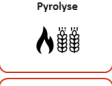


tons CO<sub>2</sub>. Alene af den årsag bør man ikke prioritere 1 mio. elbiler i 2030, for det er langt dyrere end andre teknologier som PtX, biogas, CCS og SkyClean. Årsagen hertil er, at elbiler selv i 2030 vil være dyrere end fossile biler, og derfor vil 1 mio. elbiler i 2030 medføre et enormt samfundsøkonomisk tab, som drastisk vil øge de samlede omkostninger ved at nå målet om en 70% reduktion af CO<sub>2</sub>. Vælger vi som det første at øge antallet af elbiler ved hjælp af direkte eller indirekte subsidier vil der være stor risiko for, at der vil være færre ressourcer til at satse på andre teknologier med et klart større dansk erhvervsperspektiv.

Vi har på nuværende tidspunkt en håndfuld danske virksomheder, der er underleverandører til elbilindustrien. Det gælder eksempelvis Danfoss, der leverer drivremme, og Nissens, der leverer kølesystemer. Det vil dog have meget begrænset effekt for disse virksomheder, om Danmark efterspørger 500.000 elbiler ekstra over de næste 10 år, og også derfor bør kravet om 1 mio. elbiler i 2030 nedtones. Elbiler vil komme helt af sig selv, når bilfabrikkerne har fået omstillet deres produktion, og når det sker, vil priserne på bilerne falde drastisk.

Det er baggrunden for, at vi i stedet foreslår at fokusere på teknologier, der kan påvirke udviklingen i disse sektorer. PtX og biobrændsler retter sig primært mod transportsektoren. Biogas kan også anvendes i transportsektoren, og udspringer som biobrændsel endvidere også fra landbruget. Det ligger i strategien, at den teknologiske udvikling og virksomhedernes evne til at skalere nu skal stå sin prøve, så vi kan få afklaret fordele og ulemper ved avancerede biobrændsler og brændsler baseret på PtX. De er i vist omfang konkurrenter, men man kan ikke på forhånd afgøre, hvordan de vil udvikle sig frem mod 2025 eller 2030, da ingen af dem i dag kan konkurrere med fossile brændsler. Så for at afklare teknologiernes forretningsmæssige potentiale må staten agere fødselshjælper, så vi kan få spørgsmålet afklaret med udgangspunkt i eksisterende danske erhvervskompetencer.

CCS/CCU bør støttes på trods af, at vi ikke nu og her har en stærk erhvervsposition på området. Det har stort set ingen lande bortset fra Norge. Der er tale om en helt ny løsningsmodel, som der er global enighed om, er nødvendig for at nå i mål med klimaneutralitet. Som anført i Regeringens Klimaprogram er potentialet helt op til 9 mio. tons CO<sub>2</sub> i 2030, men det forudsætter alene anlægsomkostninger på mellem 35 og 50 mia. kr. frem mod 2030.

**FIGUR 16: UDBYD REDUKTIONSPULJER TIL FORSKELLIGE TEKNOLOGIER, OG VURDER I 2025, HVOR DER FORTRÆNGES MEST OG ER DET STØRSTE ERHVERVSPOTENTIALE**

Teknologi	Virkemiddel	Metode
	Udbud Samfundsfinansiering Fortrængningskrav	Udbud produktion af PXK inden for en beløbsramme, så omkostningerne ikke løber løbsk. Subsidier eventuelt anlægsinvesteringerne. Erstat iblandingskravet af biobrændsler med et fortrængningskrav, så PXK kan konkurrere med biobrændsler.
	Udbud/ Samfundsfinansiering Fortrængningskrav	Biogasproduktion kan i princippet udbygges betydeligt, men det skal afklares yderligere hvordan man kan prissætte de positive eksternaliteter, da kostprisen på biogas er høj i forhold til naturgas.
	Udbud	Udbud af løsninger, der indebærer lagring af CO <sub>2</sub> i den danske undergrund eller i den danske del af Nordsøen.
	Udbud	Pyrolyseteknologier har stort reduktionspotentiale, men kræver tilskud for at øge konkurrencedygtigheden*.
	Subsidier Fortrængningskrav	Udbud af løsninger til anden generations biobrændsler.
	OPP → Blandet finansiering	Få bedriftsregnskaber på plads. Opstil på den baggrund mål for de enkelte brug, og benyt forsigtigt CO <sub>2</sub> -afgifter, der tilskynder til brug af bedre foderstoffer, recirkulation af gasser i stalde og mere effektiv gyllehåndtering. Understøt bedre dyrkningsmetoder, og brug mere biogas**.

Vurder erhvervsudviklings-potentialet igen i 2025

Note:\*F.eks. er SkyClean en løsning, der kombinerer fangst og lagring af CO<sub>2</sub> med produktion af grønt brændstof. Ved at brænde organisk affald i et iltfrit rum, vil halvdelen af kulstofferne i affaldet blive omdannet til biokul og den anden halvdel vil blive til olie og gas. Men deres anlæg skal subsidieres og driften skal understøttes. Det kan ske ved hjælp af udbud. \*Se eksempelvis EU-Kommissionen (2020), *A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*.

Samlet set er der brug for at anvende betydelige statslige midler for at fremme den grønne omstilling for at understøtte de teknologier, der i dag ikke er modne uden en meget høj pris på udledning af CO<sub>2</sub>. Størrelsen på subsidierne på de respektive delområder er vanskelig at lægge sig nøjagtig fast på, men det er dog værd at konstatere, at vi i Danmark allerede bruger ca. 12 mia. kr. årligt på subsidier og skatterabatter til grøn omstilling<sup>50</sup>, hvoraf hovedparten går til at støtte energiformer, der fortrænger fossile brændsler.

Da omstillingen frem mod 2030 skal accelereres betragteligt, bør der afsættes mindst 6 mia. kr. årligt frem mod 2025, hvorefter Klimarådet kan evaluere indsatsen som beskrevet i Klimaloven<sup>51</sup>.

<sup>50</sup> PSO-udgifter til vind, sol, biogas mv. udgør 6,2 mia kr. i 2020. Hertil kommer EUDP + GLDK (ren F&U&I) på 0,5 mia. kr. GUDP (fødevarer mv) på 250 mio. kr. Innovationsfonden bruger ca. 300 mio. kr. og endelig er der danske EU-programmer på ca. 500 mio kr. Hertil kommer skatteudgifter til biomasse, solceller og elbiler på ca. 4 mia. kr.

<sup>51</sup> Klima-, Energi og forsyningsministeriet (2019), Aftale om klimalov

---

## LITTERATUR

---

- Axcelfuture, Hvordan reduceres CO<sub>2</sub>-udledningen med 70%?, 2020
- BCG, Axcelfuture, *En klimaplan for Danmark*, 2020
- Biofuel.org, *Third Generation Biofuels*, <http://biofuel.org.uk/third-generation-biofuels.html>, 2020
- Biogas Danmark, Faktaark Biogaspotentiale 2050, 2020
- Biogas Danmark, *Vidensbank om biogas*, <https://www.biogas.dk/vidensbank-om-biogas/>, 2020
- BP, *Statistical Review of World Energy*, <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics.html>, 2019
- Concito, *Anbefalinger til implementering af Energifaen med fokus på energieffektivisering og effektiv anvendelse af energi*, 2019
- Copenhagen Economics, *Anbefalinger til en balanceret energipolitik – Potentialer for energieffektivitet i Danmark*, 2018
- DAMVAD Analytics, *Økonomisk betydning af energieffektive løsninger i Danmark*, 2020
- Danmarks Statistik, *Statistikdokumentation for Grønne varer og tjenester 2017*, 2017
- Dansk Energi, *Beskæftigelseseffekter af investeringer i den grønne omstilling*, 2020
- Dansk Energi, *Vilje til klimahandling og råd til regningen – Anbefalinger til efterårets klimaaftaler*, 2020
- Dansk Energi, *Energinet, Gamechangere for PtX og PtX-infrastruktur i Danmark*, 2020
- Dansk Fjernvarme, *Geotermi*, 2020
- Dansk Industri, *Klima-KPI for Dansk Industri*, 2019
- Dansk Industri, *Energieffektivisering*, <https://www.danskindustri.dk/vi-radgiver-dig-ny/virksomhedsregler-og-varkejoer/miljo-energi-og-klima/energieffektivisering/>, 2020
- Drivkraft Danmark, *Plan 2050 – For en CO<sub>2</sub>-neutral transportsektor*, 2020
- Ellen MacArthur Foundation, McKinsey & Co, *Delivering the circular economy – a toolkit for policymakers – Denmark case study*, 2015
- Energinet, *Nye vinde til brint – PtX strategisk handlingsplan*, 2020
- Energinet, *PtX i Danmark før 2030*, 2019
- Energinet, *Systemperspektiv 2035*, 2018
- Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020 – Klima- og energifremskrivning frem til 2030 under fravær af nye tiltag*, 2020
- Energistyrelsen, *Støtte til biogas*, <https://ens.dk/ansvarsomraader/bioenergi/stoette-til-biogas>, 2020
- Erhvervsministeriet, *Grønne Virksomheder – Eksport, digitalisering og vækst*, 2017

EU-Kommissionen, *Energy efficiency targets*, [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency\\_en#2030-targets](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_en#2030-targets), 2020

EU-Kommissionen, *A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*, 2020

Finansministeriet, *Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020*, 2020

GeoExPro, *Growth and Future of CCS in Europe*, <https://www.geoexpro.com/articles/2018/04/growth-and-future-of-ccs-in-europe>, 2018

GEUS, *Fangst og lagring af CO2 (CCS)*, <https://www.geus.dk/udforsk-geologien/fangst-og-lagring-af-co2-ccs>, 2020

Gilfillan, D., Marland, G., Boden, T., and R. Andres. *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions*, <https://energy.appstate.edu/CDIAC>, 2019.

Innovation Fund Denmark, *White paper on solutions to mitigate climate change and assessment of Danish Strongholds*, 2019

International Energy Agency, *Perspectives for the energy transition: the role of energy efficiency*, 2018

Klima-, Energi og forsyningsministeriet, *Aftale om klimalov*, 2019

Klima-, Energi og forsyningsministeriet, *Energieffektiviseringer*, <https://kefm.dk/energi-og-raastoffer/energieffektivitet>, 2020

Klima-, Energi og forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020

Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion – Retning og tiltag for de næste ti års klimaindsats i Danmark*, 2020

Klimarådet, *Regeringens klimapartnerskaber – Vurderingsnotat om partnerskabernes bidrag til indfrielse af 70 procentmålet*, 2020

Norcem, *CCS at Norcem Brevik: Background*, <https://www.norcem.no/en/CCS%20at%20Brevik>, 2020

OK, *Hvad er biobrændstof og bioethanol?*, <https://www.ok.dk/erhverv/hjaelp/braendstof/biobraendstof/hvad-er-biobraendstof-og-bioethanol>, 2020

PwC, *Axcelfuture, Konsekvenser for danske virksomheder af en omfattende grøn skattereform*, 2020

Regeringens klimapartnerskaber, *Affald og vand, cirkulær økonomi*, 2020

Regeringens klimapartnerskaber, *Bygge- og anlægssektoren*, 2020

Regeringens klimapartnerskaber, *Energi- og forsyningssektoren*, 2020

Regeringens klimapartnerskaber, *Energitung industri*, 2020

Regeringens klimapartnerskaber, *Fødevarer- og landbrugssektoren*, 2020

Regeringens klimapartnerskaber, *Landtransport*, 2020

Regeringens klimapartnerskaber, *Produktionsvirksomhed*, 2020

Stiesdal, *SkyClean – En ny dansk klimaløsning med stort potentiale – Hvordan får vi det til at ske?*, 2020

UNFCCC, *National Inventory Submissions 2019. United Nations Framework Convention on Climate Change*, <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>, 2019.



---

## INTERVIEWLISTE

---

Interviews er foretaget med en række ledende aktører i erhvervslivet med interesse for grøn omstilling. Det er ikke kun store virksomheder, men også virksomheder som omfavner grøn omstilling og producerer et produkt som spiller eller vil spille en nøglerolle ift. at nå de danske reduktionsmålsætninger. Listen over interviews omfatter:

Christopher Donald Sorensen, CEO, **GreenLab** [Grøn industripark]

Ebbe Tubæk Naamansen, Head of Group Sustainability, **RGSnordic** [Cirkulær økonomi]

Finn Mortensen, Executive Director, **StateOfGreen** [nonprofitorganisation]

Flemming Bendt, CEO, **RGSnordic** [Cirkulær økonomi]

Johannes P. Bøggild, Head of Global Public Affairs, **Ørsted** [energisekskab]

Karsten Hillman, Administrerende direktør, **Solar Polaris** [Solenergi]

Kresten Ørnberg Christensen, Head of Global Public Affairs, **Vestas** [vindmølleproducent]

Lars Udby, CEO, **REintegrate** [PtX-producent]

Michael C. Hjorth, COO, **NKT** [kabelvirksomhed]

Niels-Arne Baden, CEO, **Green Hydrogen** [PtX-virksomhed]

Ole Hvelplund, CEO, **Nature Energy** [Biogasproducent]

Steen Schelle Jensen, Head of Product Management – Solutions, **Kamstrup** [Virksomhed inden for energieffektivitet]

Søren Knudsen Kær, CTO, **REintegrate** [PtX-producent]

Thomas Uhd, Head of Sustainability & External Relations, **Aalborg Portland** [cementproducent]

---

## APPENDIX: KORTLÆGNING AF VIRKSOMHEDER I DEN GRØNNE OMSTILLING

---

Axcelfuture har gennem en periode kortlagt virksomheder, der opererer i Danmark, og som har interesse i den grønne omstilling – enten som leverandører af grønne løsninger eller som traditionelle virksomheder, der skal omstille sig fra en verden baseret på fossile brændsler til en verden, der kører på grøn energi.

Der er en stor underskov af danske virksomheder, som har en forretningsmæssig interesse i, at den grønne omstilling accelereres. Det er således ikke bare nogle få, førende selskaber inden for vind og energieffektivisering, der kan få en forretningsmæssig fordel af en accelereret grøn omstilling, men også et bredt udsnit af danske selskaber på tværs af brancher, der engagerer sig i den grønne omstilling. Underleverandører og mindre selskaber, der har innovative løsninger i den grønne omstilling, kan også drage fordel af den grønne omstilling. Samtidig vil den grønne omstilling med stor sandsynlighed også drive vækst og arbejdspladser i traditionelle "sorte" selskaber.

### **Det er ikke kun nogle få store spillere der kan få gavn af en accelereret grøn omstilling**

Vestas, Grundfos, Velux, Danfoss og Ørsted er eksempler på større danske industrivirksomheder, der har baseret en betydelig del af deres forretning på grønne teknologier. Deres direktører er velkendte ansigter i danske medier og optræder ofte som talerør for erhvervslivet ift. klima og 70%-reduktionsmålsætningen. Virksomhederne udmærker sig ved at være henholdsvis førende på verdensplan inden for vedvarende energi (Vestas og Ørsted) og energieffektivitet (Grundfos, Danfoss og Velux).

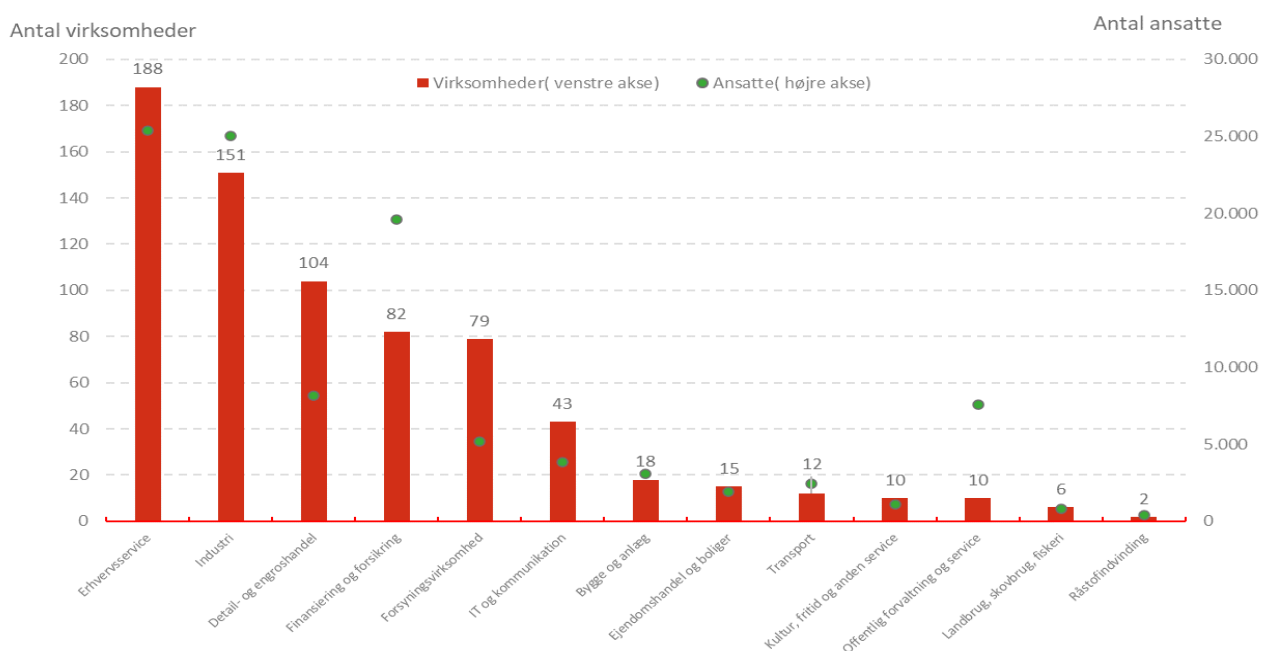
Der er dog også en underskov af selskaber, der også - helt eller delvist – baserer deres forretning på grønne teknologier. Det omfatter virksomheder med én til 6.000 ansatte på tværs af forskellige brancher. Virksomhederne sælger enten et grønt produkt eller indgår i en værdikæde til et grønt produkt fx vindmøller eller et biogasanlæg.<sup>52</sup> Listen inkluderer også det, som vi normalt forbinder med traditionelt "sorte" virksomheder, men som har fokus på grøn omstilling, CO<sub>2</sub>-reduktioner og engagerer sig i de grønne interesseorganisationer. Traditionelt sorte virksomheder, fx inden for plast-, energiintensiv- eller olieindustrien, er ofte opmærksomme på behovet for at omlægge deres produktion for at kunne overleve på sigt. Så selv om de på nuværende tidspunkt med rette kan betragtes som de største udledere, vil de med stor sandsynlighed spille en central rolle i at minimere klimabelastningen på sigt.

## Stort set alle brancher er repræsenteret blandt de "grønne" selskaber

Interessen for den grønne omstilling er bredt funderet på tværs af de fleste brancher, se figur A1. De "grønne" selskaber har 104.623 beskæftigede i alt, og tallet er reelt højere, da der ikke er information om antal ansatte i alle virksomheder. Konkret står industrien for 151 virksomheder og har 25.057 i beskæftigelse, mens erhvervsservice har 188 virksomheder repræsenteret med sammenlagt 25.361 beskæftigede. I industrisektoren er der mange virksomheder, som producerer eller indgår i en værdikæde til grønt produkt. Erhvervsservice er navnlig repræsenteret ved ingeniørrådgivning, almene konsulenthuse, arkitektfirmaer og advokathuse.

Derudover er detailhandel velrepræsenteret, samt finansiering og forsikring, forsyning, og IT og kommunikation. Bygge- og anlægsbranchen, landbrug, skovbrug og fiskeri samt transportsektoren er ikke repræsenteret i særligt høj grad.

**FIGUR A1: BRANCHEFORDELING OG ANTAL ANSATTE I DE GRØNNE SELSKABER**



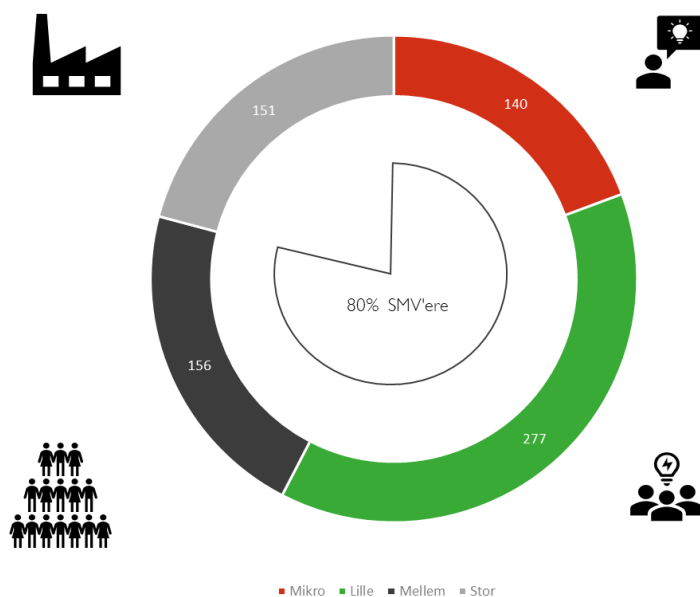
Kilde: Baseret på medlemslister fra State of Green, Biogas Danmark, Intelligent Energi, Energinet og Wind Denmark  
Anmærkninger: Der er ikke information om antal af ansatte i alle virksomheder, hvorfor det må formodes, at der er betydeligt flere ansatte end det fremgår af figuren.

<sup>52</sup> Udgangspunktet for denne analyse er et stort udpluk af virksomheder fundet i medlemslister fra organisationer med fokus på grøn omstilling. Specifikt har trukket oplysninger fra: State of Green, Biogas Danmark, Intelligent Energi, Energinet og Wind Denmark.

## Erhvervspotentialet er også stort blandt de små- og mellemstore virksomheder

Interessen for grøn omstilling omfatter virksomheder på tværs af størrelsesniveauer. Der er også et erhvervspotentiale i enkeltmands- og små virksomheder, såvel som i mellemstore og store virksomheder. Konkret udgør SMV'er 80% af virksomhederne, jf. figur A2. SMV'erne er fx virksomheder, som leverer service eller laver enkeltmoduler til vindmøller, eller landmænd der leverer gylle til biogasanlæg. Det peger på, at den ambitiøse grønne dagsorden favner bredt på tværs af virksomheders størrelse.

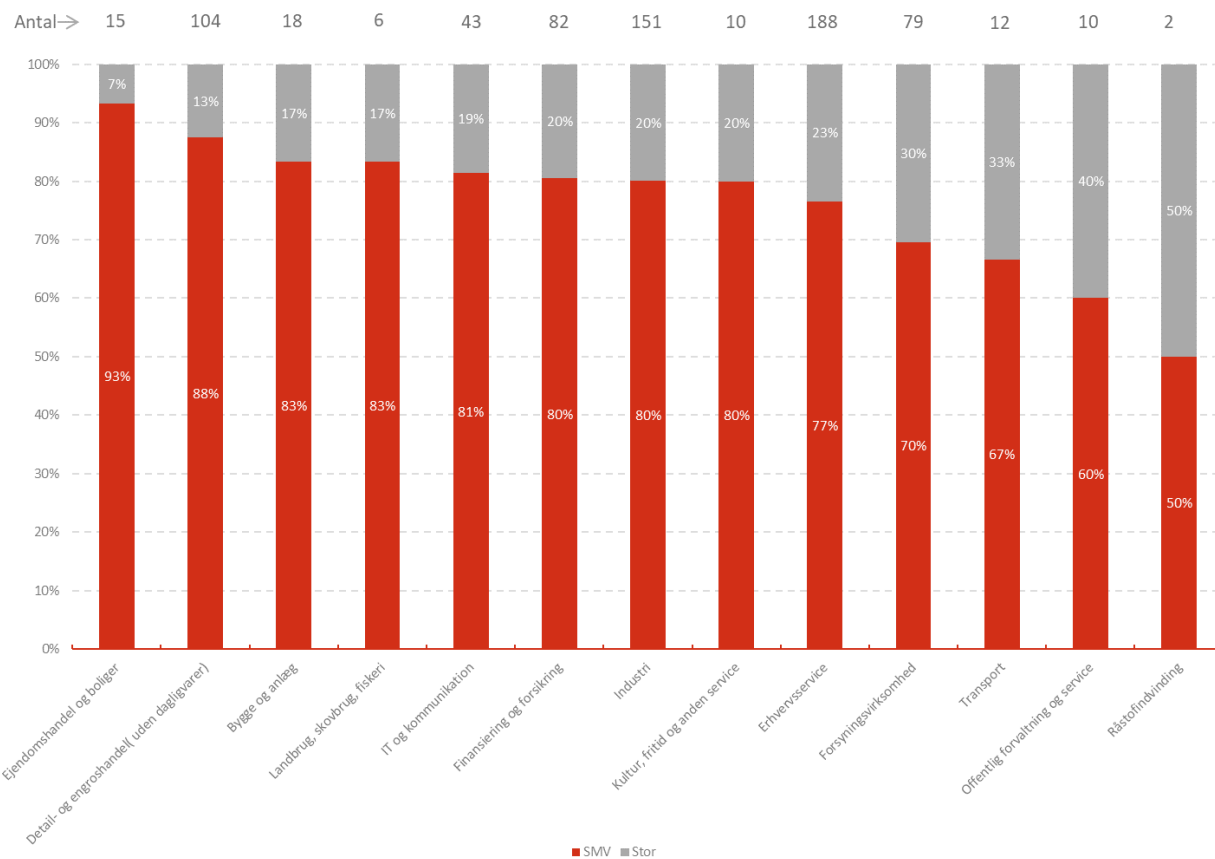
**FIGUR A2: STØRRELSESFORDELING BLANDT DE GRØNNE SELSKABER**



Kilde: Medlemslister fra State of Green, State of Green, Biogas Danmark, Intelligent Energi, Energinet og Wind Denmark  
Anmærkninger: Mikro (1-5 ansatte), lille (5-50 ansatte), mellem (50-250) og stor (250-) størrelse

SMV'erne er ikke begrænset til én eller to forskellige brancher. SMV'er udgør minimum halvdelen af virksomhederne i samtlige brancher, jf. figur A3. Konkret udgør SMV'erne 93% og 88% inden for henholdsvis ejendomshandlen og bygninger samt detail og engroshandel. Tilsvarende i store brancher inden for erhvervsservice og industri udgør SMV'erne hhv. 77 % og 80%. SMV'er udgør dog kun 67%, 60%, og 50% procent inden for hhv. transport, offentlig service og råstofindvinding, jf. figur A3.

**FIGUR A3: STØRRELSESFORDELING AF VIRKSOMHEDER PÅ BRANCHENIVEAU**



Kilde: Medlemslister fra State of Green, State of Green, Biogas Danmark, Intelligent Energi, Energinet og Wind Denmark  
 Anmærkninger: