

September 2021



EN AMBITIØS DANSK PTX-STRATEGI

AXCELFUTURE
ERHVERVSLIVETS TÆNKETANK

Indhold

.....	1
En ambitiøs dansk PtX-strategi.....	1
1. Baggrund.....	2
2. Andre lande er længere fremme med deres PtX-strategi.....	4
De danske støttemidler blegner i forhold til udlandet.....	5
Særligt Tyskland går forrest.....	6
Hvor meget dansk PtX-kapacitet vil der være behov for?.....	7
3. EU-kommissionens "fit for 55".....	8
Ændringer til kvotesystemet.....	9
Udvidelse af kvotesystemet.....	9
Anden regulering.....	9
Effekter på efterspørgslen efter PtX.....	10
4. Komplex sammenhæng med andre dele af den grønne omstilling.....	10
5. Barriererne for PtX og alternativer.....	12
6. Et konkret alternativ til den nuværende biogasstøtte til opgraderet biogas.....	17
Alternative anvendelser kan give et langt større klimabidrag for det samme støttebeløb.....	18
7. En ambitiøs dansk ptX-strategi skal bruge alle virkemidler.....	19
Tre centrale virkemidler skal i spil.....	20
Sammensætningen mellem de tre centrale virkemidler afhænger af tidshorizonten.....	21
Støttereget til grønne løsninger bør tages op til revision.....	22
8. Hvad er den klogeste metode, når Danmark vil gå foran på klimaområdet? Og hvad skal vi gøre efter 2030?.....	23
9. anbefalinger.....	24

Sammenfatning

- Der udestår betydelige tiltag for at nå Danmarks klimamålsætning om en 70 pct.-reduktion i 2030. Med den nuværende politik, inkl. beslutninger i 2020 og 2021, vil Danmark have reduceret udledningerne med 55 pct. i 2030 i forhold til 1990-niveauet. Der udestår således 15 pct.point for at nå 70 pct.-målsætningen, svarende til reduktioner på 11,8 mio. ton CO₂e.
- EU-Kommissionen er i år kommet med et udspil - Fit for 55 - der er Kommissionens forslag til, hvordan vi i EU når det nye reduktionsmål på 55 pct. i 2030 ift. 1990. Det er et stort skridt i den rigtige retning. Men det rejser også et spørgsmål om, hvordan den danske indsats og EU-indsatsen hænger sammen.
- Fit for 55 rejser også spørgsmålet om, hvordan EU og Danmark bedst muligt kommer videre efter 2030. Det er en vigtig diskussion at rejse allerede nu, fordi mange af de teknologier, der kan bidrage til det, tager mere end 10 år at udvikle. Axcelfuture foreslår, at Danmark *både* arbejder for at indfri 2030-målene og igangsætter initiativer, der kan bringe os helt i mål med at blive klimaneutrale. Det kræver både innovationsstøtte til teknologier, der kan understøtte det nationale 70 pct.-mål, og til teknologier, der understøtter det globale klima.
- Power-to-X (PtX) kan bidrage til, at Danmark kommer helt i mål med de 70 pct., men vil navnlig sikre klimaneutralitet i 2050 - både i Danmark og i andre lande. På længere sigt er det således forventningen, at grøn brint kan fortrænge fossile brændsler i fly- og skibstransport samt i dele af den tunge vejtransport og på den måde yde et markant bidrag til klimaneutralitet.
- Danmark har helt unikke forudsætninger for PtX. En dansk styrkeposition inden for PtX vil passe godt til danske erhvervskompetencer, navnlig inden for vindenergi. Samtidig har vi et unikt fjernvarmesystem, så vi kan udnytte overskudsvarmen fra PtX-produktionen, og adgang til betydelige mængder konkurrencedygtig grøn elektricitet.
- Hvis Danmark ikke skal hægtes af udviklingen, så kræver det handling nu. Frankrig, Holland, Portugal, Norge, Spanien og navnlig Tyskland har siden 2018 leveret PtX-strategier, der viser vejen mod udbredelse af PtX-produkter. Det kan holdes op imod den danske strategi, der først ventes til efteråret. Samtidig blegner den danske støtte i forhold til disse lande.
- Axcelfuture har derfor bl.a. følgende anbefalinger til regeringens kommende PtX-strategi:
 - ✓ Danmark bør bidrage til en hurtig vedtagelse af Fit for 55 og indgå partnerskabsaftaler med andre nordeuropæiske lande, der kan styrke teknologiudviklingen og sikre balance mellem udbud og efterspørgsel efter PtX-produkter.
 - ✓ Danmark skal arbejde for, at EU øger sin støtte til grøn innovation.
 - ✓ Den danske PtX-strategi skal ikke blot være en vision, men en egentlig plan med mål og midler. Axcelfuture foreslår, at vi afsætter 1 mia. kr. om året på finanslovene til PtX, og at vi allerede i 2022-23 udbyder støtte til 1 GW elektrolysekapacitet. Der bør også være mulighed for såkaldte CfD-garantier.
 - ✓ PtX-strategien skal også indeholde initiativer til at udvikle brint-efterspørgslen, fx med et brintrør til Tyskland, fortrængningskrav og standarder for grøn brint. Vi bør også overveje, hvordan vi bedst indarbejder PtX-krav i offentlige udbud af færge- og busdrift.
 - ✓ Energinet har i flere år arbejdet med en ny tarifmodel, der kan gøre det billigere at transportere strømmen hen til elektrolyse- og PtX-anlæg. Dette arbejde bør fuldføres og implementeres hurtigt.
 - ✓ Det vil også være nødvendigt med ny regulering for at sikre, at den betydelige varme, PtX-produktion giver, nyttiggøres i fjernvarmesystemet.

1. BAGGRUND

Der udestår stadigvæk betydelige tiltag for at nå Danmarks klimamålsætning om en 70 pct.-reduktion i 2030. Energistyrelsen vurderer, at vi med den nuværende førte politik vil have reduceret udledningerne med 55 pct. i 2030 i forhold til 1990-niveauet.¹ Der udestår således 15 pct. point, hvis vi skal nå 70 pct.-målsætningen, svarende til reduktioner på 11,8 mio. ton CO₂e. Senest har regeringen fremlagt sit landbrugsudspil, der lægger op til konkrete tiltag, der reducerer udledningerne fra landbruget med yderligere 1,6 mio. ton CO₂e og peger på mulige reduktioner i landbruget på 5 mio. ton. Derudover vil regeringen fremlægge en CO₂-fangst og -lagringsstrategi, men det er stadig uklart, hvor meget CO₂, der skal fanges. Der er derfor stadigvæk betydelig usikkerhed omkring, hvordan vi realiserer 70 pct. målsætningen.

Power-to-X (PtX) er en af de løsninger, der kan bidrage til, at vi kommer helt i mål, navnlig med henblik på klimaneutralitet i 2050, hvor PtXs rolle er helt afgørende. PtX har potentiale til at reducere udledningerne på en række områder, herunder navnlig skibs- og luftfart samt måske også den tunge vejtransport, men også inden for landbrug gennem produktion af grøn ammoniak og dermed på sigt CO₂-neutral kunstgødning samt udfasning af fossile brændsler i traktorer mv. PtX-produkter kan også blive helt essentielle i produktionen af fx kemikalier og plastik.

PtX-produktionen er naturligt afhængig af produktionen af vedvarende energi, da PtX kun giver klimagevinst med grøn elektricitet. Her har Danmark et fantastisk udgangspunkt med adgang til betydelige mængder konkurrencedygtig grøn elektricitet og et stort havvindspotentiale i Nordsøen. PtX kan også bruges til at udnytte overskudsstrøm fra vedvarende energikilder, der alternativt må lukke ned for produktionen for ikke at belaste elnettet, når vinden blæser og solen skinner, og give besparelser på elinfrastrukturen i relation til energijørerne. Et nyt studie peger på, at omkostningerne forbundet med produktionen af grøn brint er lavest, hvis produktionen placeres på energijørerne, hvormed det faktisk er konkurrencedygtig med den fossile brint fra naturgas.²

En dansk styrkeposition inden for PtX vil passe godt til danske erhvervskompetencer, navnlig inden for vindenergi. Konkret ses PtX som den mest lovende teknologi til langtidslagring af vedvarende energi (VE). Det er især essentielt for vindenergiens udbredelse globalt, at lagringsmulighederne forbedres, navnlig når andelen af VE stiger i vores elsystemer. Samtidig har Danmark, i kraft af sin ekspertise inden for vindenergi, adgang til medarbejdere med de rette kompetencer til at løfte opgaven med at få kommercialiseret PtX-teknologierne, samt et stærkt forskningsmiljø på området.

Danmark har også en god geografisk placering i forhold til eksport af grøn brint. Der er således en stor brintefterspørgsel lige syd for grænsen mod Tyskland, hvor store dele af den brinttunge industri er placeret. Samtidig har Nordvesteuropa en god eksisterende gasinfrastruktur, hvor bl.a. Tyskland overvejer en ombygning med henblik på transport af grøn brint.

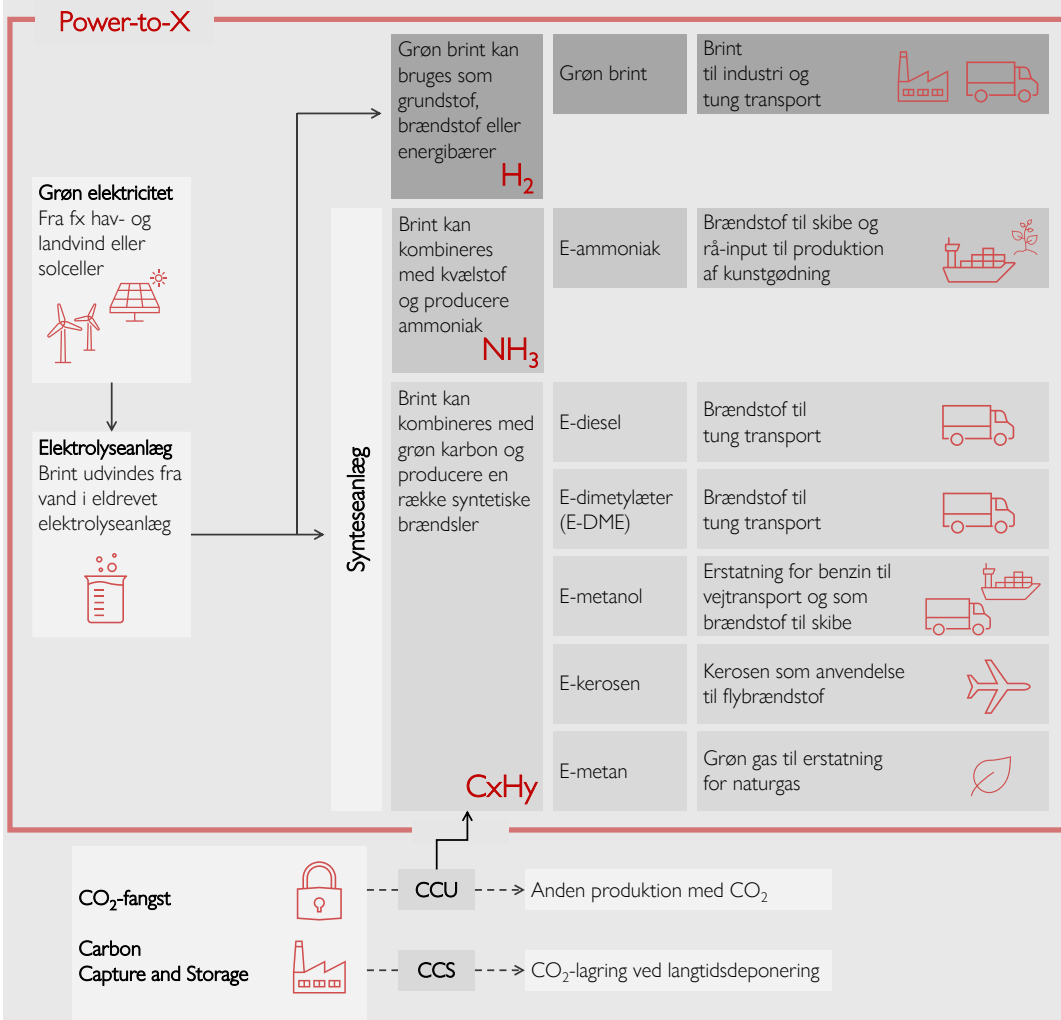
¹ Se Energistyrelsen (2021) Klimastatus og -fremskrivning 2021

² Singlitico, Østergaard og Chatzivasileiadis (forthcoming) Green Hydrogen from Offshore Wind Power Hubs

BOKS 1: HVAD ER PTX?

Power-to-X (PtX) er en proces, hvor strøm omdannes til noget andet. Denne definition er ret bred, men typisk er både 'Power'- og 'X'-siden begrænset. For det første skal den pågældende elektriske strøm være grøn, dvs. vedvarende energi som vind, hydro eller sol. For det andet er 'X' kemisk energi, der kan lagres, såsom brint eller et flydende brændsel. I dette notat skal PtX forstås som en proces, hvor grøn elektricitet omdannes via elektrolyse til brint, som derefter kan bruges direkte eller forædles til brintbaserede brændsler, dvs. *elektrofuels* eller blot *e-fuels*. De brintbaserede brændsler inkluderer ammoniak, der bruger nitrogen fra luften. Til sammenligning kræver de kulstofbaserede brændsler som fx e-metanol, e-kerosen eller e-diesel en kulstofkilde som fx CO₂ fra et fangstanlæg eller fra et biogasanlæg.

Omkostningerne til PtX kan i høj grad henføres til forbruget af elektricitet. I 2020 vurderes omkostninger til elektricitet at udgøre 51 pct. af omkostningerne i produktionen af grøn brint. Derudover udgør eltarifferne 20 pct. Afskrivningerne og forrentning står for ca. 24 pct. af omkostningerne og omkostningerne til komprimering udgør 5 pct.³



Kilde: [Dansk Energi s.9](#)

Sidst men ikke mindst har Danmark et energisystem, der muliggør effektiv sektorkobling. Bl.a. kan

³ Se [Dansk Energi](#)

overskudsvarmen fra elektrolyse- og synteseanlæg udnyttes i det danske fjernvarmesystem, hvilket vil være med til at holde omkostningerne nede.

Men under de nuværende rammevilkår vil skaleringsprojekter mv. i vidt omfang ske uden for landets grænser. Der er derfor behov for at sikre bedre rammer om PtX nu og her.

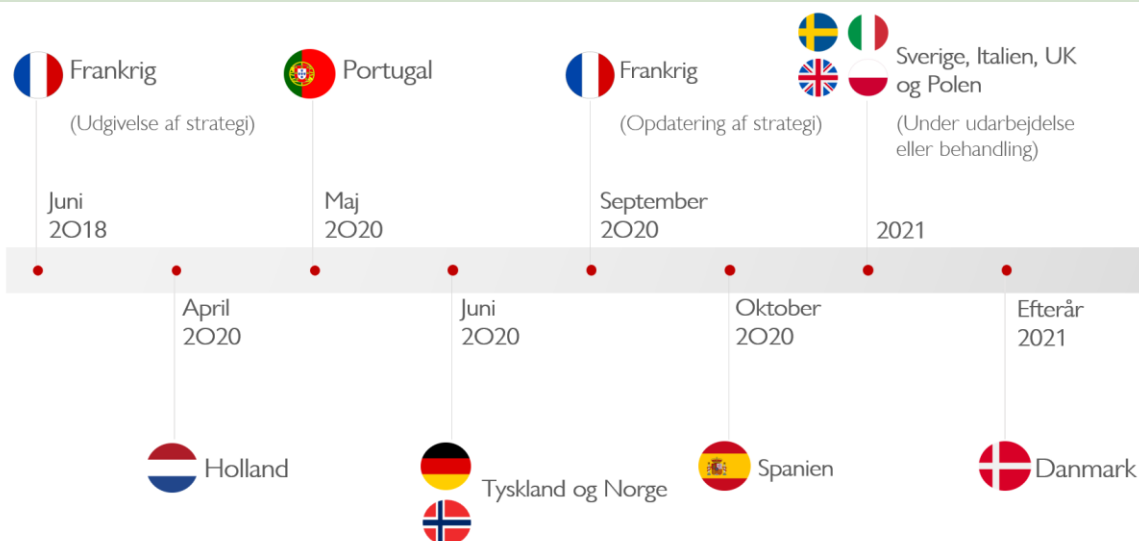
I denne rapport ser vi nærmere på strategier, der er fremsat i andre EU-lande, med henblik på at fremme produktionen og brugen af grøn brint og andre grønne e-fuels. Rapporten afsluttes med en diskussion af nogle af de dilemmaer, der naturligt opstår i forbindelse med udarbejdelsen af en dansk PtX-strategi. Herudover drøftes, hvordan Danmark bedst muligt kan lægge sig i førertrøjen i EU, så vi både gavner det globale klima og erhvervsudviklingen i Danmark

På den baggrund gives afslutningsvist en række anbefalinger til Danmarks kommende PtX-strategi, som skal drøftes politisk til efteråret.

2. ANDRE LANDE ER LÆNGERE FREMME MED DERES PTX-STRATEGI

Hvis Danmark ikke skal hægtes af vognen, så kræver det handling nu. Allerede i 2018 kom Frankrig med sin PtX-strategi, der blev opdateret i september 2020, se figur 1. Derudover har Holland, Portugal, Norge, Spanien og navnlig Tyskland alle i 2020 leveret PtX-strategier, der på forskellig vis viser vejen mod udbredelse af PtX-produkter i de konkrete lande. Det kan holdes op imod den danske strategi, der formentlig kommer i løbet af efteråret i år. Også Sverige, Italien, UK og Polen er på vej med PtX-strategier.

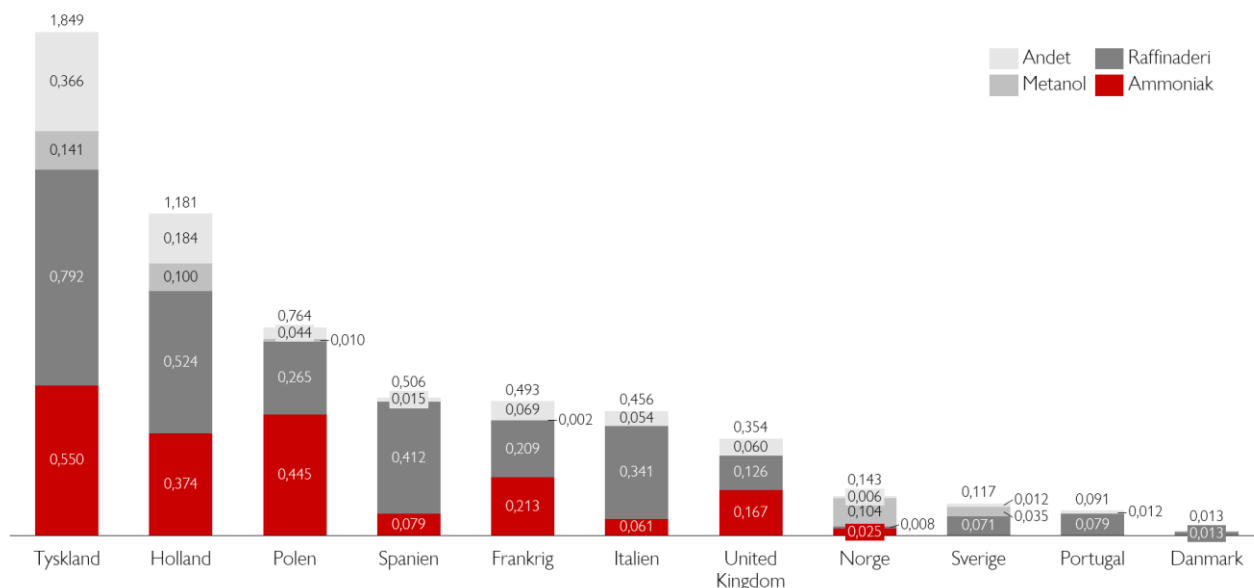
FIGUR 1: UDGIVELSESTIDSPUNKT AF EUROPÆISKE LANDES PTX-STRATEGIER



Kilde: Forskellige landes strategier

Det er særligt de lande, der har et højt forbrug af fossil brint, der har været først ude med deres PtX-strategier.⁴ Konkret forbrugte Tyskland i 2020 ca. 1,8 millioner ton brint og er dermed det europæiske land med det største forbrug efterfulgt af Holland og Polen, der forbrugte hhv. 1,2 og 0,8 millioner ton brint i 2020, se figur 2. Spanien og Frankrig, der også var tidligt ude med deres PtX-strategier, har også en betydelig brintefterspørgsel. I sammenligning er den danske brintefterspørgsel minimal. I 2020 udgjorde efterspørgslen kun 0,013 millioner ton, hovedsageligt på de danske raffinaderier. Skal brint eller andre e-fuels spille en rolle i den grønne omstilling i Danmark, skal efterspørgslen således styrkes markant på sigt.

FIGUR 2: BRINTEFTERSPØRGSEL EFTER SEKTOR 2020 (MILLIONER TON)



Anm.: Andet består af transport, H₂O₂, andre kemikalier, energi og andet. Sektoropdeling baseres på slutforbruget.
Kilde: [The Fuel Cells & Hydrogen Observatory](#)

De danske støttemidler blegner i forhold til udlandet

Andre europæiske nationer som Tyskland, Holland, Frankrig og Spanien har allerede lavet ambitiøse mål og udgivet nationale brintstrategier for, hvordan de vil skabe vækst i den nationale brintefterspørgsel. Tyskland, Spanien og Frankrig har også alle allokeret mellem 7-9 mia. euro i offentlige midler til brintinvesteringer samlet set i perioden 2020-2030⁵. Også Holland og Portugal overgår Danmark med henholdsvis 5 og 1 mia. euro i afsatte støttemidler de kommende 10 år.⁶

I Danmark er der allokeret ca. 100 mio. euro i offentlige midler, heraf kun ca. 10 mio. euro til dansk deltagelse i de såkaldte IPCEI-projekter.⁷ Den 18. juni 2021 sikrede en politisk aftale yderligere 850 mio. kr. til IPCEI-projekterne.⁸ IPCEI-projekter - Important Projects of Common European Interest - modtager ikke EU-støtte, men er garanteret en hurtig statsstøttegodkendelse.

I 2020 udgav EU-Kommissionen en europæisk brintstrategi med et mål om mindst 40 GW vedvarende brintelektrolyse og produktion af op til 10 mio. tons vedvarende brint i EU inden 2030. I

⁴ På den korte bane er det mest sandsynligt at grøn brint kan konkurrere med fossil brint, da andre e-fuels, herunder e-diesel eller e-ammoniak, alle har relativt høje omkostninger i forhold til det fossile alternativ.

⁵ Se [Clean Hydrogen Monitor 2020](#)

⁶ Se [Anbefalinger-til-en-dansk-strategi-for-Power-to-X.pdf \(danskenergi.dk\)](#)

⁷ Se [Klimaaftale for energi og industri mv. 2020 \(fm.dk\)](#). Midlerne kommer fra en aftale indgået med Nederlandene om statistisk overførsel af VE-andele, hvor Danmark overopfylder det bindende EU-VE-mål i 2020.

⁸ Se [Politisk aftale sikrer 850 mio. kr. til udvikling af fremtidens grønne brændstoffer](#)

strategien er der også planer for investeringer på flere milliarder euro i brintprojekter og ordninger til at øge salget af brintelektriske køretøjer.⁹

Danmark har været sent ude med at få udpeget sine såkaldte IPCEI-projekter. Den interne danske afklaringsproces blev afsluttet ultimo august 2021, da det blev besluttet at prioritere 2 PtX-projekter, som herefter blev indstillet til EU, jf. boks 2.

Begge projekter er lovende og inkluderer en række forskellige danske virksomheder, men støtten på i alt 850 mio. DKK til de to projekter er ikke betinget af konkrete mål for PtX-produktionen.

BOKS 2: TO DANSKE IPCEI-PROJEKTER

HySynergy 2.0

Projektet HySynergy 2.0 er ledet af Everfuel Europe A/S og omhandler realiseringen af et elektrolyseanlæg. Projektet indebærer produktion af grøn diesel baseret på genanvendelse af CO₂-intensive materialer. Projektet udgør den første af tre faser i en ambition om at realisere 300 MW elektrolysekapacitet.

Green Fuels For Denmark

Projektet Green Fuels For Denmark er ledet af Ørsted Hydrogen Green Fuels A/S og skal realisere et elektrolyseanlæg og et CO₂-fangstanlæg til produktion af bæredygtige kulstofbaserede brændsler med henblik på forbrug af vedvarende brint indenfor tung transport, herunder skibs- og luftfart. Dette projekt udgør den første og anden af i alt fire faser i udviklingen af et produktionsanlæg, der vil kunne levere 1,3 GW elektrolysekapacitet med henblik på produktion af vedvarende brint, e-methanol og flybrændstof.

Kilde: Erhvervsstyrelsen

Særligt Tyskland går forrest

Tyskland har sat en meget ambitiøs dagsorden med et mål om 5 GW elektrolysekapacitet inden 2030 og 10 GW kapacitet inden 2040. For at udvikle værdikæden er der allokert 9 mia. euro i offentlige midler; 7 mia. euro er dedikeret til markedsopskalering af brintteknologier og 2 mia. euro til internationale partnerskaber. Der er to hovedfaser i den tyske strategi: 1) opskalering af markedet og sikring af et velfungerende hjemmemarked fra 2020 til 2023, 2) stabilisering af hjemmemarkedet og udformning af brintdimensionen på EU og internationalt niveau fra 2024 til 2030. Den tyske strategi indeholder 38 initiativer, hvor fokus primært er på industrien, hvor der regnes med at være en efterspørgsel på 80 TWh til stålfremstilling og 22 TWh til raffinering og ammoniakproduktion i 2050. Transport prioriteres også gennem støtteprogrammer, som fx 3,6 mia. euro i tilskud til køb af energieffektive køretøjer og 3,4 mia. euro i tilskud til opførelse af tank- og opladningsinfrastruktur under Energi- og Klimafonden.¹⁰

Men selv om 5 GW elektrolyse i brintstrategien mangedobler den nuværende tyske kapacitet, så vil det ikke være nok til at dække efterspørgslen. Ifølge den tyske strategi svarer de 5 GW elektrolyse til en produktion af 14 TWh – mens den nationale efterspørgsel efter brint anslås at være 90-110 TWh i 2030. Derfor er internationale samarbejder også et omdrejningspunkt i strategien, hvor ideen er, at der skal importeres grønt brint fra andre lande med større produktionskapacitet.¹¹

Det høje tyske ambitionsniveau kan blive et eksporteventyr for danske producenter. Det vil

⁹ Se [EU Hydrogen Strategy](#)

¹⁰ [The National Hydrogen Strategy](#)

¹¹ [The National Hydrogen Strategy](#)

imidlertid formentlig forudsætte et samarbejde og partnerskab, der involverer såvel private energivirksomheder som myndigheder og infrastrukturansvarlige. Uanset om Danmark "blot" eksporterer el (lige som i dag, blot i større skala), brint eller elektrofuels, forudsætter det infrastrukturer over grænsen, som må etableres i et samspil, der også involverer danske og tyske myndigheder.

Energinet nævner således i en brint-analyse fra 2020 muligheden for at etablere et brintrør fra den danske del af Nordsøen til Hamburg, der i dag er det nordligste punkt på det tyske brint-rørnet.¹² Et brintrør fra den danske del af Nordsøen til Hamburg vil koste ca. 4 mia. kr.¹³ og vil skulle deles mellem Danmark og Tyskland samt forudsætte miljøgodkendelser i begge lande til den del af røret, der skal gå over land, hvilket kan være en tidskrævende proces. Såfremt det ene af de to eksisterende naturgasrør til Tyskland kan anvendes til formålet, vil omkostningerne være lavere.

Hvor meget dansk PtX-kapacitet vil der være behov for?

Et centralt spørgsmål, når den danske PtX-strategi skal fastlægges, vil selvsagt være, hvor stor en dansk PtX-kapacitet, der skal sigtes mod.

Som nævnt ovenfor sigter EU's PtX-strategi mod en elektrolysekapacitet i 2030 på 40 GW¹⁴ og en årlig brintproduktion på 10 mio. tons. Efter Brexit udgør dansk BNP 2,2 pct. af BNP i hele EU, så hvis Danmarks andel af elektrolysekapaciteten skal svare til vores økonomiske formåen bør der sigtes mod 1 GW. Men kapaciteten bør være større, hvis der også skal tages hensyn til Danmarks unikke adgang til vind fra Nordsøen.

En anden måde at vurdere behovet for kapacitet er at se på energiforbruget i de sektorer i danske økonomi, der er sværest at elektrificere, nemlig transporten med hhv. gods på lastbil, skib og fly. I 2019 (dvs. før Coronaen) udgjorde energiforbruget til lastbiltransport og til fly (inkl. udenrigsflyvning) hhv. ca. 25 og ca. 45 PJ (Peta Joule)¹⁵.

Energiforbruget til skibsfart er sværere at gøre op på en retvisende, fordi skibstransporten er global, og fordi den danske handelsflåde, der altovervejende fragter udenlandske varer, er meget stor¹⁶. Et mere retvisende skøn i denne sammenhæng vil være at se på skibsfartens andel af EU's samlede klimabelastning, som er opgjort til ca. 3½ pct.¹⁷, hvilket for Danmarks vedkommende vil svare til 25 PJ om året¹⁸. Det skal holdes op mod, at et elektrolyseanlæg på 1 GW, der producerer med en gennemsnitlig energieffektivitet på 40 pct., kan producere brint svarende til ca. 10-11 PJ¹⁹ om året.

Der er mange forskellige bud på, hvor stor en andel af hhv. lastvogns-, fly- og skibstrafikken, der på langt sigt (fx i 2050) vil kræve PtX-produkter, men alene den fly- og skibstrafik, som det danske forbrug giver anledning til, vil kræve mere end 5 GW i elektrolysekapacitet. Et samlet bud på dansk elektrolysekapacitet i 2050 vil derfor være 5-10 GW.

Et første dansk PtX-udbud i de kommende år i kølvandet på de to første PtX-projekter, der har modtaget støtte, jf. boks 2 ovenfor, betinget af etablering af en elektrolysekapacitet på 1 GW vil således være en god begyndelse, men også kun en begyndelse. På sigt skal den danske PtX-

¹² Energinet, 2020: Nye vinde til Brint

¹³ Ved skønnet omkostning på 3 mio. USD pr km, jf. [Hydrogen pipelines' CAPEX by type 2021 | Statista](#)

¹⁴ Elektrolysekapaciteten måles ved den maksimale strøm (effekt), elektrolyseanlægget kan bruge.

¹⁵ Energistyrelsen, 2019: Energistatistik 2019

¹⁶ Den samlede danske handelsflåde har en klimabelastning på 53 mio tonsCO₂e, jf. Det Blå Danmark, Afrapportering fra Klimapartnerskabet, 2020, svarende til årligt energiforbrug på over 600 PJ om året. Hvis den danske handelsflåde blev udflaget ville det ikke ændre ved den globale klimabelastning.

¹⁷ 2020 Annual Report on CO₂ Emissions from Maritime Transport, Commission Staff Working Document, august 2021.

¹⁸ Danmarks bruttoenergiforbrug udgjorde i 2019 713 PJ, jf. Energistatistik 2019, Energistyrelsen

¹⁹ Dette svarer til tallene for Tyskland nævnt på sidste side, idet 1 TWh svarer til 3,6 PJ.

kapacitet under alle omstændigheder være væsentlig større.

Hvilken støtte vil det kræve at opnå et PtX-kapacitet på 1 eller flere GW?

Det næste spørgsmål er selvfølgelig, hvor stor støtte det vil kræve at opbygge en PtX-kapacitet på fx 1 GW. Til brug for at vurdere dette har vi bl.a. talt med nogle af aktørerne bag de to konsortier, som ultimo august er indstillet til EU-Kommissionen som Danmarks IPCEI-projekter, jf. ovenfor.

Nogle kilder anslår, at de samlede investeringsomkostninger til et elektrolyseanlæg på 1 GW vil udgøre ca. 6 mia. kr. - som dog ikke behøver at blive dækket fuldt ud af offentlig støtte.

Andre vurderer, at produktionsomkostningerne til grøn metanol vil udgøre ca. det dobbelte af den nuværende markedspris, som er ca. 400 USD/tons. Forskellen mellem den nuværende markedspris og produktionsomkostningerne kan dækkes af stigende CO₂-kvotepriser, at transportkunderne er parat til at betale en "bæredygtigheds-præmie", og endelig subsidier. Deltagerne giver dog udtryk for, at de også er parat til at lægge "egne penge" i projektet. Hertil kommer endelig udsigten til, at produktionsomkostningerne kan nedbringes gennem læring og teknologisk udvikling.

Endelig afhænger støttebehovet af, hvad X konkret er i PtX - dvs. om forretningsmodellen er direkte eksport af brint til Tyskland, grøn metanol eller mere forædlede projekter som fx e-diesel.

Da teknologien og markederne for PtX er umodne, er det forbundet med meget stor usikkerhed at vurdere behovet for støtte til udvikling af PtX. Vi vil derfor anbefale, at der i første omgang etableres en pulje på (mindst) 1 mia. kr. om året til PtX-projekter, og at regeringen anvender denne pulje til at følge op på processen med IPCEI-projekterne og udbyder nye PtX-projekter med henblik på at etablere mindst 1 og gerne flere GW PtX-kapacitet. Vi vurderer, at der med en årlig støtte på 1 mia. kr. kan opbygges mellem 1 og 2 GW PtX-kapacitet frem mod 2030.

For hver GW elektrolysekapacitet, der etableres, vil der kunne produceres 0,1 mio. tons brint om året, som vil fortrænge ca. 1 mio. tons CO₂²⁰. Hvor stor en del heraf, der indgår i den danske 70 pct.-målsætning, vil afhænge af, hvor stor en del der anvendes i vejtransporten og i industrien ift. skibsfart og flytrafik.

3. EU-KOMMISSIONENS "FIT FOR 55"

En dansk PtX-strategi skal også ses i lyset af EU's generelle klimastrategi. Midt i juli offentliggjorde Europa-Kommissionen sit udspil til, hvordan EU skal nå målet om en reduktion af drivhusgasudledningen på 55 pct. i 2030 ift. 1990. Udspillet "Fit for 55" omfatter en række tiltag, der kan få betydning for efterspørgslen efter PtX de kommende år. Først og fremmest kan ændringer til CO₂-kvotesystemet øge efterspørgslen gennem stigende priser på at udlede CO₂²¹.

²⁰ Der er her regnet med et elektrolyseanlæg, der kører 60 pct. af årets timer (når elpriserne er lavest), med en energieffektivitet i elektrolysen på 76 pct., og en efterfølgende raffinering til e-diesel med en energieffektivitet på 94 pct.

²¹ Se Axcelfutures gennemgang af hovedpunkterne i ændringerne af kvotesystemet her: <https://axcelfuture.dk/s/EUs-revision-af-CO2-kvotesystemet.pdf>

Men også andre regulatoriske tiltag vil skubbe efterspørgslen opad.²²

Ændringer til kvotesystemet

En central del af EU's klimapolitik er CO2-kvotesystemet, der sætter en pris på at udlede CO2. Prisen er markedsbestemt under et udbud, hvor både reglerne og den samlede mængde er politisk fastsat. Kvotesystemet omfatter i dag energitung industri og energiforsyning samt luftfart inden for EU's grænser. Kort fortalt fungerer systemet ved, at kvoteomfattede virksomheder skal købe en CO2-kvotest for hver ton CO2, de udleder. Har en virksomhed brug for flere kvoter for at dække årets udledninger, kan den købe kvoter af virksomheder, der har nogle i overskud. På den måde sættes der en markedspris på CO2-udledning. Virksomheder, der er i stand til at reducere CO2-udledningerne, kan sælge kvoter (eller købe færre). På den måde giver det virksomhederne en tilskyndelse til at reducere udledninger, og samtidig giver det en konkurrencefordel til CO2-effektive virksomheder. Og det sikrer, at vi i EU reducerer klimabelastningen på den mest muligt effektive måde.

For at sikre et vedvarende pres på kvotevirksomheder gennem en høj kvotepris er det nødvendigt, at der gradvist bliver færre kvoter til rådighed. Derfor foreslår Kommissionen, at den nuværende årlige reduktion i tilgængelige kvoter på 2,2 pct. øges til 4,2 pct. årligt fra 2024 og frem. Desuden tages der 119 mio. kvoter ud af systemet i 2024 som en engangsreduktion, hvilket svarer til, at den nye reduktionsrate reelt var indført i 2021.

Luftfarten vil gradvist miste gratiskvoterne, så der fra 2027 ikke længere er gratiskvoter i denne branche. Antallet af kvoter vil desuden reduceres med 4,2 pct. årligt ligesom resten af kvotesektoren. Kun intra-EU-luftfart er dog dækket af kvotesystemet. Kommissionen foreslår derfor at implementere det såkaldte [CORSA](#) for EU-baserede luftfartsselskabers flyvninger til og fra lande uden for EU. Hermed skal disse flyselskaber købe klimakreditter, når deres udledninger når over 2019-niveau. Disse ændringer må forventes at øge PtX-efterspørgslen i luftfarten.

Udvidelse af kvotesystemet

Kvotesystemet udvides desuden til at omfatte søfart, mens bygninger og transport omfattes af et separat kvotesystem.

Søfarten omfattes for skibe over 5.000 bruttotonnage, der sejler mellem EU-havne, uanset hvilket flag de sejler under. Desuden vil skibe, der sejler til eller fra en EU-havn fra et andet land, skulle købe kvoter for at dække halvdelen af udledningerne fra den enkelte sejlads. Dette må også forventes af øge efterspørgslen efter PtX-produkter i søfarten.

Udledninger fra fossile brændsler brugt i bygninger og vejtransport vil blive omfattet af et separat kvotesystem fra 2026. Dette vil kunne øge efterspørgslen efter PtX-produkter i særligt den tunge vejtransport. Den lette vejtransport vil sandsynligvis blive elektrificeret frem for omstillet til PtX-brændsler, mens bygninger også må forventes at skifte den fossile forsyning ud med vedvarende energikilder, ligesom energieffektiviseringer også vil spille en rolle.

Anden regulering

Ud over ændringerne til CO2-kvotesystemet foreslår EU-kommissionen også at skubbe til dekarboniseringen i luft- og søfart gennem direkte regulering. Det sker i initiativerne "ReFuelEU Aviation" og "FuelEU Maritime".

Med disse initiativer foreslår Kommissionen at regulere mængden af bæredygtigt brændstof (dvs. ikke afgrødebaserede biobrændstoffer) i sø- og luftfarten for skibe og fly, der kommer til EU-havne og -lufthavne. For luftfarten skal iblandingen af bæredygtigt brændstof stige fra 2 pct. i 2025 til 5

²² Afsnittet bygger på materiale fra Europa-Kommission tilgængeligt på deres hjemmeside: EU economy and society to meet climate ambitions ([EU economy and society to meet climate ambitions \(europa.eu\)](#))

pct. i 2030 og videre til 63 pct. i 2050. For søfarten er det 2 pct. i 2025, 6 pct. i 2030 og 75 pct. i 2050.

Også vejtransporten, der reguleres gennem det reviderede RED II-direktiv, ændres. Bæredygtige brændstoffer skal udgøre en andel, der stiger til 14 pct. i 2030. Heraf skal avancerede brændstoffer udgøre 0,2 pct. i 2022, 1 pct. i 2025 og 3,5 pct. i 2030. Direkte anvendelse af el (gennem batterier og køreledninger) multipliceres med en faktor 4, og det samme forventes af ske for PtX-produkter.²³

Effekter på efterspørgslen efter PtX

Fit for 55 har potentialet til at øge efterspørgslen efter PtX betragteligt, men effekterne vil sandsynligvis først vise sig efter flere år og en stor del af det først efter 2030.

For flytrafikken vil gratiskvoterne først blive fuldt udfaset i 2027, og iblandingskravene indføres kun langsomt inden 2030, jf. oven for. Søfarten bliver indfaset gradvist i kvotesektoren (det er uklart hvornår), og også her vil der først være et betydeligt træk fra iblandingsreguleringen efter 2030.

Det er desuden uklart, hvordan det separate kvotesystem for bygninger og vejtransport kommer til at fungere – herunder hvad prisniveauet kommer til at blive. I det omfang, det vil få en betydning for PtX, vil det sandsynligvis kun være i forhold til den tunge vejtransport. Men under alle omstændigheder vil CO₂-kvoteprisen med al sandsynlighed blive lavere i dette separate kvotesystem. Det vil forsinke den grønne omstilling, men er begrundet i hensynet til vælgere overalt i Europa - eller, populært udtrykt, at undgå flere "gule veste".

Endelig er det værd at bemærke, at EU-Kommissionens forslag først skal godkendes af medlemsstaterne i Ministerrådet og af Europa-Parlamentet. For mens målet om en reduktion på 55 pct. er vedtaget, er vejen derhen ikke. Her er der særligt udsigt til svære forhandlinger om den hurtigere reduktion af antallet af kvoter samt udvidelsen til vejtransport og bygninger. Slaget kommer til at stå mellem de mellem- og nordeuropæiske lande på den ene side og de syd- og østeuropæiske på den anden. Særligt østeuropæiske lande har store udgifter til CO₂-kvoter målt ift. økonomiens størrelse, og større dele af deres forbrug går fx til opvarmning af boliger²⁴, så et udvidet kvotesystem og øgede kvotepriser kan møde stærk modstand herfra – fx fra Polen, der tidligere har ydet modstand mod reduktionskravet på 55 pct.

4. KOMPLEKS SAMMENHÆNG MED ANDRE DELE AF DEN GRØNNE OMSTILLING

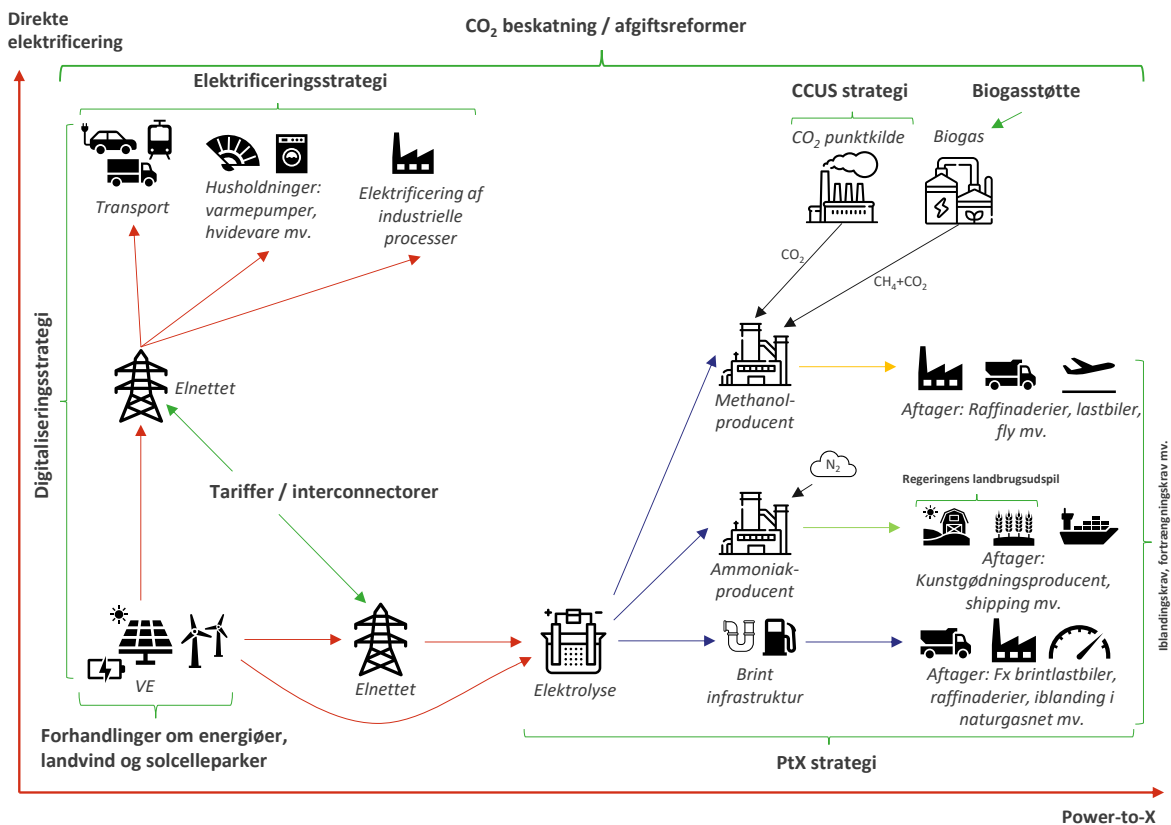
En lang række politiske beslutninger har indflydelse på PtX-strategien, herunder ikke mindst udbygningen af VE i Danmark, jf. figur 3. Overordnet vil en ny model for CO₂-beskatning og medfølgende reformer af de grønne afgifter både påvirke udbygningen af VE og rentabiliteten af PtX. De præcise anbefalinger til en model for CO₂-beskatning er dog for nuværende parkeret i et ekspertudvalg, der først leverer sine anbefalinger i slutningen af 2022. Det er derfor uklart, hvilket

²³ Dette kræver dog en E-standard for grøn brint og PtX

²⁴ Se mere herom i Axcelfutures analyse her: <https://axcelfuture.dk/s/EUs-CO2-kvotepris-pa-himmelflugt-92mh.pdf>

bidrag afgiftsreformer kommer til at give til udbygningen af PtX i Danmark. Samtidig vil udvidelsen af EU's kvotesystem også have betydning, hvis EU-Kommissionens forslag fra 14. juli 2021 vedtages i parlamentet.

FIGUR 3: ILLUSTRATION AF DE KOMPLEKSE SAMMENHÆNGE MELLEM PTX-STRATEGIEN OG ANDRE ELEMENTER I DEN GRØNNE OMSTILLING



Kilde: Axcelfuture

Derudover påvirker en række beslutninger udbygningen af VE. Da udbygningstempoet har stor betydning for prisen på grøn strøm, har disse beslutninger også betydning for rentabiliteten af VE. Det gælder fx regeringens elektrificeringsstrategi, regeringens digitaliseringsstrategi navnlig med henblik på smartgrid-løsninger, udbredelsen af Internet of Things (IoT), adgang til data mv., nye aftaler om mere hav- og landvind samt solceller, eventuelle tarif-reformer samt aftaler om interconnectorer.

En række andre tiltag kan også få betydning for udbygningen af PtX. Det gælder ikke mindst den netop offentliggjorte CCUS-strategi, men også de nye regler for biogasstøtte, forhandlingerne om regeringens landbrugsudspil samt indførslen af fortrængningskrav på transportområdet.

Kompleksiteten og samspillet med andre relevante beslutninger i den grønne omstilling er en udfordring i forbindelse med udarbejdelsen af den danske PtX-strategi. Det er centralt, at der tages højde for alle relevante sammenhænge, så strategien bliver sammenhængende og sikrer rentabiliteten på tværs af hele værdikæden. I praksis kan dette formentlig bedst ske ved at tage nogle første skridt nu og i de kommende år og så tilpasse PtX-strategien, efterhånden som strategien på andre områder samt markeds- og teknologiudviklingen i Europa og globalt tegner sig tydeligere.

5. BARRIERNE FOR PTX OG ALTERNATIVER

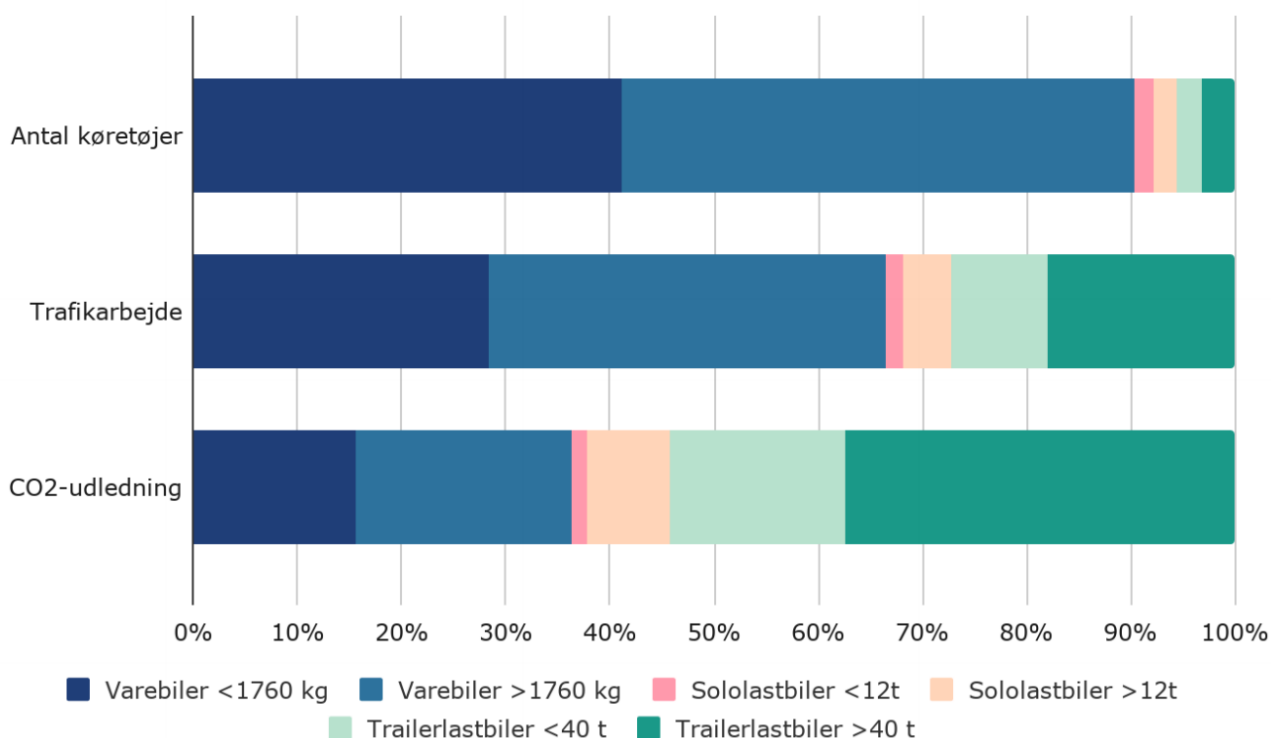
Den danske erhvervspresse er her i efteråret 2021 fuld af nyheder om danske virksomheder, der går i gang med PtX-projekter. Projekterne er store og små og er fordelt over hele landet. Nogle er rent danske, men mange har også udenlandske partnere med. Mange af dem forudsætter imidlertid en offentlig støtte for at reducere investorernes risiko. Spørgsmålet er, hvor stor risikoen ved PtX-projekter er, og hvor meget støtte der skal til for at få projekterne startet.

Dette er et vanskeligt spørgsmål, som både afhænger af de reguleringsmæssige rammer, men også af hvordan alternativerne til PtX udvikler sig. Det bør derfor være en del af baggrunden for en klog PtX-strategi at se på de teknologiske, markedsmæssige og reguleringsmæssige forhold knyttet til alternativerne til PtX.

De fleste oversigter over PtX i den internationale litteratur samler sig om to hovedalternativer til PtX. Det ene er *direkte elektrificering*, det andet er *biobrændstoffer*. Mulighederne for disse to hovedalternativer og for PtX er forskellige, alt efter om man ser på højtemperaturprocesser i tung industri eller i transporten, herunder forskellige slags transport.

Generelt vurderer vi, at "konkurrencen" om drivmidler er størst og sværest at forudsige for vejtransporten. En stor del af energiforbruget og CO₂-udledningen i vejtransporten skyldes lastbilerne. Lastbilerne udgør 10 pct. af antal køretøjer, der transporterer gods via vej - men ca. 1/3 af trafikarbejdet og næsten 2/3 af CO₂-udledningen, jf. figur 4.

FIGUR 4: VEJTRANSPORTENS OMFANG OG KLIMABELASTNING I DANMARK



Kilde: Concito, 2020: Dekarbonisering af vejgodstransport

I Danmark er brændselsforbruget reguleret både gennem EU-bestemmelser og gennem national regulering. Fit for 55 indeholder en række forslag på transportområdet, jf. afsnit 3, herunder især etableringen af en ny kvoteordning for transport, men også krav om iblanding og gennemsnitlig CO₂-belastning for den samlede produktion fra bilproducenterne. I Danmark blev der i december 2020 indgået en aftale mellem regeringen og dens støttepartier om vejtransporten, som bl.a. erstatter iblandingskrav med CO₂-fortrængningskrav fra 2025, forbyder første-generations biobrændstoffer og indfører et såkaldt ILUC-tillæg (også fra 2025) for andre biobrændstoffer. ILUC (Indirect Land Use Change) kræver beregningssystemer, som er under udvikling, men vil i praksis give et CO₂-tillæg til biobrændstoffer som følge af den beregnede fortrængning af andre afgrøder og dermed fremme PtX-produkters konkurrenceevne over for biobrændsler.

Direkte elektrificering

Fordelen ved *direkte elektrificering* - dvs. når lastbilerne drives af en elmotor, forsynet af enten et batteri eller gennem køreledninger - er generelt, at den har meget større energieffektivitet. Energitabet i en elmotor er væsentligt lavere end i en forbrændingsmotor.

Direkte elektrificering til en stor del af transporten har vundet stor udbredelse gennem det seneste årti - især de senere år, hvor elbiler er blevet langt mere udbredte i mange lande. En række producenter af varebiler har også udviklet elbiler, lige som der er udviklet store batterier til tung transport over kortere afstande -fx busser til bytrafik.

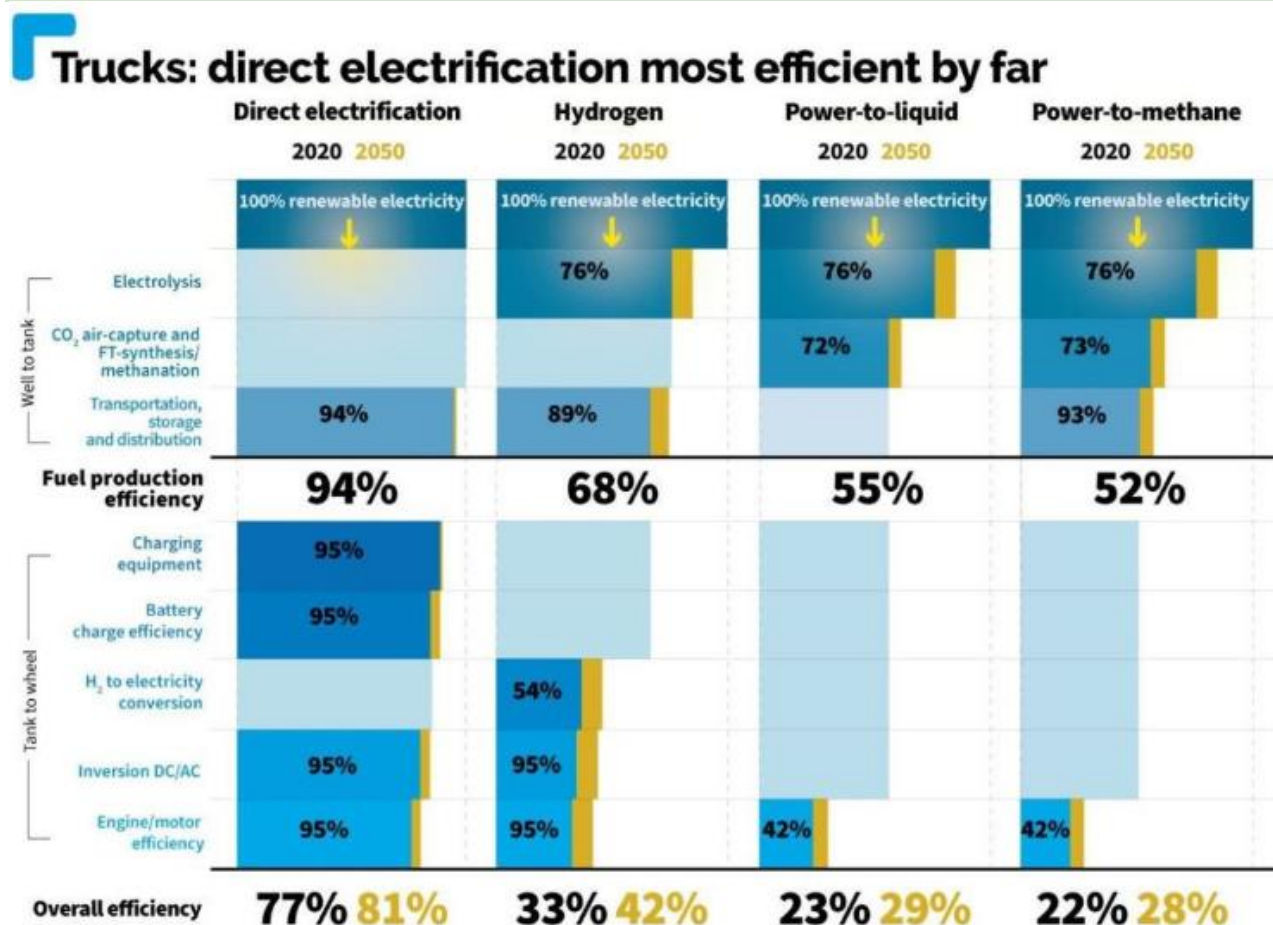
Det vanskeligste område at elektrificere direkte, når man ser på landtransporten, er den tunge lastbiltransport over længere afstande. Hvis denne transport skal elektrificeres, kræver det batterier på 2 tons eller mere, som i praksis vil reducere lastbilernes lasteevne.

Det har ledt til, at man i flere lande har iværksat ERS-projekter - Electrical Road Systems. Det er systemer, hvor lastbiler i den højre vejbane på centrale motorvejsstrækninger forsynes med el fra højspændingsledninger - køreledninger - over vejen. Elektriciteten føres til lastbiler og busser gennem en såkaldt *pantograf* - en fjedermekanisme, der også kendes fra tog. Især vores to nabolande Sverige og Tyskland har udført en del forsøg med sådanne systemer i de seneste fem år. Erfaringerne er gode, men indtil videre er der kun etableret køreledninger på korte strækninger i begge disse lande. Grundideen bag ERS-systemer er, at den tunge trafik ikke blot kan bruge el til transporten, men også samtidigt kan lade batterierne op. Den tunge transport vil derfor kun have behov for kapacitet til 100-200 km kørsel, såfremt ERS-nettet er fintmasket nok - nemlig fra de forlader ERS-nettet til deres destination, såfremt der er opladningsmuligheder her.

Den højere energieffektivitet i elmotoren end i forbrændingsmotoren samt det langt mindre energitab ved eldistribution end ved elektrolyse og evt. efterfølgende forædling af brint, jf. figur 5, giver den højeste samlede energieffektivitet for direkte elektrificering. Den samlede såkaldte W-t-W-effektivitet - "Well to Wheel" bliver dermed 77 pct. efter bedste standard i dag mod 33 pct. for brintbiler (der kører på brændselsceller og elmotor). Den samlede energieffektivitet for metanol-løsninger og for PtL (Power to Liquid, dvs. forædling til flydende elektrofuels) er endnu lavere.

Den lavere energieffektivitet for PtX-løsninger end for direkte elektrificering behøver ikke at være et problem, hvis elektriciteten er billig nok, men i praksis afspejler den lavere energieffektivitet sig i væsentlig højere driftsomkostninger.

FIGUR 5: ENERGIEFFEKTIVITET VED DIREKTE ELEKTRIFICERING OG VED PTX



Kilde: Søren Amelung; 2021: Electric Highways offer the most efficient path to decarbonise trucks. www.cleanenergywire.com

Fordelen ved ERS-systemer er endvidere, at kapitalomkostninger til at etablere ERS-motorveje er overskuelige. I Danmark vil ERS-motorveje på ca. 400 km kunne dække væsentlige dele af det danske "motorvejs-H" og vil kunne etableres for i alt ca. 4 mia. kr.²⁵

Ulempen ved ERS-systemerne er, at det kræver en væsentlig koordinations på tværs af Europa, og at etableringen af infrastrukturen er et vanskeligt "ægget og hønen"-problem. Selvom pantografer er en kendt teknologi, der kan kombineres med batteriløsninger, vil lastbilproducenterne ikke for alvor engagere sig i denne løsning, før en ERS-infrastruktur er på vej i mange europæiske lande.

Og omvendt bliver en ERS-infrastruktur, som i vidt omfang vil skulle brugerbetales af de lastbiler og busser, der anvender den, først rentabel, når en væsentlig andel af den tunge transport bruger den.

Dette hønen og ægget-problem kan formentlig kun løses ved en kombination af regulering, afgiftslempelser til eldrevet, tung transport og direkte offentlige subsidier.

Mulighederne for direkte elektrificering er også til stede for skibsfarten ved kortere sejlrunder (op til ca. 1 time hver vej). Et aktuelt eksempel på dette er, at nogle af færgerne på den korte rute

²⁵ Et godt overblik over artikler, der angiver skøn over omkostningerne ved at etablere E-highways, er givet i Taljegaard et al, Chalmers, 2020: Large-scale implementation of electrical road systems: Associated costs and the impact on CO₂ emissions

mellem Helsingør og Helsingborg i dag sker med batteridrevne færger. Batterierne lynoplades, når færgerne ligger i havnen.

Mulighederne for at anvende batterier og elmotorer i fly må anses for begrænsede.

Endelig er energianvendelsen for højtemperaturprocesser i industrien, hvor der skal opnås temperaturer over ca. 1000 grader, svære at elektrificere. Her er det væsentligt simplere og billigere at bruge forbrændingsprocesser - enten med naturgas eller biogas. PtX-projekter kan også anvendes her - først og fremmest brint, idet der ikke er behov for forædlede PtX-produkter på dette område.

Biofuels

Det andet alternativ til elektrofuels, eller PtX, er *biofuels*.

Der er en række biofuels på markedet i dag, og i vejtransporten udgør biofuels i praksis hele iblandingen, som efter gældende regulering skal være på mindst 7 pct. Der er en række forskellige biofuels på markedet, Det mest udbredte produkt er biodiesel. Ca. 20 pct. af den biodiesel, der bruges i Danmark, er dansk produceret. Resten - dvs. 80 pct. - importeres.²⁶ Et andet nyere, men også dyrere biobrændstof, er HVO - brintbehandlet vegetabilsk olie - som har den fordel, at det ikke blot kan iblandes, men også anvendes som såkaldt "drop in", dvs. helt erstattet traditionel diesel uden af ændre motoren.

Flere lande er gået væsentligt længere end Danmark med at udbrede biobrændstoffer. I Sverige er mere end 20 pct. af brændstoffet til godstransporten således biobrændstoffer.

Fordelen ved biobrændstoffer er således, at de allerede anvendes, at der veletablerede markeder for dem, og at de kan distribueres med den infrastruktur, der allerede er på området (benzinstationer, lagre, tankbiler mv.).

Ulempen ved biobrændstoffer er, at det er vanskeligt at dokumentere, hvornår anvendelsen af biobrændstoffer er bæredygtig. Bæredygtigheden afhænger således både af, hvordan det enkelte biobrændstof fremstilles, men også af, om produktionen i de forskellige led i værdikæden, herunder ikke mindst arealanvendelsen, direkte eller indirekte fortrænger anden energi- eller fødevarerproduktion.

Concito²⁷ argumenterer for, at det globalt bæredygtige biomasseforbrug udgør 18-20 GJ pr person, svarende til i alt 110-120 PJ om året. Det skal holdes op mod et biomasseforbrug, der i dag (2020) ligger på et højere niveau, nemlig ca. 155 PJ. Concito argumenterer derfor for, at det danske biomasseforbrug ikke bør stige yderligere, og at det på sigt bør nedbringes.

Der kan anføres flere grunde til, at Danmark godt i en lang periode - og måske også på sigt - kan have et større biomasseforbrug end andre lande, uden at dette er problematisk. Modsat en del andre lande har Danmark således hverken A-kraft eller vandkraft, lige som Danmark på sigt forventes at blive en stærk nettoeksportør af vindkraft. Med forskellige geografiske forudsætninger vil et effektivt og grønt europæisk energisystem således naturligt bero på en forskellig energisammensætning i de enkelte lande.

En yderligere, langsigtet ulempe ved at anvende den begrænsede, bæredygtige mængde af biomasse på transportområdet er imidlertid også, at den CO₂, som udledes af biler og lastbiler, ikke i praksis kan fanges og genbruges eller lagres (CCU eller CCS). Dette er et stærkt argument for at prioritere anvendelsen af biomasse til de træpille-fyrede kraftværker, hvor det er muligt at fange CO₂'en.

Dilemmaet ved biobrændstoffer er således, at det er den nemmeste, og frem mod 2030 også den

²⁶ Drivkraft Danmark, 2019: Energistatistik 2019

²⁷ Concito, 2020: Dekarbonisering af vejgodstransport

billigste, metode til at reducere vejtransportens CO₂-udledning - men at meget tyder på, at det hverken er den bedste eller den mest bæredygtige metode på sigt.

Problemstillingen er væsentlig anderledes for skibstransport og for fly. For *skibstransporten* indebærer Fit for 55, at transport ud og ind af EU dækkes 50 pct. af kvotesystemet, hvilket vil accelerere udviklingen mod nye, mere bæredygtige brændstoffer. To alternative systemer vil være enten *grøn metanol* eller *ammoniak*. Mærsk har i 2021 annonceret, at rederiet har kontraheret otte skibe til levering i 2023-24, som skal have såkaldte dual motors, der kan fungere både med grøn metanol og med fuelolie. Mærsk har indgået kontrakt med European Energy om leverancen af grøn metanol til det første og mindste af de otte skibe.

En alternativ teknologi vil være at anvende ammoniak (NH₃) som brændstof. Fordelen ved at anvende ammoniak som brændstof er, at der ved en kontrolleret forbrænding ved lave temperaturer slet ikke forbrændes klimagasser, men alene kvælstof (N₂) og vand. Ammoniak forudsætter derfor ikke, at man først skal fange biogent CO₂, som er en dyr proces, og derfor vil anvendelsen af ammoniak være en særdeles bæredygtig løsning. Ammoniak har endelig en høj energidensitet, om end lavere end for fuelolie.

Der er imidlertid også en række ulemper og risici ved ammoniak. Forbrændingsprocessen er kompliceret og fordrer et vist initialt tilskud af et brændsel med højere brændværdi, fx metanol. Ammoniakken skal opbevares ved lave temperaturer (under -33 grader Celcius ved atmosfærisk tryk). Ammoniakken er endvidere giftig, og risikoen ved udslip for personskader er derfor stor. Samlet er der derfor tale om en teknologi, der er langt fra at være markedsmoden, hvilket formentlig vil tage 5-10 år.

Endelig er der særlige forhold, der gør sig gældende for jetfuel. Jetfuel - *kerosen* - er en kulbrinte-forbindelse med den højest kendte energidensitet pr kg, hvilket selvsagt er nødvendigt, når vægten skal minimeres. Af sikkerhedsgrunde er der endvidere meget høje kvalitetskrav til jetfuel. Det er derfor meget vanskeligt at forestille sig jetfuel fremstillet som biobrændsel. Det langsigtede perspektiv er fremstilling af jetfuel som PtX-produkt. Processerne til det er kendte men skal udvikles og billiggøres. Men reguleringen er også her på vej til at understøtte grøn jetfuel, idet brændstof til flyvningen inden for EU også i dag er omfattet af EU's kvotesystem.

Det kan tilføjes, at biofuels og elektrofuels ikke er enten-eller. Biofuels kan forædles til mere komplekse, og mere værdifulde, brændstoffer ved anvendelse af grøn brint. Det gælder også på affaldsområdet, hvor kulstofkilderne både er fossile (fx plastik) og biogene. Når PtX-strategien i næste fase skal videreudvikles, bør den derfor inkludere et Waste-t-Power spor.

Sammenfattende er konklusionen, at for vejtransporten er batteriet hovedkonkurrenten til PtX. For den tunge og lange vejtransport er et scenarie en udvikling, hvor en væsentlig del af transporten i 2050 sker gennem et ERS-system, hvor lastbilernes energiforsyning suppleres med batterier. Et andet scenarie er, at PtX-produkter spiller en væsentlig rolle i lastvognstransporten. De fleste analytikere vurderer, at et ERS-system vil være det mest effektive og bæredygtige, men det forudsætter en betydelig europæisk koordination og formentlig også væsentlige subsidier for at nå en kritisk masse for infrastrukturen.

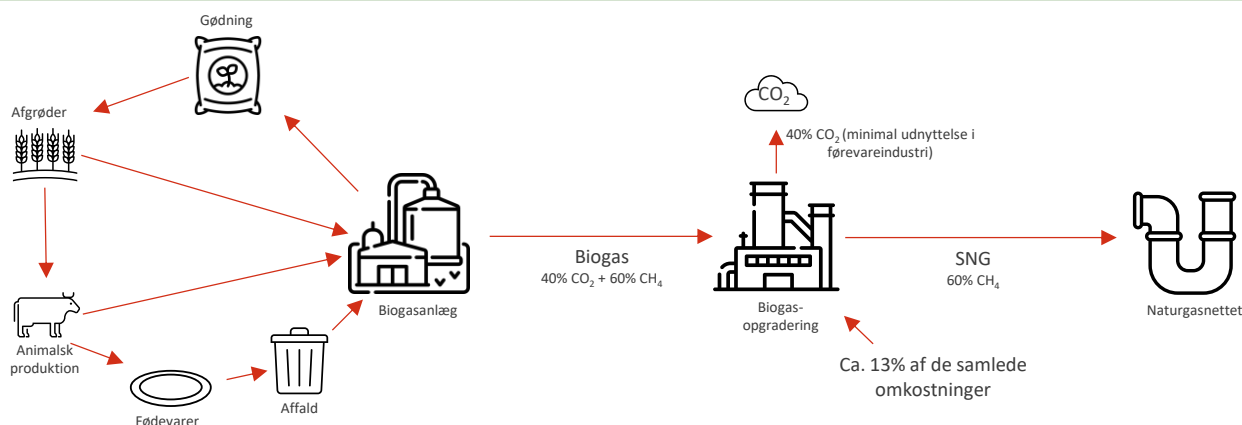
På kortere sigt, dvs. i 2030, vil biobrændstoffer være den mest effektive måde at reducere vejtransportens klimabelastning på, men meget tyder på, at dette ikke vil være den mest bæredygtige løsning.

6. ET KONKRET ALTERNATIV TIL DEN NUVÆRENDE BIOGASSTØTTE TIL OPGRADERET BIOGAS

Et eksempel, der viser problemerne med, at en del af PtX-produkterne vil gå til shipping og til luftfart, som for en stor dels vedkommende i dag ikke indgår i vores nationale 70 pct.-mål, kan fås ved at se nærmere på et andet grønt område, nemlig biogas.

Selvom biogas har mange anvendelsesmuligheder, så er fokus i dag i høj grad på at erstatte den fossile naturgas med såkaldt opgraderet biogas (eller SNG, Substitute Natural Gas). Under de nuværende regler forventes biogaseandelen i naturgasnettet at være ca. 72% i 2030, hvilket giver en CO₂-besparelse på ca. 3,2 mio. ton.²⁸ I biogasanlæg anvendes typisk affaldsprodukter fra såvel marker (halm), den animalske produktion (dybstrøelse og gylle) samt madaffald, der i kombination med energifgrøder (fx majs) kan konverteres til biogas, se også figur 6. Ydermere kan restmassen bruges som gødning på markerne.

FIGUR 6: ILLUSTRATION AF TRADITIONEL ANVENDELSE AF BIOGAS



Kilde: Axcelfuture

Biogassen består hovedsageligt af metan (ca. 60 pct.) og CO₂ (ca. 40 pct.), og før den kan komme i naturgasnettet, skal den således oprenses for CO₂. Det er en relativt omkostningstung affære, svarende til ca. 13% af samlede omkostninger. I dag benyttes CO₂ kun i et meget begrænset omfang i fødevarerindustrien, så oftest udledes CO₂ fra biogassen direkte fra skorstenen på anlægget.

Problemet er, at dette både er dårlig udnyttelse af CO₂'en i biogassen og samtidig er det voldsomt støttekrævende. Det seneste år har naturgas haft en gennemsnitlig spotpris på 29 kr. per GJ²⁹, se også figur 7. Det kan holdes op imod en aktuell biogasstøtte på 137 kr. per GJ.³⁰ Der er med andre ord behov for langt mere støtte end værdien af produktet, og således er klimagevinsten per

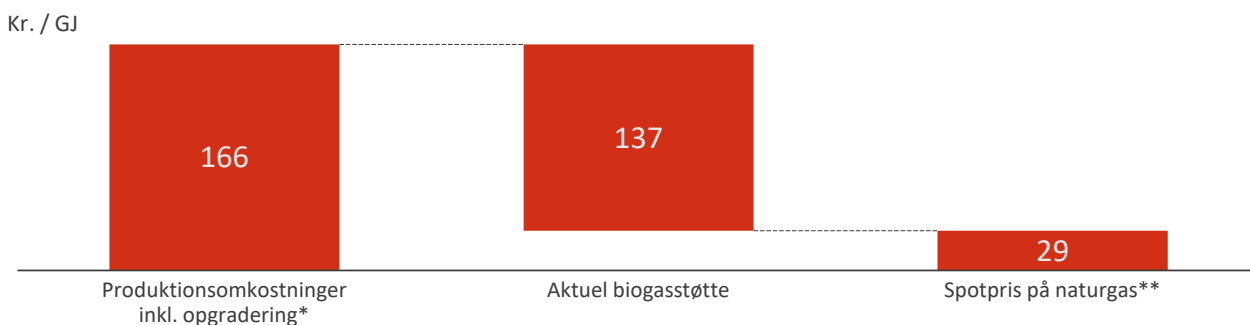
²⁸ Se Biogas Outlook 2021, [PowerPoint-præsentation \(biogas.dk\)](#)

²⁹ Årsgennemsnitlig pris fra 2020M05-2021M04, se [Priser på el og gas | Energistyrelsen \(ens.dk\)](#).

³⁰ Se [pristillaeg-biogas-2020.pdf \(ens.dk\)](#)

støttekrone relativt begrænset.

FIGUR 7: STØTTEBEHOV FOR BIOGAS TIL NATURGASNETTET



Anm.: * imputerede produktionsomkostninger inkl. kapitalomkostninger på baggrund af aktuelt niveau for biogasstøtte og spotpris på naturgas, se [pristillaeg-biogas-2020.pdf \(ens.dk\)](#). ** Årsgennemsnitlig pris fra maj 2020 til april 2021, se [Priser på el og gas | Energistyrelsen \(ens.dk\)](#).

Kilde: Axcelfuture på baggrund af Energistyrelsen

Der foreligger ikke umiddelbart offentlig tilgængelig information, der beskriver hvorfor nogle anvendelsesformål på biogasområdet er støtteberettigede og andre ikke. Umiddelbart kan det delvist skyldes EU's statsstøtteregler, fx må man ikke også modtage indirekte støtte gennem eksisterende iblandingskrav. Vi vurderer dog ikke, at dette retfærdiggør de meget snævre definitioner af anvendelser, der giver anledning til støtte. Til gengæld kan de snævre definitioner nok hovedsageligt henføres til målet om reduktioner på dansk jord. Alternative anvendelser skal nemlig med en vis sandsynlighed eksporteres og bidrager dermed ikke til opnåelse af de nationale klimamålsætninger, hvilket diskuteres nærmere nedenfor.

Alternative anvendelser kan give et langt større klimabidrag for det samme støttebeløb

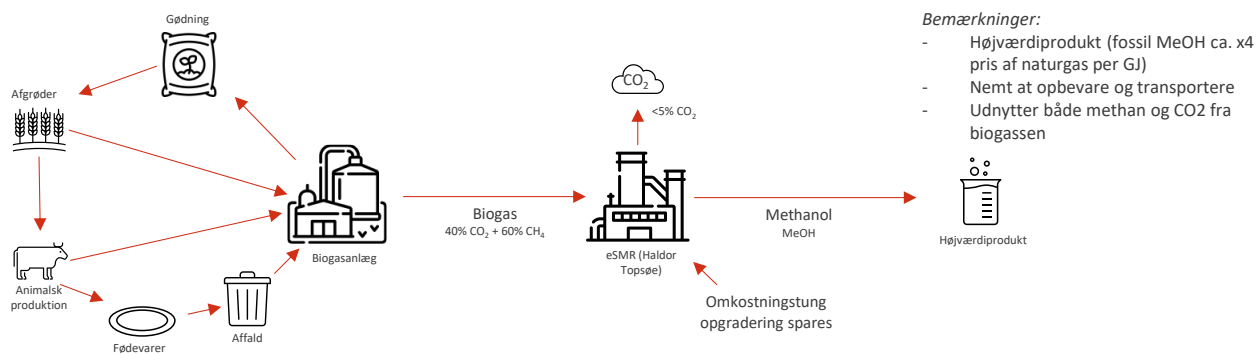
I stedet for at benytte biogassen til at fortrænge billig fossil naturgas kunne man vælge at fokusere på at fortrænge dyre fossile brændsler, fx metanol. Logikken er helt simpelt, at når slutproduktet har en større værdi og dermed kan sælges dyrt, så er støttebehovet alt andet lige betydeligt mindre.

Axcelfuture har derfor været i dialog med Haldor Topsøe, som har netop et sådan bud på en alternativ anvendelse af den danske biogas.

Ved Haldor Topsøes såkaldte eSMR-løsning er biogasproduktionen præcis den samme som ovenfor, jf. figur 8. Men i stedet for at bruge energi og ressourcer på at fjerne CO₂ fra biogassen, så bruges biogassen til at lave metanol (CH₃OH) – et kemikalie, der bruges i industrien og kan benyttes som et flydende brændsel. Derved ryger der under 5 pct. af CO₂'en fra biogassen ud af skorstenen.

Fordelen er navnlig, at metanol er et højværdiprodukt. I dag sælges fossil metanol til ca. 4 gange prisen af naturgas per GJ. Derudover er metanol langt nemmere at opbevare og transportere i forhold til naturgas. Det kan på sigt muliggøre langt flere decentrale biogasanlæg, der ikke let kan tilkøbes naturgasnettet.

FIGUR 8: ILLUSTRATION AF HALDOR TOPSØES ESMR-ANVENDELSE AF BIOGAS



Kilde: Axcelfuture på baggrund af input fra Haldor Topsøe

Derudover er der en betydelig klimagevinst. Den biogasbaserede og elektrificerede eSMR-teknologi erstatter således en forurenende traditionel produktion af metanol. Traditionelt produceres metanol ved at blande metan, CO₂ og vanddamp. Syntesegassen opvarmes så ved forbrænding af yderligere metan.

Ved eSMR bruges biogassen direkte (metan og CO₂), og der skal blot tilføres vanddamp. Opvarmningen af syntesegassen sker tilmed med elektricitet, så behovet for at brænde yderligere naturgas mindskes³¹.

Sidst men ikke mindst er eSMR-anlæggene ikke voldsomt dyre i drift. Faktisk er det med de nuværende el- og biogaspriser den billigste løsning på produktion af metanol.

Selv om disse vurderinger er forbundet med betydelig usikkerhed viser eksemplet problemet med ikke at lade støtten gå derhen, hvor der opnås størst global CO₂e-fortrængning pr støttekrone.

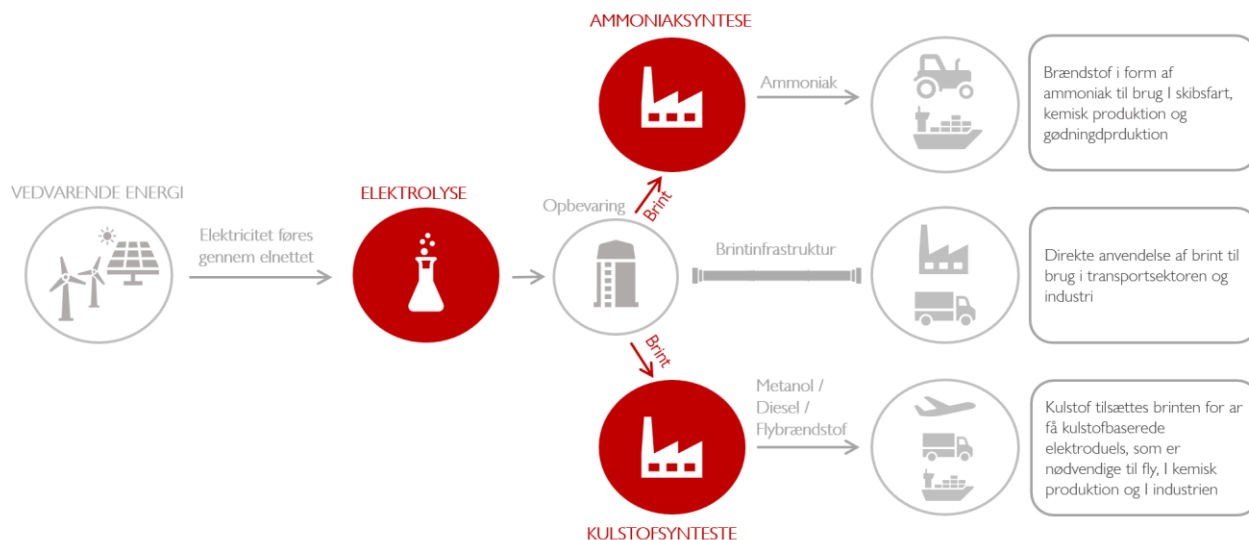
7. EN AMBITIØS DANSK PTX-STRATEGI SKAL BRUGE ALLE VIRKEMIDLER

En ambitiøs PtX-strategi skal på den ene side sikre, at skalerings- og kommercieliseringsprojekter kan realiseres på den korte bane, og på den anden side klart signalere, at der på længere sigt vil være rammevilkår, der sikrer efterspørgslen efter PtX-produkter, hvis producenterne lykkes med at udvikle konkurrencedygtige løsninger.

Strategien skal ikke blot sikre producenterne af grøn brint en fornuftig forretningsmodel. Strategien skal have et holistisk syn på hele værdikæden, jf. figur 9, og sikre rentabiliteten i alle led.

³¹ Denne tilgang er, måske lidt overraskende, umiddelbart bedre for klimaet end alkalisk elektrolyse, hvor vand spaltes til hydrogen og oxygen, og i samspil med CO₂ også kan laves til metanol. Det skyldes, at CO₂-indholdet i elektriciteten stadigvæk er betydeligt.

FIGUR 9: PTX-VÆRDIKÆDEN



Kilde: Axcelfuture på baggrund af Dansk Energi og Brintbranchen

Det vil sige, at den krævede udbygning af VE skal være rentabel, infrastrukturen til elektriciteten og transporten af grøn brint eller flydende efuels skal være rentabel, og produkterne skal have en pris, der sikrer konkurrenceevnen for slutbrugeren. Tilsvarende hvis Danmark vælger at satse på ammoniak- eller kulstofsyntese, så skal dette også være en rentabel forretning. En dansk strategi vil skulle levere både på produktion, infrastruktur og efterspørgsel. Sker dette ikke, vil strategien ikke kunne realiseres.

Tre centrale virkemidler skal i spil

Både nationalt (dvs. når regeringen og Folketing skal tilrettelægge en dansk klimapolitik) og i EU har politikkerne tre centrale håndtag at vælge imellem:

- 1) Subsidier
- 2) Regulering, i praksis især iblandings- eller fortrængningskrav
- 3) CO₂-afgifter

I de senere år har der været meget debat mellem politikere, økonomer og klimaeksperter om, hvad den bedste kombination af disse tre håndtag er. Axcelfuture lægger vægt på, at dette valg skal være forskelligt efter, om vi ser på Danmarks klimapolitik eller på EU's klimapolitik. Og herudover bør Danmarks klimapolitik være afstemt efter, og tænkt sammen med, EU's klimapolitik.

Mange økonomer ser CO₂-afgifter som det bedste instrument, fordi det sikrer, at de billigste teknologialternativer - mellem dem, man kender - bruges først. Derfor kan de gøre den samlede samfundsøkonomiske omkostning ved den grønne omstilling mindre.

Det er vi enige i. Men problemet med grønne afgifter, hvis de bliver meget høje – fx over 1.000 kr. pr ton - er imidlertid, at de måske kan sikre de danske klimamål, men uden nødvendigvis at gavne det globale klima, fordi høje danske CO₂-afgifter ofte blot flytter produktionen ud af Danmark og til andre lande, uden at produktionen bliver grønnere af den grund - måske tværtimod. Det er særligt udfordringen, hvis vi ligger langt over afgiftsniveauet i andre EU-lande eller CO₂-kvotepriisen, eller hvis det indføres bredt, så det fx også rammer landbruget på samme måde, uden hensyntagen til, at landbrugets omstillingsmuligheder formentlig er mere vanskelige og ukendte end i resten af økonomien.

Fordelen ved *subsider* - både til udvikling af nye teknologier og til produktion indtil teknologien er gjort billig nok - er, at de ikke giver incitament til udflytning af produktion (lækage). Subsider sikrer også, at demonstration og skaleringsprojekter kan realiseres. Yderligere er subsidierne med til at reducere risikoen for investorerne, der i forvejen står over for meget markante teknologirisici på den korte bane. Ulempen er på den anden side, at der kan være betydelig risiko for, at staten (eller dem, der styrer støtteordningerne) vælger forkert og støtter teknologier, der ikke på sigt er de bedste eller de billigste. Subsider giver med andre ord risiko for støttespild og forvridding. Desuden skal subsider finansieres med skatter og afgifter, der kan give forvriddinger, når de opkræves.

Regulering - her fx i form af *fortrængningskrav* - til benzin, diesel og andre brændstoffer kræver ikke penge ud eller ind af statskassen med de problemer, det giver. Men derfor kan de godt belaste forbrugere og virksomheder alligevel og gøre forbruget eller produktionen dyrere. Også her er der risiko for, at politikerne laver forkert (detail)regulering, der hæmmer grøn vækst og innovation. Men på nogle områder, hvor der fx er store informationsomkostninger for virksomheder eller forbrugere, eller hvor det kan være godt at lade virksomhederne konkurrere om at gøre tingene så grønt som muligt, kan regulering være den bedste mulighed. Et godt eksempel er krav til, at apparater, bygningsdele mv. overholder visse mindstekrav til energieffektivitet eller isoleringsevne. Det kan være effektivt, fordi besparelserne for hver enkelt delkomponent er mindre end købernes informationsomkostninger ved at afdække mulighederne i markedet.

På PtX-området kan forbud mod brug af fossile alternativer inden for specifikke områder sikre efterspørgslen efter PtX-produkterne, uagtet at de ikke kan konkurrere direkte med det fossile alternativ. Helt teknologineutrale fortrængningskrav vil dog betyde, at PtX-produkterne skal kunne konkurrere direkte med alternative biobrændselsløsninger, hvilket på den korte bane kan blive udfordrende.³² Fortrængningskrav sikrer, at øgede omkostninger ved PtX-produkterne fordeles jævnt over både virksomheder og husholdninger, men skal holdes op imod, hvor meget de skader dansk konkurrenceevne. Fordelen er, at kravene ikke belaster de offentlige finanser i modsætning til subsidierne.

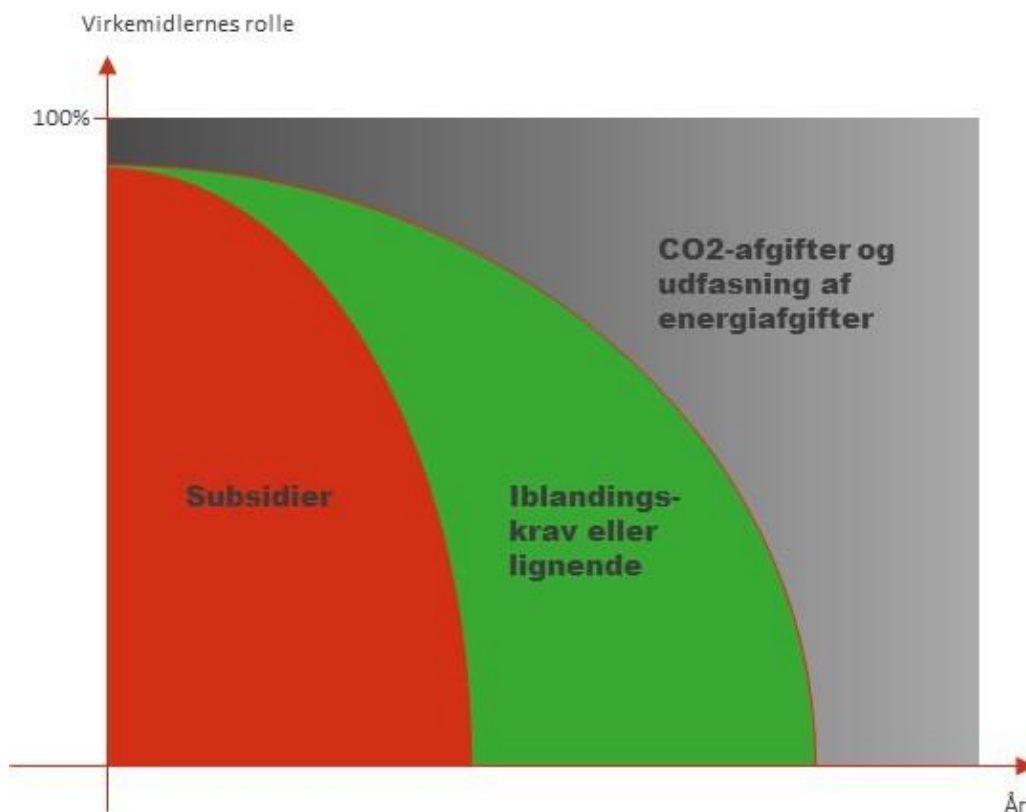
Sammensætningen mellem de tre centrale virkemidler afhænger af tidshorisonten

Der er ikke en bestemt sammensætning eller kombination af de tre virkemidler, der altid er den bedste. Det vil normalt afhænge af omstændighederne og af, hvor hurtigt teknologien kan udvikles og forbedres. Men generelt vil det være klogest at prioritere offentlig forskning og støtte til forsknings- og udviklingsaktiviteter, når der findes lovende, grønne teknologier, som dog endnu ikke er markedsmodne. I denne fase kan man ikke bare "spørge markedet" og lade den billigste løsning vinde, fordi man oftest ikke ved, hvad der på sigt vil være den billigste løsning.

Når teknologier, der mere eller mindre kan det samme, er ved at være markedsmodne, vil det næsten altid være klogt at reducere og herefter fjerne subsidierne, og til gengæld indføre generelle CO₂-afgifter. Hermed vil markedsmekanismen sikre, at de billigste løsninger tages i brug og dermed minimere omkostningerne for samfundet. Dette bør dog ske i et tempo, så konkurrenceevnen for danske virksomheder ikke rammes så hårdt, at visse sektorer må helt eller delvist lukke, og udledningerne i et stort omfang opstår i udlandet. Indførslen af CO₂-afgifter bør samtidig komplementeres af udfasningen af de nuværende energiafgifter. Figur 10 illustrerer, hvordan de forskellige håndtag skal sikre de forskellige faser i PtX-strategien.

³² Denne problemstilling afhænger dog i høj grad af, hvordan klimagevinsten fra biobrændsler opgøres, herunder om den såkaldte Carbon Opportunity Cost (COC) medregnes eller ej.

FIGUR 10: SÅDAN SKAL DE FORSKELLIGE VIRKEMIDLER REALISERE DEN DANSKE PTX-STRATEGI I FORSKELLIGE FASER



Støttereget til grønne løsninger bør tages op til revision

Når nye grønne teknologier skal skaleres og kommercialiseres, kan det være nødvendigt med midlertidige støtteordninger. I de helt tidligere faser, hvor der stadigvæk er behov for betydelig forskning og udvikling, er det ikke nødvendigvis hensigtsmæssigt at have fuldstændig teknologineutrale støtteordninger. Det skyldes bl.a., at der er behov for at afprøve forskellige løsninger og tilgange før store anlæg kan opføres.

I det senere faser, hvor der er tale om decideret produktionsstøtte bør teknologineutralitet til gengæld fylde langt mere. Det vil være med til at sikre, at vi får de største drivhusgasreduktioner per støttekrone.

Udfordringen er imidlertid, at de nuværende støttereget på flere områder - fx til biogas, der blev diskuteret i afsnit 4 - er alt andet end teknologineutrale. Det er således velkendt, at støtten i dag og fremadrettet kun gives til specifikke anvendelsesformål, fx hvis biogassen forædles og kommer i naturgasnettet. Men der eksisterer alternative løsninger, hvor støttebehovet er mindre og vi dermed kan få mere klima for pengene. Problemet er bare, at disse løsninger ikke nødvendigvis sikrer reduktioner på dansk jord, bl.a. fordi efterspørgslen efter produkterne ofte ligger uden for landets grænser.

Teknologineutral produktionsstøtte kræver således et paradigmeskifte, hvor fokus flyttes fra at skabe drivhusgasreduktioner på dansk jord til at skabe de størst mulige reduktioner globalt. Det vil samtidig sikre, at vi udvikler de mest omkostningseffektive løsninger, som har større sandsynlighed for at blive konkurrencedygtige med det fossile alternativ over en relativt overskuelig årrække. Denne type løsninger har naturligt et større potentiale for at blive benyttet i lande, hvor klimadagsordenen fylder mindre end i Danmark.

8. HVAD ER DEN KLOGESTE METODE, NÅR DANMARK VIL GÅ FORAN PÅ KLIMAOMRÅDET? OG HVAD SKAL VI GØRE EFTER 2030?

Det er en vigtig pointe, at forudsætningerne for, at hhv. subsidier, regulering og afgifter virker godt, er forskellige alt efter, om vi ser på den danske klimapolitik eller på EU's klimapolitik.

Det skyldes først og fremmest, at lækageproblemet - dvs. risikoen for, at høje afgifter blot flytter klimabelastende produktion til udlandet uden at gavne det globale klima - er væsentligt højere for Danmark, når Danmark går foran, end for EU, når EU har mere ambitiøse klimamål end resten af verden. Dette gælder ikke mindst, når den såkaldte CBAM - Carbon Border Adjustment Mechanism - som er en del af Fit for 55, begynder at virke. Meget regulering, fx af bilers udledning, giver også bedre mening på EU-plan end som danske særregler.

For øjeblikket har vi i dag en kombination af EU-mål om en reduktion af CO₂-udledningerne i hele EU på 55 pct. i 2030 (målt i forhold til 1990-niveauet) og i Danmark en reduktion på 70 pct. Det er ambitiøst - både i EU og i Danmark - men kan løses, også uden at flytte arbejdspladser ud af Danmark, ved en stærk og klog klimapolitik.

Men som beskrevet bliver det en udfordring for Danmark at gå foran, uden at skubbe jobs ud af landet, og det er en udfordring at skaffe midler til finansiering af PtX-projekter, som kunne blive en dansk styrkeposition, men som ikke tæller med i det danske 70 pct.-mål. Dette vil blive en endnu større udfordring efter 2030.

Nogle vil måske sige, at det er for tidligt allerede nu at drøfte, hvor vi - klimamæssigt - skal hen efter 2030, når vi endnu ikke ved, hvordan vi opfylder 2030-målene.

Men at udvikle de løsninger, der kan bringe Danmark videre end 70 pct.-målet, og som sikrer en kurs mod en samlet klimaneutralitet før 2050, tager mere end 10 år. Derfor bør vi gå i gang nu. Og derfor foreslår Axcelfuture, at vi i de kommende år gør to ting på en gang:

- Arbejder helhjertet for at nå det danske 70 pct.-mål - og derved samtidig understøtter EU's 55 pct.-mål.
- Igangsætter et arbejde for at sikre, at både Danmark og EU bliver klimaneutrale senest i 2050. Danmark skal bruge ressourcer på at understøtte udviklingen i EU, også når det ikke gavner de danske, nationale mål.

Formentlig skal der både i Danmark og i EU vedtages mål for 2035 og 2040 i god tid før 2030, så vi har noget at sigte efter i klimapolitikken. Hvad vil i en sådan situation være den klogeste danske politik, hvor vi bedst muligt understøtter den grønne omstilling såvel i EU som globalt?

Efter Axcelfutures mening vil det *ikke* understøtte EU's grønne omstilling bedst muligt blot at lægge nye procenter oven på de 70 pct., fx ved at gå op til 75 eller 80 pct. som nationalt, dansk mål. Politisk set kan det medføre risiko for, at andre lande så anstrenger sig mindre for at bidrage til de fælles EU-mål. Det vil også give et fortsat pres for at udflytte klimabelastende produktion, og samtidig hæmme danske virksomheders incitament til at udvikle klimaløsninger, som gavner hele EU eller hele verden og ikke nødvendigvis den nationale danske målsætning.

I stedet for bør Danmark *både* presse på for så høje og så skrappe EU-krav som muligt, når der skal fastsættes mål for tiden efter 2030 - og *samtidig* føre en ambitiøs innovationspolitik, der understøtter alle tiltag, der fremmer det globale klima på langt sigt.

Det kræver, at vi i Danmark bruger mange ressourcer på at støtte forskning, udvikling og innovation.

Det er også værd at bemærke, at hvis Fit for 55 bliver gennemført, sker der et regimeskifte i EU. I dag giver de nationale reduktionsmål mening, fordi en væsentlig del af emissionen af klimagasser er uden for kvoteområdet. Og samtidig har EU's kvotemarked indtil for ca. fire år siden ikke fungeret særligt godt, da finanskrisen reducerede efterspørgslen efter kvoter betydeligt, hvorfor man bl.a. måtte indføre komplicerede regler for annullation og opsparing af kvoter.

Men i fremtiden bliver det anderledes. Stort set alle klimaemissioner, bortset fra landbrugets emissioner, bliver omfattet af en, fælles EU-kvotekvotering - som bliver mindre år for år³³. Netop fordi kvoten gælder for hele EU giver det ikke mening at have målsætninger for den danske del af denne kvote. Når først den samlede EU-emission er fastlagt, vil en ekstraordinær dansk klimaindsats blot reducere kvotepriserne og dermed gøre det mindre attraktivt for andre virksomheder i hele EU at investere i klimaforbedringer. Eller sagt med andre ord vil det i fremtiden blive sådan, at der er en umiddelbar lækage på 100 pct. for alle danske klimatiltag.

I en sådan situation giver det ikke mening fx at bruge danske ressourcer på at flytte en klimabelastende produktion fra Danmark til fx Polen for at fremme den danske, nationale målsætning. Lige så lidt som det fx ville give mening for Region Nordjylland at bruge penge på at flytte klimabelastende virksomheder 100 km sydpå til Region Midtjylland.

Man kan endelig spørge, om det gavner dansk økonomi at bruge offentlige og private midler på at udvikle PtX-produkter, som ikke bringer os nærmere det nationale, danske 70 pct.-mål, men i stedet bidrager til EU's klimamål og til det globale klima. Men det er vi overbevist om, at det gør. Vi vurderer, at der kommer en stærk, international efterspørgsel efter PtX-produkter og ser derfor omkostningerne til at udvikle PtX-løsninger som en investering, Danmark får tilbage i form af grønne arbejdspladser med høj værdiskabelse.

9. ANBEFALINGER

Der er enighed blandt eksperter og erhvervslivet om, at grøn brint er nødvendigt for at nå det danske mål om klimaneutralitet i 2050. En dansk PtX-strategi er således afgørende for at erstatte det sidste forbrug af fossile brændstoffer i industrien, transportsektoren og luftfarten. Der er behov for konkrete handlinger og initiativer i hele værdikæden, da vi i Danmark på nuværende tidspunkt hverken har betydeligt forbrug eller produktion af brint.

Hvis danske virksomheder skal bidrage bedst muligt til den grønne omstilling, skal rammevilkårene for PtX i både EU og i Danmark være i orden.

Axcelfuture kommer derfor med følgende anbefalinger til, hvordan vi får sat skub i produktion samt anvendelsen af brint og andre e-fuels i Danmark. Anbefalingerne har dels en EU-dimension, dels en dansk dimension.

³³ Det er her forudsat, at særkvoten for bygninger og transport på et tidspunkt bliver omfattet af den samlede CO₂e-kvotering

Anbefalinger med en EU-dimension:

- **Danmark bør deltage aktivt på alle politiske niveauer - dvs. både i rådet, i Europa-parlamentet og i bilaterale drøftelser med andre lande - for at fremme vedtagelsen af Fit for 55.** Fit for 55 er et stort skridt fremad - men med risiko for en flerårig og mudret forhandlingsproces, så der går flere år, inden de fremtidige rammevilkår for PtX er fastlagt. En sådan periode kan være dræbende for investeringer på området, fordi risikoen bliver for stor.
- **Rammevilkårene på PtX-området i EU skal bedre understøtte det problem, at nogle PtX-initiativer kræver øget PtX-udbud i et land og øget efterspørgsel i et andet land.** EU bør derfor øge sin støtte til paneuropæiske, grønne projekter, også på PtX-området.
- **Danmark bør være mere aktiv med at indgå partnerskabsaftaler med andre EU-lande om opbygning af kapacitet til VE, til elektrolyse og til PtX-produktion. Aftalerne skal omfatte regeringer, transmissionsselskaber og private virksomheder.** På PtX-området er der allerede indgået aftaler med Holland, der som forventet eksportør af grøn energi og PtX kan samarbejde med Danmark om både anlæg og udvikling. Men aftaler med Tyskland, der allerede i dag har et betydeligt brintforbrug, og som også på langt sigt forventes at være storimportør af energi og PtX-produkter, vil være lige så oplagt, og give danske PtX-anlæg sikre og langsigtede afsætningsmuligheder. Også partnerskabsaftaler med Belgien og UK bør overvejes.

Anbefalinger med en dansk dimension:

- **Den danske PtX-strategi skal ikke blot være en vision, men en egentlig plan, der både beskriver midler og målsætninger. Midlerne bør omfatte alle punkter, der er nævnt i denne rapport. Midlerne bør også omfatte en tentativ udgiftsramme på 1 mia. kr. om året frem mod 2030 – også selv om initiativerne ikke bidrager til at nå 70 pct.-målet. Og der bør som et første skridt udbydes elektrolysekapacitet i 2022-23 på mindst 1 mia. GW.** Det gør det selvsagt svært at sætte mål for elektrolysekapaciteten, når ingen ved, hvordan mulighederne på PtX-området vil udvikle sig i forhold den vigtigste, konkurrerende teknologi, nemlig batteriteknologien, som kan få stor betydning, især for lastbiler. Til gengæld regner alle eksperter med, at det bliver PtX, der bliver den altdominerende løsning for transport med skib og fly. En start-investering i et anlæg på 1 GW vil derfor være en "no regret-investering", som sikrer, at Danmark – modsat i dag – vil være blandt frontløberne i EU.

Vi anbefaler regeringen at gå i gang med PtX-udbud snart – dvs. allerede i 2022-23, på 1 GW, men uden at beslutte på forhånd, om kapaciteten skal bruges til brint, ammoniak, naturgas (SNG) eller flydende PtX-produkter. Senest i 2025 bør der herefter tages stilling til, om der skal udbydes større mængder.

- **Strategien bør omfatte en mulighed for at give CfD-garantier.** Støtten til vindmøller – som heldigvis er kraftigt faldende, samtidigt med at vindmøllekapaciteten fortsat udbygges – gives i dag hovedsageligt som CfD – Contract for Difference – som betyder, at støtten stiger, når elprisen falder. Erfaringen er, at for mange investorer er risikominimering lige så vigtig som støtten i sig selv, og dette instrument er derfor på sigt billigere for statskassen. Det samme kan være tilfældet med støtten til PtX, som – modsat støtten til vindmøller – vil være billigere for statskassen, jo lavere elprisen er. De to støttetyper kan endvidere ses i sammenhæng og reducere den samlede risiko for statskassen.

CfD'er til PtX skal formentlig også afhænge af udviklingen i kvoteprisen på CO₂e og evt. af prisen på sort energi, som PtX vil konkurrere med i en periode.

- **PtX-strategien skal indeholde en plan for udbygningen af VE.** PtX-strategien skal komplementeres af en plan for udbygningen af VE, så elektrolysekapaciteten matches af en tilsvarende kapacitet af grøn strøm.
- **PtX-strategien skal både støtte hele værdikæden fra grøn el til brint og videre til andre PtX-produkter. Et mål om en elektrolysekapacitet på mindst 1 GW bør derfor også følges op med initiativer, der sikrer en bæredygtig anvendelse af brinten.** Det kan både indebære etablering af brintrør til Tyskland og etablering af danske anlæg til forædling af brinten.
- **Waste-t-Power bør også indgå i PtX-strategien.** Det handler ikke kun om at producere grøn strøm og elektrolyse. Det betyder, at man bør lægge en samlet plan for hvordan vi bedst muligt udnytter de tilgængelige restprodukter, som biomasse, gylle, halm mv. med henblik på at få det største samfundsmæssige afkast af disse ressourcer. Eksempelvis kan man producere metanol af biogas ved at opvarme gassen med bæredygtig el.
- **Danmark skal arbejde for en troværdig og langsigtet overgang fra subsidier til regulering og højere priser på CO2-kvoter.** Der skal udarbejdes en plan for, hvordan subsidier kan erstattes af fortrængningskrav og af indførelse af CO2-afgifter i samspil med det fremtidige CO2-kvotestystem. Et afgørende mål for strategien må således være, at investorerne føler sig trygge ved, at de kan investere i de kommende projekter, fordi der er stabile og gennemskuelige rammebetingelser, som matcher investeringsperioden. Det er en forudsætning for, at potentialet realiseres.
- **Der skal fokus på at nedbryde barrierer for udbredelsen af PtX.** Fx foreligger der ikke en standard for grøn brint, navnlig når den produceres med strøm fra det kollektive elnet. Senest viser lækkede dokumenter fra Europa-Kommissionen, at definitionen af grøn brint kan blive meget udfordrende i en dansk sammenhæng, fx fordi det danske elnet opgøres på timebasis.³⁴ Derudover bør det sikres, at den komplekse sammenhæng med andre beslutninger i den grønne omstilling ikke skaber nye barrierer, der sænker tempoet for udbredelsen af PtX i Danmark.
- **Fremskynd udviklingen af nye tarifmoduller for eltransmissionen.** For øjeblikket udgør de samlede transport- og systemtariffer for transmissionsnettet 11,2 øre/kWh svarende til ca. 20 pct. af PtX-omkostningerne – og muligvis en endnu højere procentandel i de kommende år takt med, at omkostningerne kan nedbringes. En ny tarifmodel, som Energinet har arbejdet med i flere år, vil derfor være altafgørende for³⁵, om grønne PtX-projekter kan realiseres. EU har fastsat regler for transmissionstarifferne, der skal afspejle systemomkostningerne – men disse regler er ikke til hinder for, at en større andel af omkostningerne kan dækkes af et abonnement, at der indføres kapacitetsbetaling og tidsdifferentiering, og at der kan tilbydes væsentlige rabatter for brugere, der tillader, at den systemansvarlige kan afbryde transmissionen, når der er mest pres på nettet. Sådanne afbrydelighedsaftaler vil nemlig reducere nettets belastning i peak-situationer og dermed spare investeringer i udbygning af kapaciteten.

Uden mere fleksible tarifføringsmodeller vil der være et stærkt incitament til, at PtX-anlæg forbindes med lokale VE-kilder, i praksis mest store solcelleparker, helt uden om det fælles energinet. Det kan reducere omkostningerne for disse anlæg, men vil ikke generelt være en god løsning for det samlede energisystem.

³⁴ [Wind Denmark frygter for stramme EU-krav til grøn brint \(energiwatch.dk\)](https://www.energiwatch.dk/nyheder/wind-denmark-frygter-for-stramme-eu-krav-til-gron-brint)

³⁵ Se Energinet, maj 2021: Udvikling af Energinets tarifdesign

- **Lav regler, der sikrer mulighed for at anvende PtX-varme i fjernvarmenettet.** Affaldsforbrændingsbekendtgørelsen sikrer i dag, at varme fra affaldsforbrænding prioriteres i fjernvarmesystemerne. Det er hensigtsmæssigt og har været med til at sikre, at 99 pct. af alt affald i Danmark nyttiggøres, enten gennem forbrænding eller ved genbrug. Begrundelsen vil være lige så god for overskudsvarme fra PtX-anlæg, og et vigtigt element i at sikre, at de samlede el-, varme-, gas- og affaldssystemer hænger sammen til gavn for både miljø og klima.
- **Øg efterspørgslen efter PtX-produkter i offentlige transportudbud.** På kort sigt er det vanskeligt at øge efterspørgslen efter PtX-produkter, fordi udbuddet fx er meget mindre end udbuddet af biofuels. Men på sigt vil det ændre sig, ligesom PtX er en mere bæredygtig løsning end biofuels som brændstof i den offentlige transport. Der bør derfor laves en plan for, hvordan staten, regionerne og kommunerne kan stille krav om PtX-drevne transportmidler i fremtidige udbud af busser og færges.