



Anbefalinger til en dansk strategi for Power-to-X

November 2020



Forord

Power-to-X (PtX) er en afgørende løsning, der kan erstatte det sidste fossile forbrug i vores industri, den tunge vejtransport samt skibs- og luftfart. PtX er dermed et væsentligt bidrag til at løse klodens klimaudfordringer. I lange stræk kender vi teknologien og ved, hvad der skal til for at få sat teknologien i anvendelse. Først og fremmest skal prisen ned, så det grønne alternativ bliver konkurrencedygtigt med de fossile produkter, der anvendes i dag.

Læringskurven vil være stejl, og udviklingen skal ske hurtigere end nogensinde, hvis det skal lykkes i det årti, der ligger foran os. Vi tror på, at det kan lade sig gøre, og ikke mindst tror vi på, at Danmark kan og skal spille en væsentlig rolle i den udvikling.

Med de kompetencer og ressourcer vi har, kan vi gøre grøn energi til kernen af Danmarks fremtidige vækst og velstand, og vi kan styrke danske virksomheders konkurrencekraft. De nuværende grønne ressourcer

af vedvarende energi udgør fundamentet, men det er ikke nok alene at fokusere på, hvordan vi kan fremstille PtX-produkterne godt og billigt. Det handler ikke kun om at producere den grønne energi, men i højere grad om at skubbe den fossile energi ud. Hvis omstillingen skal lykkes, skal vi have lige så stort fokus på den bæredygtige transition af de danske virksomheder, der skal anvende PtX-produkterne, som på at sikre at virksomhederne fastholder og om muligt vinder konkurrencekraft.

Dansk Energi har derfor taget initiativ til at samle centrale virksomheder på tværs af hele værdikæden med henblik på at komme med konkrete anbefalinger til hvordan, en dansk strategi for PtX skal udformes, hvis vi vil bidrage til at løse klodens klimaudfordringer, sikre danske virksomheders konkurrencekraft og gøre Danmark rigere.

God læselyst,

Lars Aagaard CEO, Dansk Energi

Jesper Hjulmand CEO, Andel

Lars-Peter Søbbye CEO, COWI

Kim Fausing CEO, Danfoss

Lars Sandahl Sørensen CEO, DI

Jens Bjørn Andersen CEO, DSV Panalpina

Thomas Egebo CEO, Energinet

Roeland Baan CEO, Haldor Topsøe

Claus Madsen Adm. direktør, ABB Power Grids Denmark A/S, Hitachi ABB

Thomas Woldbye CEO, Københavns Lufthavne

Søren Skou CEO, Maersk

Niels Duedahl CEO, Norlys

Simon Pauck Hansen Koncerndirektør, SAS Danmark

Finn Bjørn Schousboe Business Manager, Dansk Shell

Peter Weinreich-Jensen Managing director, Siemens Energy

Jacob Nørgaard Andersen Landechef, Vattenfall Danmark

Torben Skyum-Jensen Adm. direktør, Yara Danmark A/S

Henrik Poulsen CEO, Ørsted

Figur 1.

De fire nøglekomponenter

Ambition

- En ambitiøs PtX-indsats der sikrer, at Danmarks væsentlige styrker inden for PtX udnyttes til, at Danmark bliver fossilfri og bidrager til global grøn omstilling via eksport af energi og teknologi
- Ambitionen skal understøtte en udledningsreduktion på 2,5 mio. ton CO₂ i Danmark i 2030

National indsats

- Kickstart af den danske PtX-indsats vha. subsidier og regulering
- Etablering af det strukturelle grundlag for fuld industrialisering af markedet. Fokus er på produktion af PtX-produkter med henblik på at reducere omkostningerne
- Modning af aftagersiden og den grønne efterspørgsel

International indsats

- Implementering af regler og rammer for et internationalt marked, hvor værdien af grøn brint er tydelig
- Skub på den internationale efterspørgsel af PtX, så konkurrencesituationen for danske virksomheder ikke forringes, og der skabes et marked til afsætning af danske PtX-produkter og -teknologier

Handlekraftig governance

- PtX kræver en helt anden forpligtende og agil samarbejdsform mellem industri og regering, end den som har været gængs praksis i Danmark
- Danske virksomheder har hånden på kogepladen, men også fingeren på pulsen, da det er dem, der skal investere på både produktions- og forbrugersiden
- Etablering af en klar governance-struktur, hvor erhvervslivet løbende involveres og tages med på råd om fremtidige tilpasninger af PtX-strategien, og hvor regeringen sikrer sig en løbende rapportering af strategiens realisering

Resume

Anbefalinger til løsning af PtX-paradokset – en ambitiøs og agil dansk PtX-strategi

Klimaet er ikke alene et nationalt, men også et globalt anliggende. Danmark har taget ansvaret på sig. Vi viser vejen med et ambitiøst reduktionsmål på 70% og har forpligtet os i klimaloven til også at bidrage til at løse de globale udfordringer gennem eksport af grøn energi, teknologi og løsninger.

Der er bred enighed blandt eksperter, erhvervsliv og politikere på tværs af landegrænser om, at PtX er nødvendig for at nå de danske og europæiske mål om fuld klimaneutralitet i 2050. Flere klimapartnerskaber og regeringens klimaprogram peger desuden på, at anvendelse af PtX-produkter før 2030 er en forudsætning for at nå 70%-målet.

Forberedelsen af PtX-produktion og -anvendelse er allerede i fuld gang i flere europæiske lande, herunder Tyskland og Holland, og EU har en klar målsætning om, at der skal være etableret 40 GW elektrolyse i 2030. Positioneringen til fremtidens PtX-marked er begyndt, og Danmark er ikke i front. Men det kan vi komme.

Power-to-X har et stort klimamæssigt og økonomisk potentiale

I Danmark er PtX særligt relevant for at dekarbonisere den tunge transport, dvs. tung vejtransport, luft- og skibsfart, og med 70%-målsætningen er det en nødvendighed.

Danmark har gode forudsætninger for at opnå en industriel styrkeposition inden for PtX som følge af et stærkt energisystem med konkurrencedygtig produktion af grøn el, mulighed for sektorkobling og en god geografisk placering til eksport af PtX-produkter og -teknologier.

PtX-produkter er dog i dag langt fra konkurrencedygtige med de fossile alternativer, og betalingsviljen hos forbrugerne kan ikke dække merprisen for grønne produkter og ydelser. Der skal derfor arbejdes målrettet for at få omkostningerne for PtX ned. En del kan gøres med lavere elpriser som følge af udbygningen af vedvarende energi, men det vil også kræve støtte til og industrialisering af PtX-produktionen og -industrien.

Det er lige nu usikkert, hvilke grønne brændsler, der ender med at blive mest konkurrencedygtige, hvor de vil blive anvendt, samt hvor hurtigt det vil ske. Desuden kan PtX-produktion foregå enten centralt, ved produktion af grøn elektricitet fra store havvindmøller, landvindmøller eller solceller, eller decentralt hos brugerne af PtX-produkterne. Disse forskellige udfaldsrum stiller forskellige krav til placering af produktion og forbrug samt til udbygning af infrastrukturen, som kræver både koordinering, manøvrerum og agilitet.

Danmark står med et Power-to-X-paradoks og må tage hensyn til dansk konkurrenceevne

I Danmark står vi med det grundlæggende strukturelle paradoks, at vi i dag hverken har betydelig produktion eller forbrug af PtX-produkter, og at der endnu ikke er et sammenhængende europæisk marked med den nødvendige infrastruktur.

På den ene side vil forbrugssiden først efterspørge og anvende PtX-produkter og foretage de nødvendige teknologivalg til omstilling, når prisen på produkterne er konkurrencedygtige. På den anden side bliver produkterne først konkurrencedygtige, når der sker en skalering af produktionen, hvilket først igangsættes, når der er sikkerhed for aftag – altså når forbrugerne efterspørger eller forpligter sig til at aftage produkterne. Det kalder vi PtX-paradokset.

Danmark er en lille åben økonomi med udenlandsk konkurrence, og virkemidler skal vælges med omhu, så danske virksomheder ikke stilles dårligere end udenlandske i konkurrencen. Det er derfor nødvendigt at tage hensyn til dansk konkurrenceevne, når der fastlægges nationale tiltag, og der bør sideløbende gøres en indsats for at etablere europæiske og internationale tiltag.

Brikkerne til en dansk PtX-industri skal samles nu

Folketinget skal inden for seks måneder bane vejen for fremtidens PtX-industri i Danmark. Det betyder, at regeringen og et flertal i Folketinget skal vedtage en ambitiøs og agil strategi, der omfatter hele værdikæden fra produktion til anvendelse af PtX-produkterne. Staten skal afsætte ca. 10 mia. kr. i perioden 2021-2030 til kickstart og industrialisering af PtX-produktion og understøttelse af teknologiskiftet i de sektorer, der skal anvende PtX-produkterne.

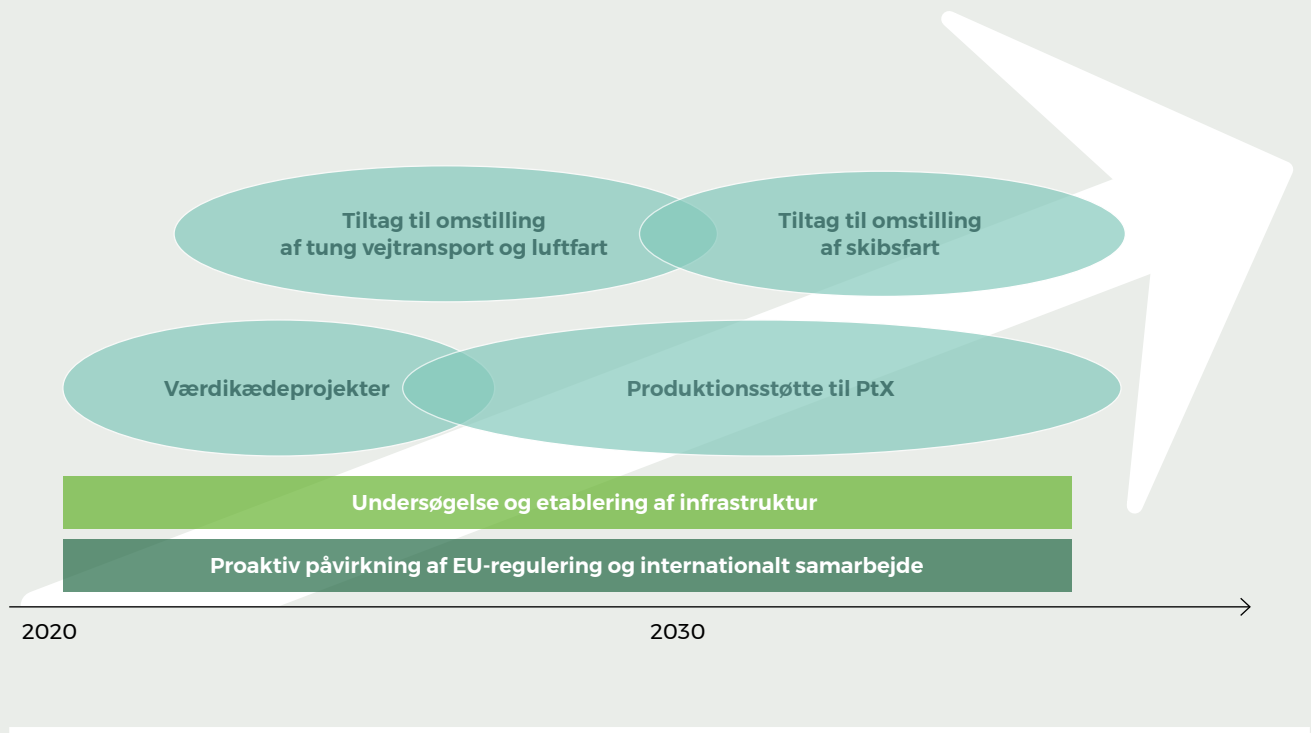
Den politiske involvering og investeringsvillighed er vigtig for at udnytte det store kommercielle potentiale for PtX i Danmark. En del af rammevilkårene er fastsat politisk, og de risici, der knytter sig til udviklingen og forbruget af PtX-produkter, er for store til, at kommercielle aktører kan påtage sig dem alene. Uden politisk involvering vil udviklingen ske for langsomt til, at vi kan nå det sidste, vanskelige stykke mod målet om 70% CO₂-reduktion i 2030. Det vil lade Danmark tilbage, mens andre europæiske lande positionerer sig inden for PtX.

Vi skal have løst PtX-paradokset for at sætte skub i både produktion og anvendelse af PtX-produkter. Vi peger derfor på en strategi med fire nøglekomponenter:

- En ambitiøs indsats, som understøtter en udledningsreduktion på 2,5 mio. ton CO₂ i 2030
- En national indsats til kickstart af produktion og forbrug gennem bl.a. støtte
- En international indsats til etablering af regler og markedsrammer samt øget efterspørgsel efter PtX-produkter og -teknologi
- En handlekraftig governance, hvor erhvervslivet løbende involveres og tages med på råd om fremtidige tilpasninger af PtX-strategien

Anbefalingerne i dette udspil er det samlede bud på, hvordan vi får løst PtX-paradokset og får sat skub i PtX-produktionen og -anvendelsen i Danmark. Det er en samlet løsning, hvor der skal fokuseres og investeres i hele værdikæden, da anbefalingerne tilsammen angiver et roadmap for, hvordan vi kommer i gang og sikrer den videre industrialisering. I dette roadmap er der forskellige faser, som starter med værdikædeprojekter, tiltag til omstilling af tung vejtransport og luftfart, igangsættelse af etablering af infrastruktur samt påvirkning af EU-regulering og internationale organisationer. Dette efterfølges af produktionsstøtte til PtX-produktion i større skala, tiltag til omstilling af skibsfart, videre udbygning af infrastruktur og fortsat påvirkning af EU-regulering.

Figur 2.
Konceptuelt roadmap





Indhold

1. Introduktion til Power-to-X	8
2. Power-to-X har stort klimamæssigt og økonomisk potentiale for Danmark	12
2.1 Stort behov for PtX både i Danmark og i resten af Europa	12
2.2 PtX er en god mulighed for at dekarbonisere industri og tung transport	14
2.3 Markedet for PtX og grøn brint i Europa forventes at vokse markant	18
2.4 Danmark har gode forudsætninger for en styrkeposition inden for PtX	20
3. Centrale hensyn for Power-to-X i Danmark	26
4. En ambitiøs og agil dansk PtX-strategi	30
4.1 Ambition for PtX i Danmark	33
4.2 10 politiske indsatsområder til at indfri ambitionen	33
4.3 Økonomiske konsekvenser frem mod 2030 ved implementering af indsatsområder	35
5. Anbefalinger til politisk handling	38
5.1 Governance	40
5.2 Produktion	42
5.3 Tung vejtransport	56
5.4 Luftfart	60
5.5 Skibsfart	64
5.6 International indsats og eksport	70

1. Introduktion til Power-to-X

Power-to-X (PtX) defineres i denne sammenhæng som processen, hvor grøn elektricitet omdannes til brint eller PtX-produkter baseret på brint. Det første led i PtX-processen er grøn elektricitet som drivkraft i elektrolyseanlæg, hvor brint spaltes fra vand. Herefter kan brinten enten anvendes direkte som brændstof eller som grundstof i en forædling til brintbaserede brændsler vha. et synteseanlæg. PtX-produkter fremstilles ved at tilføje enten kvælstof eller karbon, jf. figur 3.

For at producere PtX-produkter med karbon er det vigtigt, at den anvendte karbon er grøn. Grøn karbon kan skaffes vha. af CO₂-fangst (carbon capture) på store grønne, biogene udledningskilder fra fx biogas- og biomasseanlæg og kan efterfølgende anvendes til produktion af PtX-produkter (carbon capture and utilization, CCU). I stedet for at anvende den opfangede CO₂ kan man vælge at lagre den (carbon capture and storage, CCS), hvilket er en alternativ måde at reducere CO₂-udledning på. CCS egner sig særligt til store fossile punktkilder, hvor alternativer til grøn omstilling er vanskelige at finde, fx i cementproduktion, men CCS kan også anvendes til at levere negative CO₂-udledninger ved lagring af CO₂ fra biogene kilder. Der forskes og industrialiseres desuden i Direct Air Capture, hvor CO₂ fanges fra luften frem for en koncentreret CO₂-kilde.

Mulig anvendelse af PtX-produkter

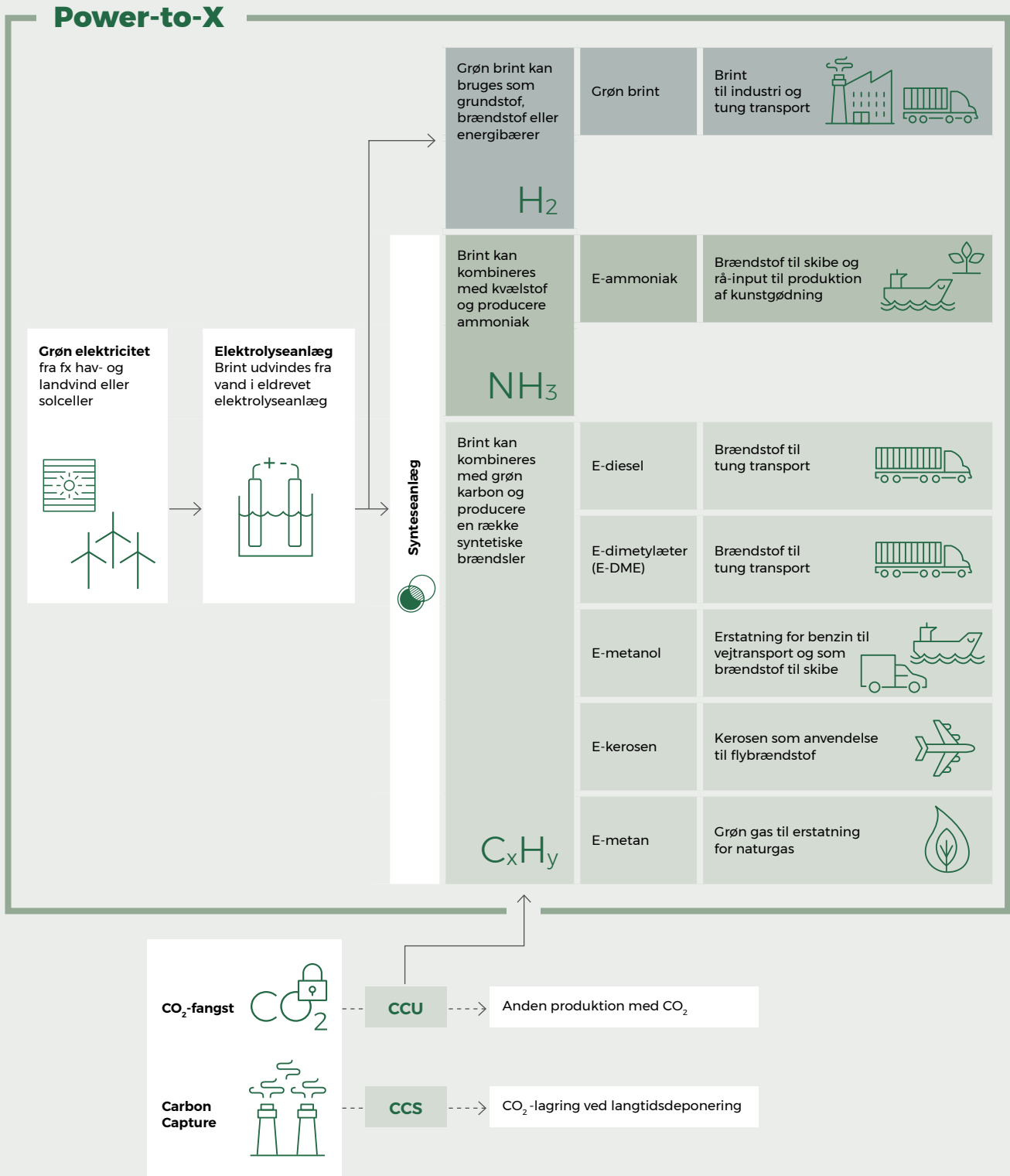
Grøn brint kan bruges både som grundstof i visse industriprocesser, som brændstof i industri og som en effektiv energibærer¹ i tung vejtransport, jf. figur 3.

Som grundstof benyttes brint primært i kemiindustrien, fx til legeringer og maling. Som brændstof benyttes brint særligt i højtemperaturprocesser inden for petrokemiindustrien, fx raffinering af råolie til diesel eller benzin. Som energibærer i tung transport omdannes brinten til elektricitet, der vha. en brændselscelle, driver en elektrisk motor i fx lastbil, bus, tog eller skib. Det er i denne sammenhæng en fordel, at brint kan lagres.

Ved at tilføje kvælstof til brint i en synteseproces kan man producere grøn ammoniak (e-ammoniak), som enten kan bruges til gødning eller på sigt som brændstof i skibsfart. I dag er produktion af ammoniak til gødning den største forbruger af fossil brint på verdensplan, og PtX kan spille en stor rolle i at dekarbonisere landbrugsindustrien. Ammoniak kan produceres i ubegrænsede mængder, da kvælstof ikke er en begrænset ressource.

Ved at tilføje karbon til brint i en synteseproces kan man producere e-diesel, e-metanol, e-kerosen, e-dimetylæter (E-DME) og e-metan. Brændstofferne kan direkte erstatte de nuværende fossile brændsler og har derfor høj anvendelighed i vejtransport, skibsfart og luftfart.

Figur 3.
Power-to-X fra produktion til anvendelse



KILDE: Dansk Energi, Bain & Company analyse.



Omkostningskomponenter i produktion af PtX-produkter

Estimerede produktionsomkostninger for grøn brint i dag består hovedsageligt af omkostninger til el (51%) og tilhørende eltarif¹ (20%), jf. figur 4.

En anden betydelig omkostningskomponent er afskrivning af investeringerne, der udgør 18%. Størstedelen heraf knytter sig til elektrolyseanlægget².

Andre mindre omkostninger vedrører komprimering af brinten, som foretages for at holde lager- og transportomkostningerne nede, udgør 5%. Faste omkostninger vurderes til at udgøre 6% af de samlede omkostninger til produktionen af grøn brint.

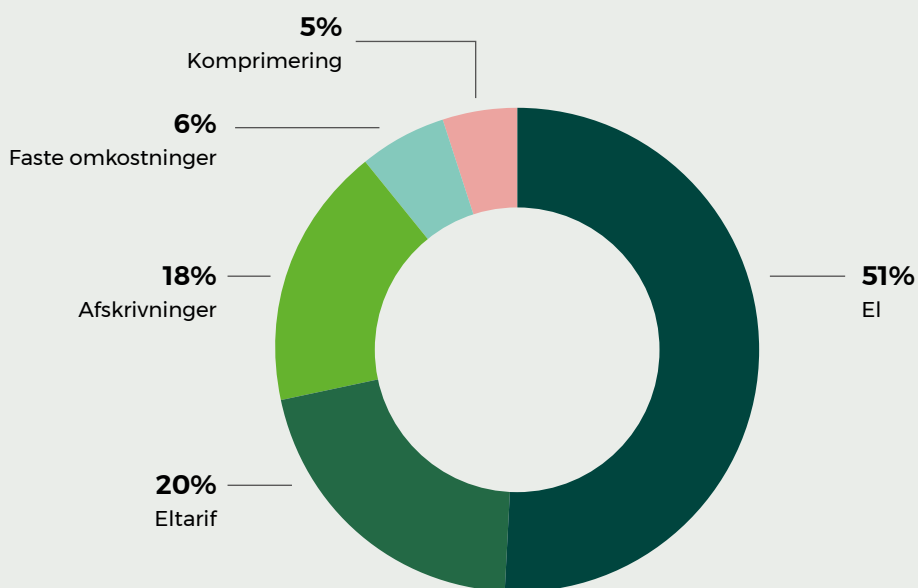
Til produktion af PtX-produkter med kvælstof eller karbon vil omkostninger til grøn brint udgøre 60-75% af produktionsomkostningen afhængigt af den nødvendige energitæthed i PtX-produkterne. Omkostningerne til grøn karbon vil udgøre ca. 10-15% for de PtX-produkter, som kræver karbon.

¹ Eltariffen er afhængig af hvor i nettet, anlægget tilsluttes. Selvom anlægget tilsluttes i distributionsnettet, vil eltariffen primært udgøres af transmissionstariffen.

² Andre investeringer udgøres af bygninger, transformere, frekvensomformere mv.

Figur 4.

Fordeling af produktionsomkostninger for grøn brint i 2020 (%)



NOTE: Eltarif udgør transmissions- og distributionstarif.

KILDE: Ea Energianalyse, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Figur 5.

Forskellige former for brint

Brint kan produceres på flere måder med forskellig CO₂-udledning og effekt på klimaet.

	Grå brint	Blå brint	Crønt brint
Navn i EU's brintstrategi	Fossil-based hydrogen	Fossil-based hydrogen with carbon capture Low-carbon hydrogen	Renewable hydrogen Clean hydrogen
Definition	Brint, produceret med fossile brændsler, primært fra naturgas via steam methane reforming (SMR)	Brint produceret med fossile brændsler kombineret med CO ₂ -fangst og -lagring ved langtidsdeponering (carbon capture and storage, CCS)	Brint produceret ved: <ul style="list-style-type: none"> • elektrolyse med grøn el • biogas via SMR • biokemisk konvertering af bæredygtig biomasse
Udledning af drivhusgasser	Høj: 9 kg CO ₂ e/kgH ₂	Afhænger af, hvor effektivt CO ₂ fanges, 90% effektivitet: 1 kg CO ₂ e/kgH ₂	Meget tæt på nul: 0 kg CO ₂ e/kgH ₂

2.

Power-to-X

har stort klimamæssigt og økonomisk potentiale for Danmark

Der er bred enighed om, at PtX er nødvendig for at nå fuld klimaneutralitet i 2050. Grundet høje klimamål i Danmark og EU vil PtX også være en del af løsningen frem mod 2030. Ud fra et teknologisk og økonomisk perspektiv vurderes det, at PtX særligt vil kunne spille en helt afgørende rolle i omstillingen af industrien og den tunge transport. På europæisk plan er det mest oplagt, at PtX vil erstatte den eksisterende brug af fossil brint i industrien, fx i den petrokemiske industri, og anvendes til omstilling af tung transport, der foregår over længere distancer.

Præcist hvornår og i hvor høj grad, PtX-produkter for alvor kommer til at fylde i energimixet, er stadig for tidligt at fastslå. Fremtidens rolle for PtX vil i høj grad afhænge af udviklingen inden for produktion, teknologi og politiske beslutninger, både nationalt og internationalt.

Trods usikkerheder ventes markedet for grøn brint at blive stort og vokse kraftigt frem mod 2050, særligt accelererende efter 2030 hvor konkurrencedygtigheden på PtX-brændsler til fossile alternativer forventes at slå igennem. Både selskaber og andre lande investerer i PtX nu, og positioneringen til fremtidens brintmarked er begyndt. Danmark har gode forudsætninger for at indtage en styrkeposition inden for PtX, hvis en dansk PtX-indsats sættes igang nu.

En styrkeposition inden for PtX kan bidrage til vækst og jobs i Danmark, der har etableret sig som et foregangsland inden for vindenergi, hvilket har skabt vækst og grobund for mange virksomheder. I dag arbejder over 32.000 i vindenergibranchen, og vindteknologi og -services udgør ca. 5% af Danmarks samlede eksport, svarende til mere end 66 mia. kr.³

2.1. Stort behov for PtX både i Danmark og i resten af Europa

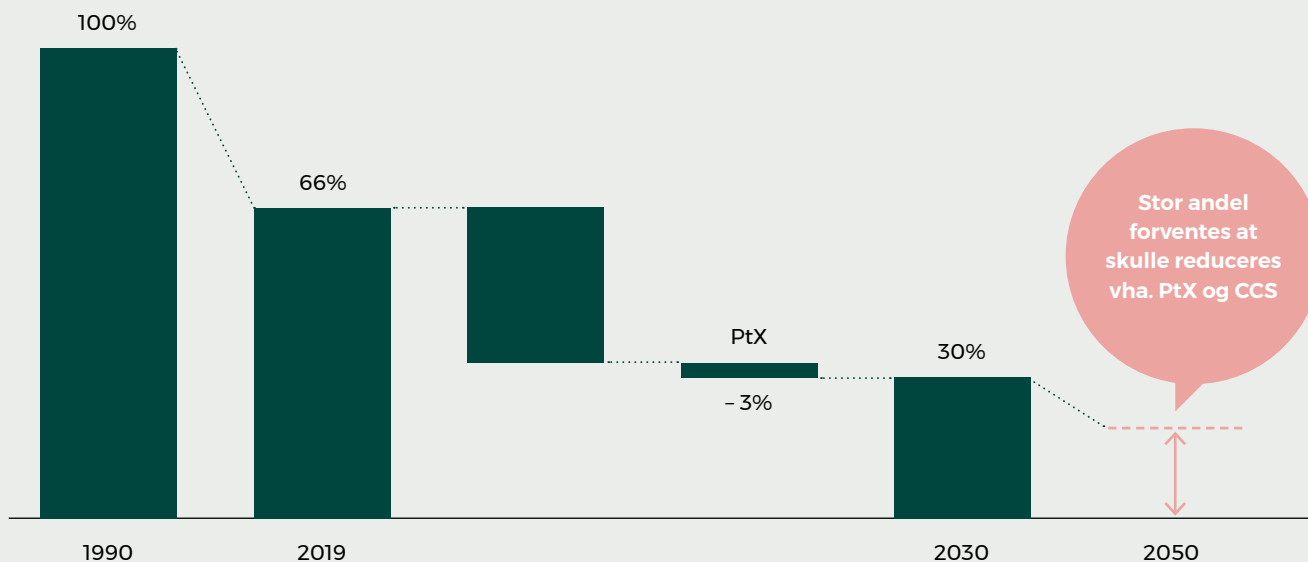
De danske klimapartnerskaber peger på, at PtX skal spille en vigtig rolle for at nå Danmarks 70%-målsætning i 2030, og ikke mindst i det videre arbejde mod fuld klimaneutralitet i 2050.

Energi- og forsyningssektorens klimapartnerskabsrapport viste, at elektrificering og andre tiltag kan få os langt hen ad vejen mod 70% CO₂-reduktion, men anbefalede også, at omkring 1,9 mio. ton CO₂ skal reduceres via PtX for at nå de sidste og vanskelige 3% frem mod 2030, jf. figur 6. Analyserne i klimapartnerskabets rapport viser, at PtX er den bedste løsning ud fra en samfundsøkonomisk betragtning, og uden etablering og anvendelse af PtX inden 2030, vil det stille øgede krav til en forceret elektrificering og CO₂-lagring. Uanset hvilken løsning der vælges, vil det kræve store investeringer for Danmark at indfri målet om 70% reduktion i 2030. Mængden af PtX

³ Energistyrelsens Energistatistik, Danmarks Statistik, 'Eksport af energiteknologi- og service 2019' (Energistyrelsen, DI, Dansk Energi, Dansk Fjernvarme og Wind Denmark).

Figur 6.
Energi- og forsyningssektorens estimerede PtX-bidrag til indfrielse af danske klimamålsætninger

Historisk og forventet CO₂-udledning i Danmark (%)



NOTE: Danmarks klimamål om 70% reduktion i 2030 kan i stort omfang opnås ved hjælp af en række tiltag inden for elektrificering og energieffektivisering, men for at komme helt i mål vil PtX være nødvendigt.

KILDE: Energi- og forsyningssektorens klimapartnerskab, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Centrale politiske udmeldinger om PtX

Regeringens klimaprogram for 2020

- Frem mod 2030 vurderes PtX at kunne reducere 0,5-3,5 mio. ton CO₂ indenfor transport, som tæller med i forhold til 70%-målsætningen.
- Efter 2030 vurderes PtX at kunne reducere 1,5-7,5 mio. ton CO₂, hvoraf 1-4 mio. ton er fra forventede reduktioner i international skibs- og luftfart. Dette tæller ikke med i 70%-målsætningen.

Klimaaftalen for energi og industri af 22. juni 2020

- Danmark har indgået en aftale med Holland om køb af statiske andele af vedvarende energi for ca. 1 mia. kr. Provenuet skal finansiere en tilskudsordning til storskala PtX med udmøntning af støtte til to storskala PtX-projekter.
- Regeringen vil fremlægge en samlet PtX/CCUS-strategi, der skal understøtte udbredelse og udvikling af fremtidens grønne løsninger.
- Regeringen vil med den grønne forskningsstrategi igangsætte en forsknings- og udviklingsindsats for både PtX og CCUS.
- Som led i Grønt Erhvervsforum er der besluttet at nedsætte fire nye tværgående samarbejder, der skal skabe sammenhæng og synergi mellem klimaindsatser, herunder samarbejde om implementering af udvikling af strategien for PtX og CCUS.

– bare for at nå den danske 70%-målsætning – indebærer et forøget grønt elbehov på 10 TWh⁴, svarende til ca. 2,5 GW havvindkapacitet, hvilket stiller store krav til udbygningen af vedvarende energi.

Efter 2030 forventes PtX at spille en langt større rolle for at komme hele vejen til klimaneutralitet i 2050. I Danmark vil direkte elektrificering og energieffektivitet stå for hovedparten af CO₂-reduktionen frem mod 2030, mens PtX og CO₂-fangst og -lagring (CCS) vurderes at stå for størstedelen af CO₂-reduktionen fra 2030-2050⁵. PtX og CCS indgår allerede i den strategiske og politiske planlægning i dag.

Ligesom i Danmark vil EU også have behov for PtX i stor skala for at kunne opnå EU's klimamål. PtX indgår allerede i EU's planer for dekarbonisering, som er offentliggjort i **Green Deal** (2019), **Industrial Strategy** (2020) og **Hydrogen Strategy** (2020), og klimamålene for EU forventes at blive opjusteret fra 40% CO₂-reduktion i 2030 til 55-60%, hvilket vil fremrykke behovet for PtX i EU yderligere. På EU-plan vil PtX-løsninger være essentielle for at opnå dekarbonisering af industri og transport, samtidig med at løsningerne øger sektorkobling og skaber fleksibilitet og forsyningsikkerhed.

2.2. PtX er en god mulighed for at dekarbonisere industri og tung transport

Grøn brint er oplagt til at dekarbonisere den del af industrien, som allerede i dag benytter brint som råstof til produktion af ammoniak og metanol eller anvender brint i raffinaderier. Udover anvendelse i industrien er PtX særligt relevant i tung transport til længere distancer, fx i lastbiler, fly og skibe. Direkte elektrificering er ikke mulig i store dele af den tunge transport pga. batteriernes pris og størrelse. Derfor er der behov for alternative løsninger, såsom PtX-brændsler, til at dekarbonisere sektoren.

PtX-produkter er dyrere end fossile brændsler, men priserne forventes at falde markant

I dag er grøn brint og andre PtX-produkter langt fra konkurrencedygtige med fossile alternativer, jf. figur 7. Prisforskellen er mindst mellem grå og grøn brint, mens den er betydelig større mellem PtX-produkter såsom e-metanol, e-ammoniak og e-kerosen og de fossile alternativer. Forbrugernes aktuelle betalingsvillighed for sådanne grønne produkter, kan ikke dække den grønne merpris⁶.

Prisen på el inkl. eltariffer har stor betydning for prisen på grøn brint og øvrige PtX-produkter, jf. afsnit 1. Antallet af timer med lave elpriser forventes dog at stige i fremtiden, jf. figur 13.

Produktionsomkostningerne for PtX-produkter såsom e-ammoniak, e-metanol og e-kerosen påvirkes desuden af omkostninger til synteseanlæg. Prisen på disse PtX-produkter er særligt høje pga. lav effektivitet i den videre forædling af brint. Fremtidige priser for e-ammoniak, e-metanol og e-kerosen mv. påvirkes derfor i høj grad af forbedringer i effektiviteten af synteseprocesserne. Det fremgår af figur 8, at investeringsomkostningerne for både elektrolyse- og synteseanlæg ventes at falde betydeligt i fremtiden. Forholdet mellem omkostningen til elektrolyse- og synteseanlæg varierer for e-metanol, e-ammoniak og e-kerosen, men den generelle forventning er betydelige fald på 30-50% frem mod 2030.

Estimer for fremtidige produktpriser for e-kerosen og e-ammoniak fremgår i hhv. afsnit 5.4. og 5.5., hvor de samlede effekter af lavere brintomkostninger, forbedret synteseeffektivitet og billigere synteseanlæg indgår.

Grøn brint forventes at blive konkurrencedygtig inden for kemisk industri og tung vejtransport i 2025-2035

Prisen på grøn brint forventes at falde betydeligt frem mod 2030⁷ og opnå prisparitet med grå brint

⁴ Energi- og forsyningssektorens klimapartnerskabsrapport.

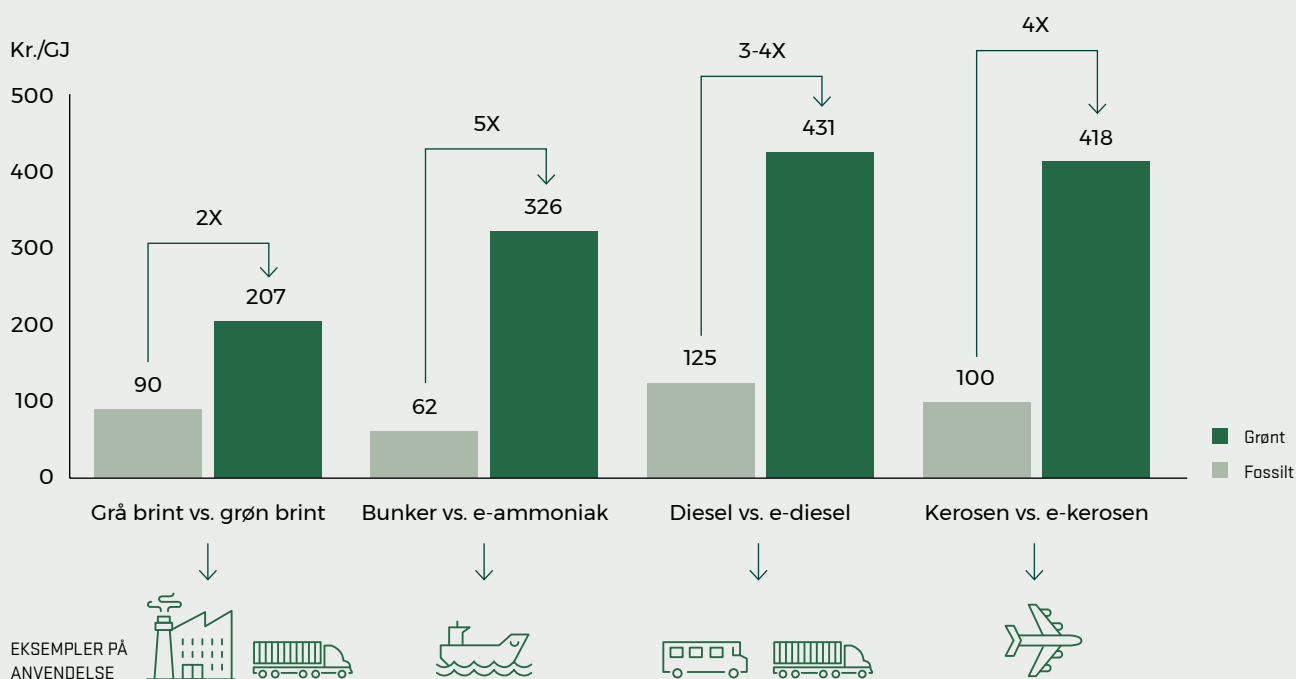
⁵ Energi- og forsyningssektorens klimapartnerskab, Hydrogen Roadmap Europe, IEA, Green Deal, Hydrogen Strategy (EU).

⁶ Partnerselskaber angiver, at <1% af kundebasen er villige til at betale en merpris på 5-10% på tværs af transportsektor.

⁷ Ea Energianalyse, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Figur 7.

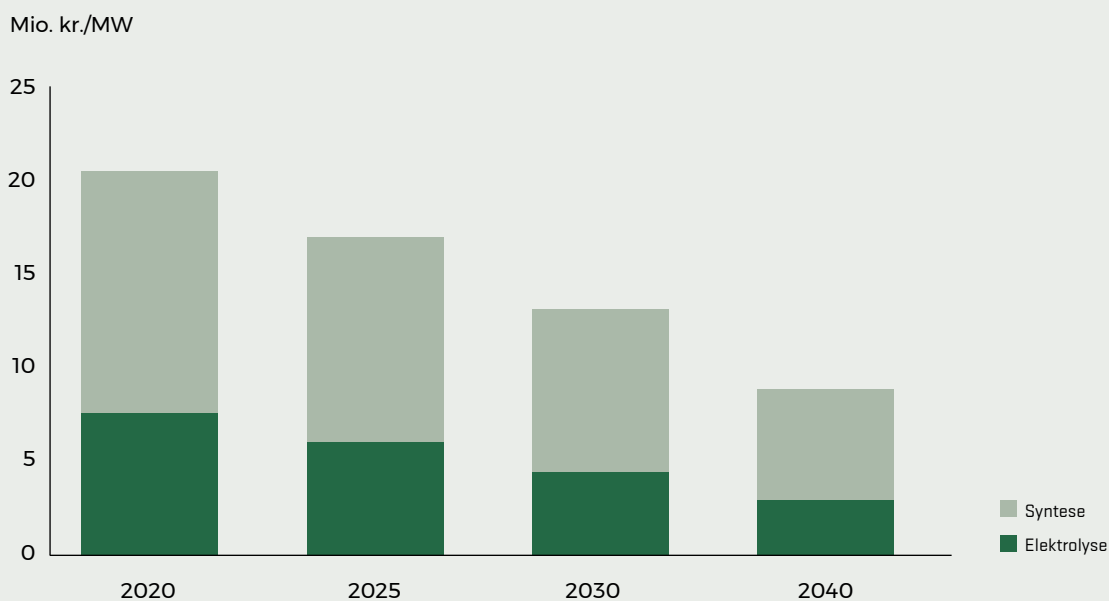
Estimeret pris for udsnit af fossile og grønne brændstoftyper i 2020



NOTE: Grå brint defineres her som brint produceret af naturgas ved hjælp af SMR uden CO₂-fangst. E-ammoniak, e-diesel og e-kerosen er baseret på grøn brint.
 KILDE: Ea Energianalyse, BloombergNEF, Energistyrelsens samfundsmæssige forbrugerpriser, Hydrogen Council, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Figur 8.

Anlægsomkostninger for et metanol-procesanlæg opdelt på elektrolyse- og synteseanlæg



KILDE: Ea Energianalyse, Dansk Energi.

omkring år 2030, jf. figur 9. Der findes en række analyser af prisudviklingen for grøn brint. Der er store forskelle i prisniveauerne i analyserne, men en stor del af dem peger på, at grøn brint når paritet med prisen for grå brint omkring 2030, herunder analysen bag EU's brintstrategi. Udviklingen drives af faldende elpriser som resultat af den planlagte VE-udbygning, øget effektivitet af elektrolyseanlæg samt forbedrede regulatoriske rammer for sektorkobling, jf. afsnit 5.2 om produktion af PtX. Tidspunktet for prisparitet påvirkes desuden af, i hvilket omfang der i fremtiden tildeles CO₂-kvoter til hhv. grå og grøn brint.

I dag modtager grå brint gratis CO₂-kvoter under EU's Emissions Trading System (ETS), mens grøn brint ikke tildeles kvoter. Europa-Kommissionen har meldt ud, at der undersøges hvordan problematikken fremadrettet kan håndteres, hvilket fx kan føre til, at grå brint i fremtiden ikke vil modtage gratis kvoter og dermed må indregne en kvotepris. Den mulige effekt af dette fremgår af figur 9 som en markant stigende prisudvikling for grå brint.

Prisen på blå brint er beregnet som prisen for grå brint produceret ved anvendelse af naturgas tillagt en fast merpris⁸ for CCS samt et lille bidrag fra stignende CO₂-kvotepris svarende til ca. 10% CO₂-udledning, som ikke fanges ved CCS. Blå brint kan være et alternativ til grøn brint i en overgangsperiode, men forventes ikke at være konkurrencedygtig på lang sigt.

Brint som brændsel finder begrænset anvendelse i eksisterende dansk industri, og potentialet for brint i industrien vil "derfor" forventelig være størst i lande med tung industri, fx Sverige, Tyskland og Holland. De første sektorer, der forventes at omlægge til PtX-brændsler, er kemisk industri og tung vejtransport, og begges forventes at anvende grøn brint.

I Danmark er der potentiale for at anvende grøn brint i raffinaderier samt til tung transport. I tung vejtransport vurderes det største potentiale at være

anvendelse i lastbiler. Særligt lange ruter med tung fragt kan forventes at konvertere mod brintlastbiler (FCEV⁹), da de totale omkostninger for ejerskabet forventes at kunne blive lavere end de totale omkostninger ved en lastbil drevet af en forbrændingsmotor, såfremt en række forudsætninger er opfyldt. Brintlastbilernes forventede voksende konkurrencedygtighed er primært drevet af et forventet fald i prisen på grøn brint, lavere vedligeholdelsesomkostninger ved en elektrisk motor og et fald i prisen for brintlastbiler, når de store bilproducenter lancerer modeller fra ca. 2023. Det er dog en forudsætning, at infrastrukturen er på plads og at potentielle misforhold i afgifter fjernes. Andre PtX-produkter, som e-metanol, e-diesel, e-benzin og dimetylæter (DME), forventes også en plads i tung vejtransport, særligt i en overgangsfasen.

Det er usikkert, hvornår industrien og tung vejtransport vil omstille mod grøn brint, og det afhænger af udviklingen i produktion af grøn brint, den nødvendige infrastruktur, brintlastbiler, CO₂-kvoter og forbrugernes villighed til at betale en "grøn" merpris.

Grønne PtX-brændsler forventes at blive konkurrencedygtige inden for luftfart og skibsfart efter 2030

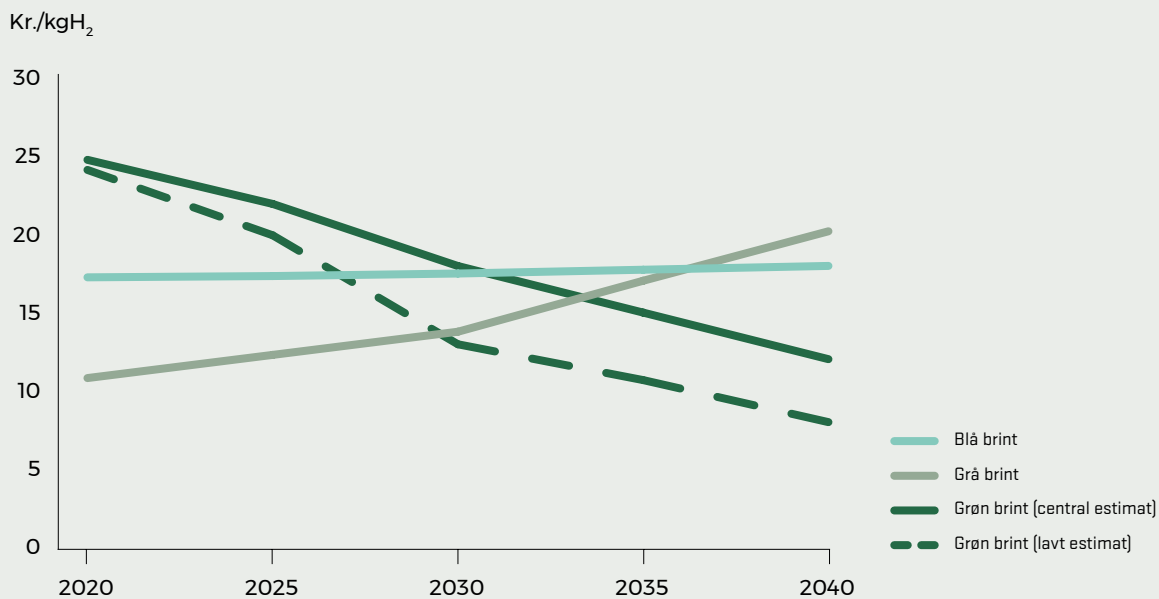
Fly kan teknisk set anvende e-kerosen i dag, da det er identisk med fossilt kerosen, men omkostningerne er ca. fire gange højere, jf. figur 7. Fald i pris på e-kerosen skal primært drives af lavere omkostninger til grøn brint, som også forventes at falde betydeligt, jf. figur 9. Det vil tage tid og kræve industrialisering af produktionen, før den grønne pris nærmer sig paritet med fossile alternativer uden støtte eller regulatorisk indgriben. Prisparitet forventes først efter 2040, jf. afsnit 5.4, men da e-kerosen ikke stiller krav til nye fly eller infrastruktur, kan det være et område, hvor aftaget hurtigt skaleres. Udover dekarbonisering ved hjælp af e-kerosen investerer flyfabrikanterne i udvikling af både el- og brintfly. Udviklingen er fortsat på et meget tidligt stadie, og flyene vil potentielt først være på markedet fra 2035¹⁰.

⁸ Prisen for blå brint er baseret på SMR-teknologien inkl. naturgasomkostningen + ca. 1 USD/kg brint til CCS i 2030. (kilde: Ea Energianalyse). Pristillægget på CCS-delen af prisen for blå brint er forbundet med betydelig usikkerhed, dvs. en markant ændring i CCS-omkostningen eller alternativ fremstillingsmåde kan potentielt sænke prisen på blå brint i fremtiden.

⁹ Fuel Cell Electrical Vehicles – brint konverteres til el i brændselsceller for at drive en elektrisk motor.

¹⁰ Airbus ZEROe concept aircraft.

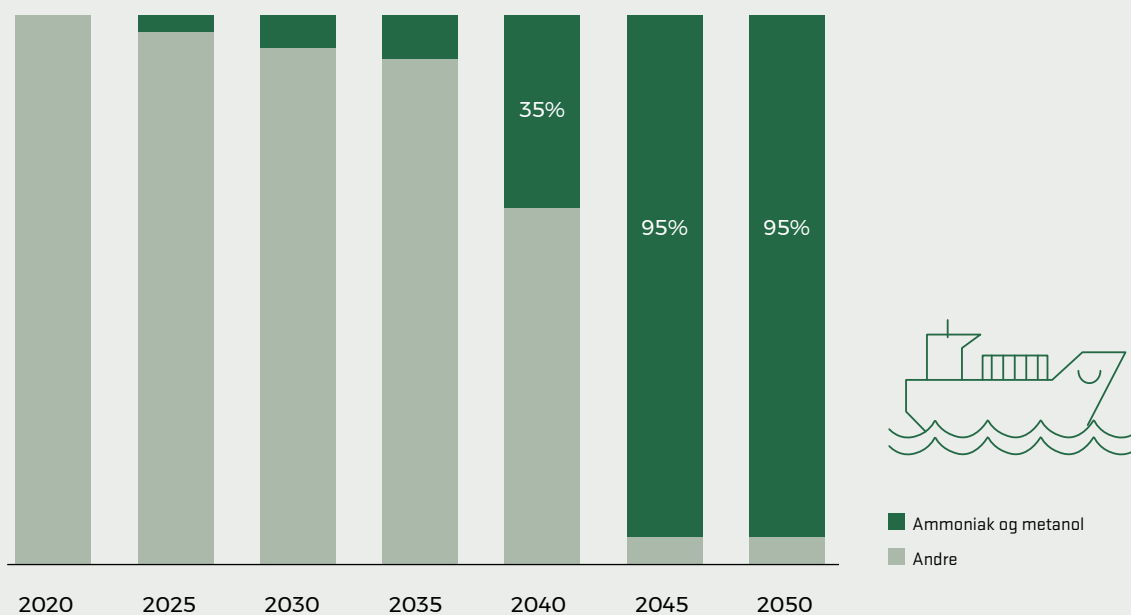
Figur 9.
Estimeret prisudvikling på grå, blå og grøn brint



NOTE: Prisspænd for grøn brint på baggrund af EA Energianalyse estimat for brintproduktion i Danmark 2020-2040 baseret på Balmorel modellen. Se uddybning for centralt estimat for brintpris i figur 24.

KILDE: Ea Energianalyse (grøn brint pris), Energistyrelsen samfundsøkonomiske forbrugerpriser, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Figur 10.
Forventet andel af PtX til global skibsfart, %



NOTE: Andelen af ammoniak og metanol anvendt i skibsfart kan udvikle sig, som angivet i denne figur, for at opfylde IMO's ambition om 50% CO₂-reduktion i 2050.

KILDE: Journal of Marine Science and Engineering, DNV-GL, Energy Transitions Commission, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

I skibsfart er teknologien endnu ikke fastlagt. E-metanol og e-ammoniak kan på sigt bruges som brændstof, men det vil kræve en ombygning af eksisterende skibe samt en komplet ny flåde og opbygning af havneinfrastruktur. I dag sejler få skibe på metanol, mens det første ammoniakdrevne skib forventes klar i 2024. Ud over en teknologisk umodenhed for PtX i skibsfart vil lavere omkostninger for grøn brint til produktion af hhv. e-metanol og e-ammoniak være en forudsætning. Markedet for e-metanol og e-ammoniak i skibsfart forventes globalt set først for alvor at få fat i 2035-2045, hvor IMO's nuværende krav om 50% reduktion i 2050 vil accelerere omlægningen¹¹.

Generelle usikkerheder for PtX i industri og tung transport

Ud over de usikkerheder, der knytter sig til aftager-siden af PtX-produkter, såsom teknologiudvikling af lastbiler, fly og skibe, er der også en række generelle usikkerheder. Det er stadig usikkert hvilke grønne brændsler, der ender med at blive mest konkurrencedygtige, og udfaldet stiller forskellige krav til produktion og infrastruktur. PtX-produktion kan foregå både centralt (ved produktionen af grøn elektricitet) og decentralt (hos slutbrugeren). Usikkerheden omkring, hvor produktionen placerer sig, og hvor aftaget vil være, stiller krav til en stepvis udbygning af brintinfrastrukturen med mulighed for løbende justering og tilpasning. Den primære usikkerhed i forhold til PtX-produkters konkurrencedygtighed er læringskurven for elektrolyseanlæg, som skal bringe anlægsomkostninger ned og effektiviteten op. Selvom det er vanskeligt at vurdere præcist hvilke PtX-produkter, der ender med at blive valgt, og hvornår de opnår fuld konkurrencedygtighed, ændrer det ikke ved, at der i fremtiden vil være et stort behov for grøn brint, som er byggestenen for dem alle.

2.3. Markedet for PtX og grøn brint i Europa forventes at vokse markant

Forbruget af brint i EU forventes at fem- eller seksdobles frem mod 2050 i takt med en stigning i produktionen af grøn brint, jf. figur 11. Udviklingen tager særligt fart i perioden 2030-2050, hvor brintforbruget firedobles. Stigningen i brintforbrug skyldes særligt anvendelse af PtX-produkter i tung transport, jf. afsnit 2.2. Øget anvendelse af grøn brint, som middel til at nå klimamålene i Danmark og EU, vil løbende stille større krav til elektrolysekapacitet, jf. figur 11, og her forventes en eksponentiel stigning frem mod 2050. I 2030 har EU en ambition om selv at producere 10 mio. ton grøn brint (svarende til 40 GW elektrolysekapacitet) og ligeledes importere 10 mio. ton grøn brint¹². For at dække EU's forventede behov for grøn brint i 2050 skal der etableres i omegnen af 200-250 GW elektrolysekapacitet, hvilket svarer til ca. 400 GW hawindkapacitet. Til sammenligning er den nuværende elektrolysekapacitet under opførelse i Danmark 34 MW.

Omverdenen investerer i Power-to-X nu

Private investorer ser et potentiale i PtX, hvilket ses ved, at markedsværdien for virksomheder med fokus på grøn brint er steget 300-500% over de seneste 18 måneder¹³. Også blandt erhvervsledere har PtX-produkter fået større opmærksomhed. I en undersøgelse fra 2020 blandt topledere i olie- og gasindustrien svarede 42%, at deres virksomhed vil investere i brintindustrien i løbet af 2020¹⁴. Til sammenligning var resultatet 20% i 2019. En øget prioritering af PtX blandt energivirksomheder ses desuden ved, at en række store energikoncerner har valgt PtX som et strategisk fokusområde, fx. Shell, Ørsted og Vattenfall¹⁵. Lande både i og uden for Europa har allerede lagt strategier for produktion og infrastruktur af PtX samt afsat store beløb til at støtte omlægningen, jf. figur 12.

¹¹ Journal of Maritime Science and Engineering, DNV-GL, Energy Transition Commission.

¹² Hydrogen Roadmap Europe.

¹³ Plug Power, ITM, Powercell, Ballard.

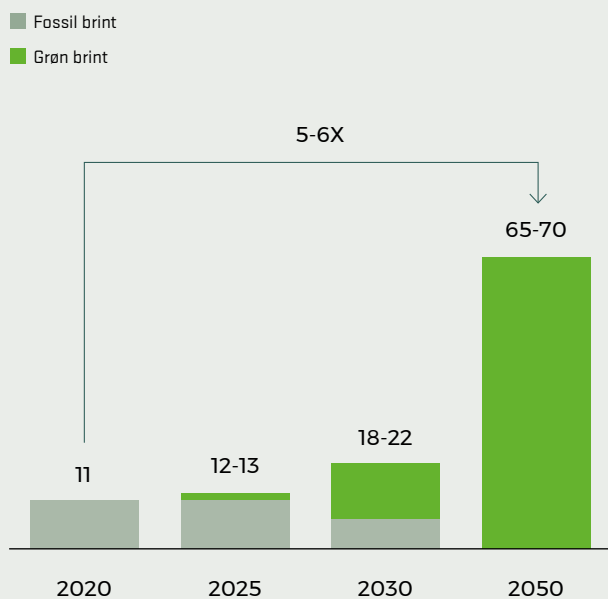
¹⁴ DNV GL, Heading for Hydrogen, The oil and gas industry's outlook for hydrogen, from ambition to reality 2020.

¹⁵ Eksempler: Shell projekt NorthH2, Ørsted projekt Gigastack, Vattenfall projekt Hybrit.

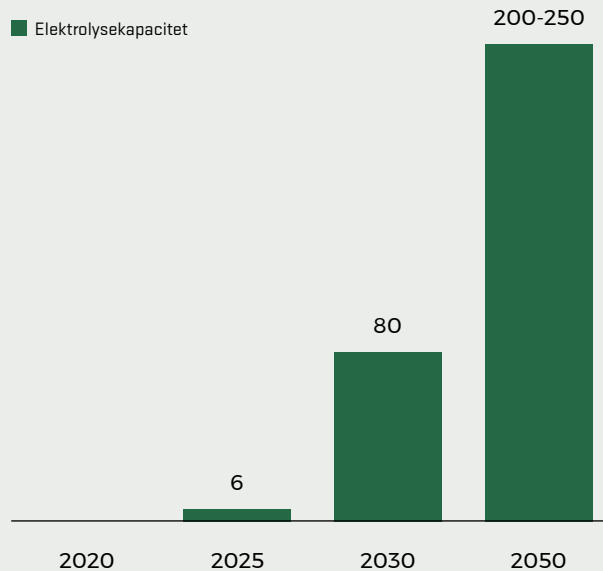
Figur 11.

Forventet udvikling i europæisk efterspørgsel og produktionskapacitet af grøn brint

Forventet forbrug af brint i Europa (mio. ton H₂)



Nødvendig elektrolysekapacitet for at dække forbruget af brint i Europa (GW)



NOTE: EU estimerer, at 40GW elektrolyse kan producere 10 mio. ton brint, hvilket forudsætter, at elektrolyseanlæggene er i fuld drift hele året.

KILDE: Hydrogen Roadmap Europe; Institute of Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA.org), International energy agency, IEA, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Figur 12.

Overblik over landes mål for grøn brint og støttemidler

	Brintproduktion	Afsat støtte
EU	6 GW i 2025 og 40 GW i 2030	180-310 mia. kr.
Tyskland	2 GW i 2025 og 5 GW i 2030	67 mia. kr.
Holland	0,5 GW i 2025 og 3-4 GW i 2030	375 mio. kr. årlig støtte
Frankrig	6,5 GW i 2030	53 mia. kr.
Portugal	2,0 GW i 2030	Ca. 7 mia. kr.
Korea	1,5 GW i 2022 og 15 GW i 2040	25 mia. kr. frem mod 2030
Japan	15 GW i 2040	Støtte til køb af brintbiler
Australien	Ingen specifik GW mål	1,7 mia. kr.

KILDE: Brintstrategi for EU, Tyskland, Holland, Frankrig, Korea og Japan, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Specielt lande som Tyskland, Holland og Frankrig har afsat store summer til støtte for at opbygge PtX-produktion og -infrastruktur. Nationale strategier kan være med til at skabe klarhed for virksomhederne og derved give et mere sikkert grundlag for, at de kan satse på PtX.

2.4. Danmark har gode forudsætninger for en styrkeposition inden for PtX

Adgang til store mængder konkurrencedygtig grøn el

Konkurrencedygtige elpriser er en afgørende faktor for at kunne producere konkurrencedygtig grøn brint, da el i dag udgør ca. 50% af de totale produktionsomkostninger, jf. figur 4. Danmark kan producere konkurrencedygtig grøn el og levelised cost of energy (LCoE)¹⁶ for sol, hav- og landvind er allerede i dag lavere end el, produceret fra fossile brændsler som gas og kul¹⁷. I Europa har vindenergi i gennemsnit 10-15% lavere LCoE end storskala solenergi og er derfor stadig den billigste produktionsform¹⁸. Danmark har gode vindressourcer og flere attraktive geografiske områder til udbygning af havvind. Med de nuværende politiske restriktioner kan der opføres 40 GW havvind på dansk sokkel, mens det samlede tekniske maksimum vurderes til at være i omegnen af 180 GW¹⁹.

Et elektrolysanlæg med fleksibel drift vil kunne udnytte de billigste timer og derved reducere driftsomkostninger til el. Den billige grønne el er essentiel for, at Danmark kan være konkurrencedygtig i produktion af grøn brint. En voksende andel af grøn strøm i elproduktionen vil medføre større udsving i elpriserne og dermed flere timer med lave elpriser. Varighedskurven for elpriser i Danmark, som fremgår i figur 13, viser flere timer med lave elpriser i fremtiden, hvilket gør brintproduktionen billigere. En simulering af spotprisen for el i Danmark foretaget af Ea Energianalyse viser, at elprisvariationen vil stige markant i fremtiden. Investeringssomkostningen til elektrolyseanlæg for-

ventes også at falde markant, jf. figur 8, hvilket samlet set betyder, at det vil være rentabelt at producere brint ved væsentlig færre driftstimer i fremtiden. Samlet set får det den samlede omkostning til brintproduktionen i Danmark til at falde markant, hvilket er vist tidligere på figur 9.

Danmark har en god geografisk placering for eksport af grøn brint

Nordvesteuropa, herunder særligt Holland og Nordrhein-Westfalen i det nordlige Tyskland, forventes at blive et centrum for grøn brint i Europa. Området har brinttving industri, adgang til Nordsøen samt en god eksisterende gasinfrastruktur, hvor Holland og Tyskland overvejer ombygning af dele af infrastrukturen til at transportere brint. Ydermere har begge lande ambitiøse strategier på området og udviser politisk proaktivitet ift. regulering og samarbejdsaftaler²⁰. Frankrig har også fremlagt en ambitiøs strategi på området, jf. figur 12, og kan sammen med Tyskland og Holland blive et attraktivt eksportmarked. På baggrund af de tre landes udmeldinger om forventet brintforbrug og -produktion i 2030 tyder det på, at der vil være et potentiale for eksport på ca. 1,9 mio. ton grøn brint, jf. figur 14. Denne brintmængde udgør et marked på ca. 65 mia. kr.²¹ Også andre nærliggende brintmarkeder kan være interessenter ift. eksport, fx Göteborg i Sverige.

En tæt geografisk placering på eksportmarkeder kan på sigt blive en dansk komparativ fordel, da transportomkostninger kan vise sig at være udslagsgivende i konkurrencen om at producere billig grøn brint, jf. figur 15. Der vil være konkurrenter på eksportmarkederne fra andre lande, som muligvis kan producere grøn brint med lave produktionsomkostninger ved brug af billig grøn elektricitet. Der kommer dog en merpris til konvertering af brint til fx flydende brint eller ammoniak samt en transportomkostning, der afhænger af afstanden. Danmark kan få en konkurrencemæssig fordel for eksport af brint til nærliggende

¹⁶ Levelised cost of energy angiver de samlede levetidsomkostninger sammenholdt med den producerede mængde energi.

¹⁷ Ved nyopførelse af produktionskapacitet – Energistyrelsen [2019].

¹⁸ IRENA: Renewable Power Generation Costs in 2018.

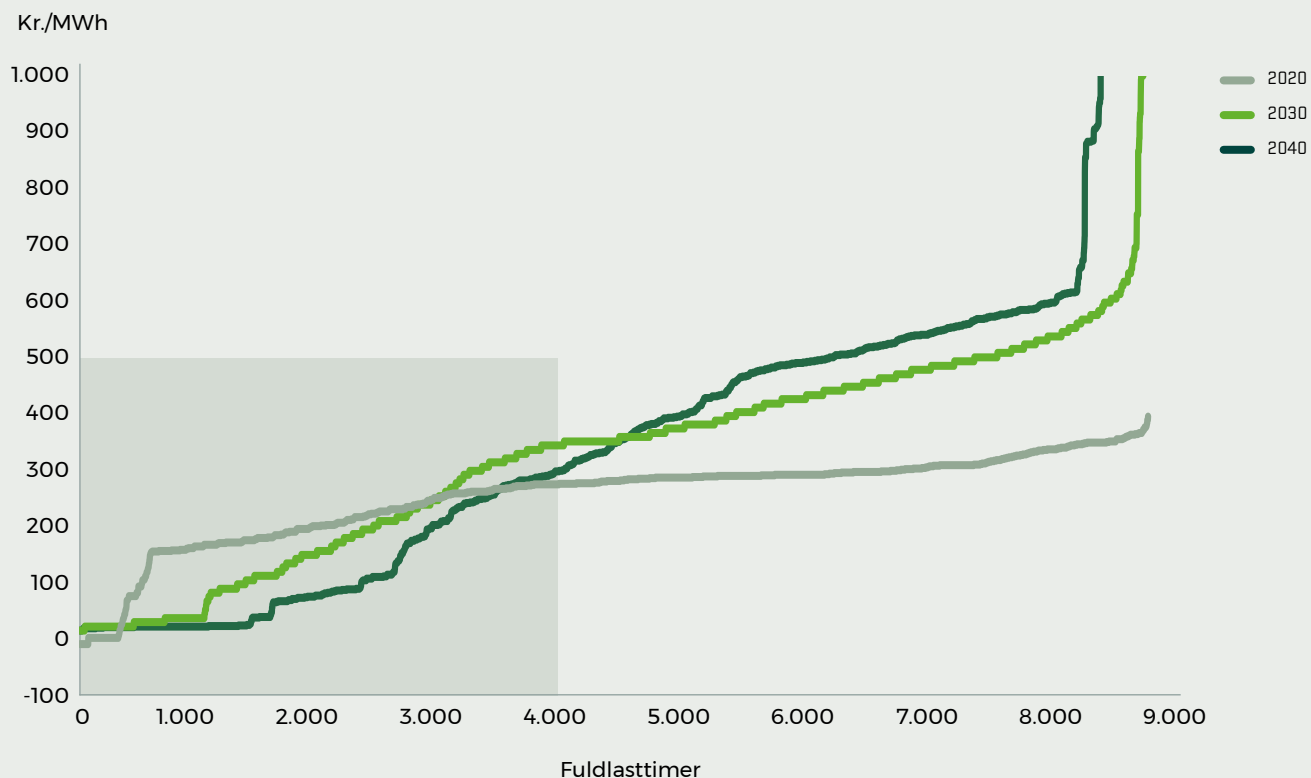
¹⁹ Energi- og forsyningssektorens klimapartnerskabsrapport.

²⁰ Forbes, Thyssengas, World Financial Review.

²¹ Forventet produktionsomkostning på grøn brint i 2030 er benyttet som proxy for pris = 22 kr./kgH₂, jf. afsnit 5.2.

Figur 13.

Markant flere timer med lave elpriser frem mod 2030 og 2040



NOTE: Figuren afbilder varighedskurven i henholdsvis 2020, 2030 og 2040. Den viser elpriser pr. time i Danmark sorteret fra lavest til højest elpriser. Elpriserne er beregnet vha. Balmorel-modellen. Den laveste brintpris fås fra et elektrolyseanlæg med ca. 8.000 fuldlasttimer/år i 2020 faldende til 6.000 timer/år i 2025 til ca. 4.000 timer/år i 2030 (hvormed afregningsprisen for elektrolyse er ca. 170 kr./MWh).

KILDE: Ea Energianalyse, Dansk Energi.

lande, hvis der etableres et brintrør til eksport, da dette har markant lavere transportomkostninger og ikke kræver konvertering af brint²².

Danmark har ligeledes mulighed for at eksportere flydende PtX-produkter såsom e-ammoniak og e-metanol, hvis dansk produktion er konkurrencedygtig og efterspørgslen er til stede. Alle elementer i transport og handel med ammoniak eksisterer i dag, da ammoniak benyttes globalt til kunstgødning over hele verden.

Der kan blive tæt konkurrence mellem e-ammoniak produceret i Danmark med gode vindressourcer og e-ammoniak produceret i solrige områder som fx Nordafrika, da produktionsomkostningerne i fremtidens ventes at være på samme niveau, jf. figur 16. Udviklingen i ammoniakprisen beskrives yderligere i figur 31.

Danmark har et energisystem i verdensklasse hvor sektorkobling kan sænke prisen på PtX

Udover konkurrencedygtig produktion af grøn elektricitet og en god geografisk placering for eksport er det danske energisystem ad flere omgange blevet kåret til verdens bedste²³. Anerkendelsen skyldes bl.a. høj forsyningsikkerhed og et stærkt sammenhængende energisystem. Samspillet i det danske energisystem, bestående af elsystemet, gassystemet og fjernvarme, giver gode vilkår for sektorkobling, som kan reducere de samlede omkostninger til PtX-produktion i Danmark. Fx kan varme fra elektrolyse- og synteseanlæg anvendes i fjernvarmesystemet og hermed reducere prisen på PtX-produktet og bidrage til øget energi-effektivisering. En illustration af sektorkobling fremgår af figur 17.

²² Ved skibstransport er det nødvendigt at konvertere brint fra gas til væske.

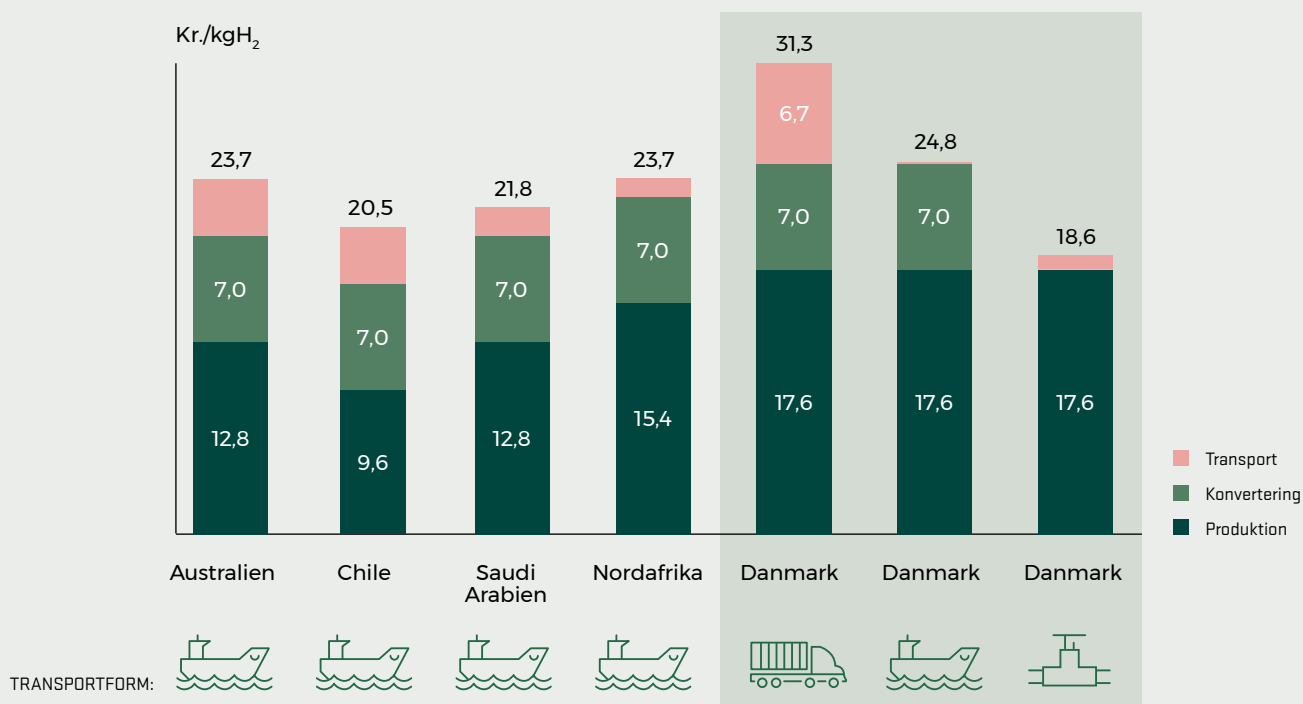
²³ World Energy Council og Det Internationale Energiagentur.

Figur 14.
Estimeret behov for import af grøn brint i Nordvesteuropa



NOTE: Tyskland, Holland og Frankrigs brintstrategi.
 KILDE: Dansk Energi, Bain & Company analyse.

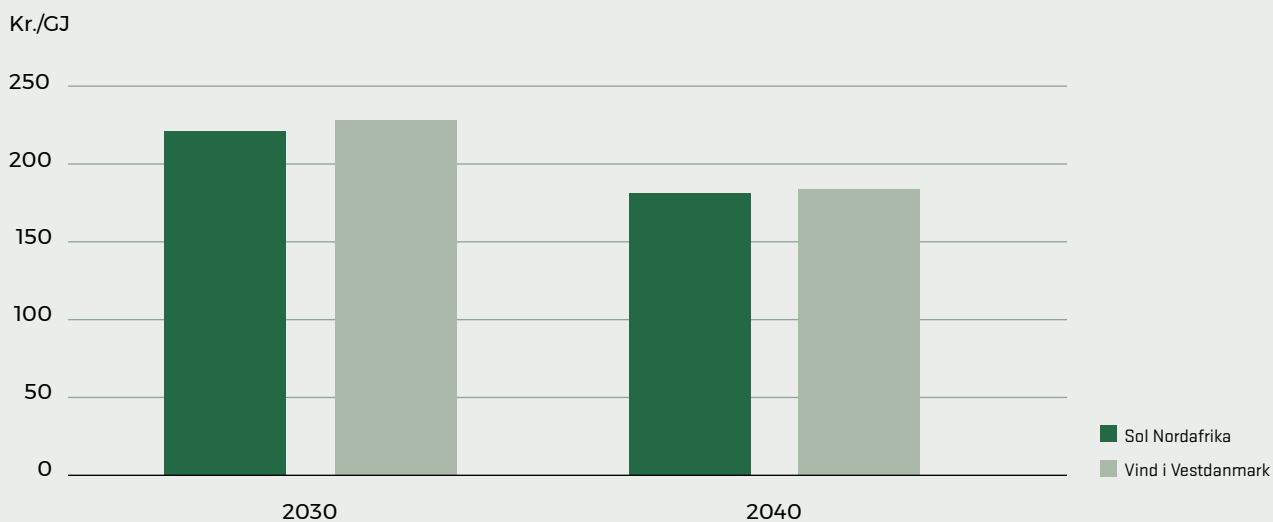
Figur 15.
Estimerede omkostninger for eksport af grøn brint til Rotterdam i 2030



NOTE: Konverteringsomkostninger er ens i alle lande. Produktionsomkostninger i Danmark er uden tarif for at kunne sammenligne med LCDE fra andre lande.
 Transportomkostninger med skib er baseret på direkte distance til Rotterdam. Distancen for tankbil fra Danmark er 350 km.
 KILDE: Europa-Kommissionen, Ea Energianalyse, European Hydrogen Backbone rapport, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

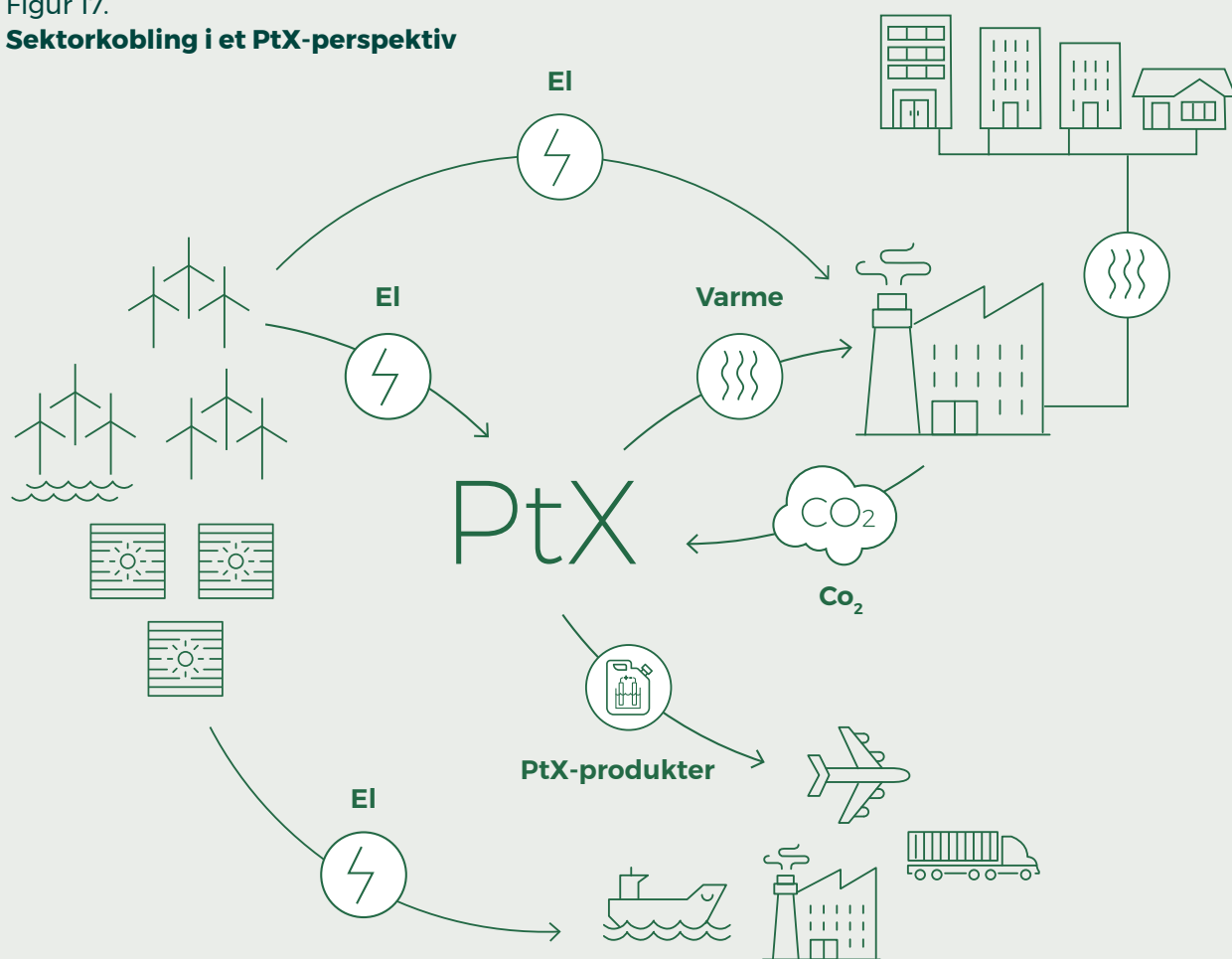


Figur 16.
Produktionsomkostninger for e-ammoniak i Danmark sammenlignet med Nordafrika



KILDE: Ea Energianalyse.

Figur 17.
Sektorkobling i et PtX-perspektiv



3.

Centrale hensyn for Power-to-X i Danmark

PtX bliver helt afgørende, hvis vi skal løse de nationale og globale klimaudfordringer, men Danmark står over for en særlig udfordring, da forbruget afhænger af tilgængeligt udbud fra produktionsiden, og produktion afhænger af tilstrækkelig efterspørgsel fra forbrugssiden – og ingen af disse er aktuelt til stede. Dette strukturelle paradoks, som er illustreret i figur 18, skal løses for at få gang i PtX i Danmark.

Uden støtte eller anden tilskyndelse vil forbrugssiden først efterspørge de nye grønne PtX-produkter og foretage de nødvendige teknologivalg, når prisen på produkterne er konkurrencedygtige.

PtX-produkterne bliver først konkurrencedygtige, når der sker en tilstrækkelig industrialisering og skalering af produktionen. Industrialisering og skalering af produktionen igangsættes først, når der er sikkerhed for aftag – altså når forbrugerne efterspørger eller forpligter sig til at aftage produkterne. Vi kalder det PtX-paradokset.

Der er behov for initiativer, der kan være med til at løse PtX-paradokset, så vi får sat skub i produktionen og anvendelse af PtX-produkterne.

Andre lande er i gang. De har også set behovet for en massiv udbygning og industrialisering af PtX, både for at løse klimaudfordringerne, men også for at høste de kommercielle gevinster, der er i at bygge en industri til servicering af verdens klimabehov.

Vi står derfor ved en skillevej, hvor vi enten kan stille os tilfreds med at være leverandør af grøn strøm, og dermed overlade forædlingen og PtX-produktionen til andre, eller vi kan tage del i industrialiseringen og

være med at opbygge kompetencer på dette felt. Vores konklusion er, at vi skal investere i, at Danmark bliver rigere ikke kun på eksport af strøm, men også fremtidens grønne energiresourcer i form af PtX-produkter.

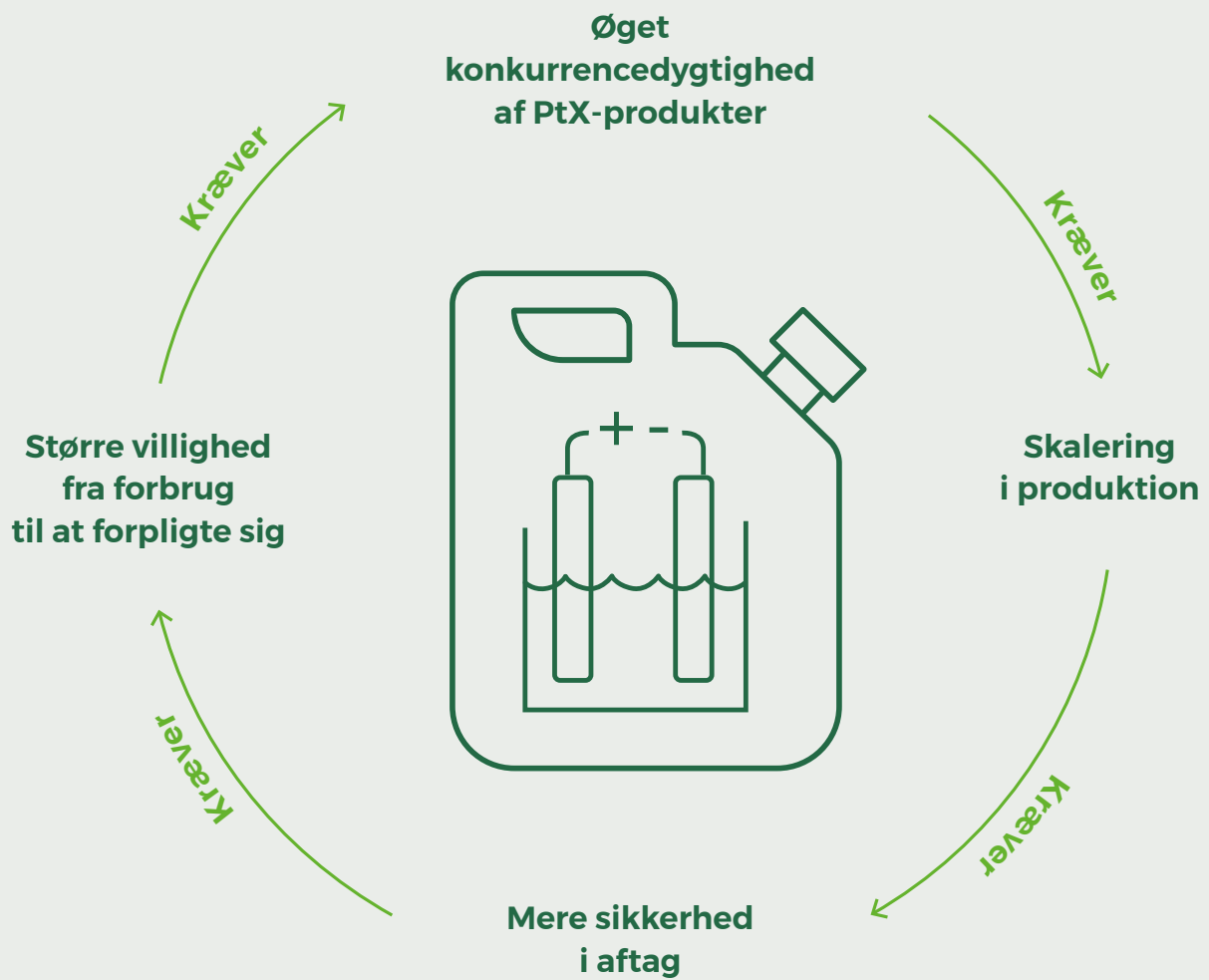
Men for at lykkes er der fem centrale hensyn, som er nødvendige at tage højde for, når en dansk PtX-strategi fastlægges.

1.

National efterspørgsel kan ikke drive industrialiseringen – derfor er det nødvendigt med både et nationalt og et internationalt spor

Danmark er generelt et lille marked. I forhold til udvikling af PtX er det danske marked i dag endnu mindre, fordi vi ikke i nævneværdigt omfang har en brintforbrugende industri. Danmark kan således ikke forfølge en industrialiseringsstrategi baseret på national efterspørgsel alene. På kort sigt ligger de store aftag af grøn brint i vores nabolande syd for grænsen, og dermed drives forbruget af internationale rammer og retning. Det samme er tilfældet med transportsektorens behov for PtX-produkter, som i høj grad defineres af de europæiske og globale markeder. Danmark er derfor dybt afhængig af EU-regulering og et internationalt samarbejde. Dette er nødvendigt for at kunne sætte rammerne for en grøn efterspørgsel, der kan skabe en lige europæisk spillebane for virksomhederne og dermed øge den globale betalingsvilje. Det er desuden nødvendigt for at definere europæiske og globale markedsrammer for infrastruktur og handel med PtX-produkter. Derfor skal strategien have både et nationalt og et internationalt spor.

Figur 18.
PtX-paradokset



KILDE: Dansk Energi, Bain & Company Analyse.

2.

Danmark er en lille åben økonomi med udenlandsk konkurrence – derfor skal virkemidler vælges med omhu, så danske virksomheder ikke stilles dårligere i konkurrencen end udenlandske

Som en lille åben økonomi er både import og eksport af varer og ydelser nødvendig for Danmark. De krav, som stilles til danske virksomheder, er afgørende for, om virksomhederne kan overleve i et internationalt marked. National særlovgivning med skrappe klimakrav eller høje afgifter kan medføre en betydelig risiko, som vil kunne skade dansk konkurrenceevne og føre til øget import på bekostning af danskproducerede varer, ydelser og i sidste ende udflytning af produktion og danske virksomheder. Det betyder først og fremmest tab af danske indtægter og arbejdspladser, men også at de tiltænkte klimagevinster udebliver, fordi aktiviteter og forbrug blot flyttes uden for Danmarks grænser. Virkemidler skal derfor indrettes klogt, så de ikke stiller danske virksomheder dårligere i konkurrencen end udenlandske. Det kan eksempelvis betyde, at krav, der sikrer en efterspørgsel, kombineres med understøttende initiativer. Hvis igangsættelse af en dansk PtX-satsning lykkes, vil danske virksomheder kunne få et grønt forspring. Dette gælder ikke blot de virksomheder, der eksporterer de grønne løsninger, der er nødvendige i en PtX-produktion, men også de virksomheder der aftager PtX-produkterne.

3.

Tillid til at kunne få PtX-produkter er afgørende for forbrugssidens valg af teknologi, hvorfor rettidig udbygning af produktionskapaciteten er nødvendig og kræver investeringer, før efterspørgslen er på plads

For aftagerne af PtX-produkter er både pris og tilgængelighed afgørende, når forbrugerne skal træffe teknologi- og forbrugsvalg. Omstillingshastigheden af forbrugssiden er hurtigere, end etableringen af den nødvendige VE- og elektrolysekapacitet, jf. figur 19. Hvis udbygningen af PtX sker for sent, kan der opstå flaskehalse og forsinkelser i den grønne omstilling. Modsat kan efterspørgslen lettere indhente en potentiel 'for hurtig' produktionsudbygning, jf. figur 19. Grøn brint, der ikke afsættes på hjemmemarkedet, vil kunne eksporteres til andre markeder såsom Tyskland og Holland. Derfor er en rettidig udbygning af produktionskapaciteten nødvendig, hvilket kræver beslutninger og investeringer, før efterspørgslen er endeligt på plads.

4.

Vi har demonstreret teknologien, men ikke i industriel skala. Næste skridt er derfor projekter i stor skala for at industrialisere PtX og øge konkurrencedygtigheden til fossile alternativer

Vi kender teknologierne, og de første skridt mod 2030 er derfor at opstarte en industriel skalering af både udbud og efterspørgsel. Denne udvikling drives bedst af erhvervslivet. Forskning kan og skal understøtte industrialiseringen, både ved at forfine produktionsteknologier og anvendelsen af PtX-brændslerne samt ved at opbygge kompetencer og tiltrække dygtige kandidater og eksperter, der kan arbejde i industrien. Forskningen kan ikke sikre investeringer i PtX eller høste gevinsterne, som opnås ved en industrialisering. Ved at implementere teknologien i stor skala optimeres og tilpasses teknologien til industriel drift, mens omkostningerne drives ned, og konkurrencedygtigheden øges. Derfor er forskning nødvendig som understøtning af fremtidens PtX-industri og -udvikling, men der skal andre tiltag til for at få gang i de nødvendige storskala-projekter.

5.

De teknologiske og markedsmæssige risici er mange – derfor skal de deles af private investorer og samfundet, indtil PtX-brændsler er konkurrencedygtige

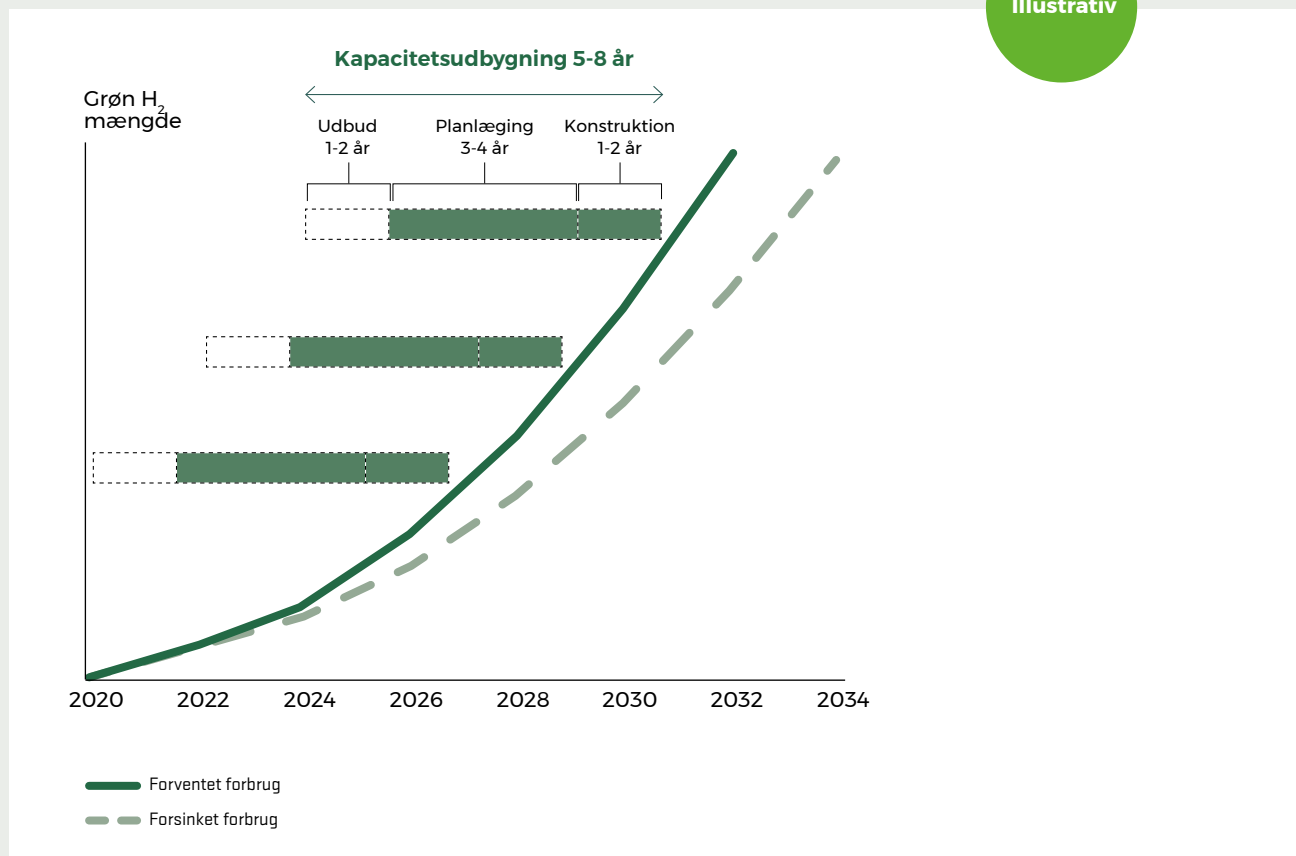
Der er mange uafklarede spørgsmål, usikkerheder og variationer, når man betragter produktion, distribution og forbrug af PtX-produkter. Læringskurven for elektrolyse både i forhold til etablering og drift vil påvirke prisen på PtX-produkter. Hvilke PtX-produkter og -teknologier, der vil modnes, og i hvilket tempo det vil ske, er endnu uvist. Markedsdannelsen vil løbende ændre sig, idet PtX-produktion kan foregå både centralt (ved produktion af grøn elektricitet) og decentralt (ved forbrug af PtX) og bl.a. påvirke behovet for infrastruktur. Alt i alt står investorer over for mange og store risici. Uden tilstrækkelig afdækning af disse risici vil kapitalen søge mod områder med større sikkerhed. Derfor er det afgørende for investeringerne i PtX, og dermed også industrialiseringen, at risici deles mellem investorer og samfund, indtil PtX-produkterne er konkurrencedygtige.

Figur 19.

PtX kapacitetsudbygning og teknisk omstillingshastighed af forbrugssegmenter

Timing i udvikling i kapacitetsudbygning og forbrug af PtX

Illustrativ



Teknisk omstillingshastighed



1-2 år.
 Fuld kompatibilitet med nuværende processer og infrastruktur.



4-6 år.
 Kræver nye køretøjer. Diesellastbiler afskrives typisk over 5 år.²



1-2 år.
 Fuld kompatibilitet med nuværende processer og infrastruktur.¹



+15 år.
 Kræver ny flåde. Containerskibe afskrives typisk over 25-30 år.²

NOTE: ¹ Seneste store offshore havvindmøllepark, Horns Rev 3, tog 7 år at opføre, fra Folketinget vedtog at opføre parken, til den var klar til drift.

² For tung vejtransport og skibsfart skal infrastruktur omlægges, men dette vurderes ikke en begrænsende faktor for omstillingshastigheden.

KILDE: Energifaen 2018, Ekspertinterviews, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

4.

En ambitiøs og agil dansk PtX-strategi

Danmark står over for en stor mulighed med PtX, hvis vi formår at udnytte de danske styrkepositioner og tage de rigtige foranstaltninger i det strategiske arbejde. PtX kan både bidrage til at løse de danske og ikke mindst de globale klimaudfordringer samt skabe betydelig økonomisk vækst for Danmark. Der er behov for, at udbud og efterspørgsel udvikles parallelt for at undgå flaskehalse i PtX-udviklingen og den grønne omstilling. Landene omkring os er i gang, så der er behov for, at vi handler nu.

Derfor skal Folketinget inden for 6 måneder bane vejen for, at Danmark får lagt fundamentet for en ny grøn industri. Det betyder, at regeringen og et flertal i Folketinget skal vedtage en ambitiøs og agil PtX-strategi, der omfatter hele værdikæden fra produktion til anvendelse af PtX-produkterne. Staten skal afsætte ca. 10 mia. kr. i perioden 2021-2030 til kickstart og industrialisering af PtX-produktion og understøttelse af teknologiskiftet i de sektorer, der skal anvende PtX-produkterne.

Danske selskaber har gode forudsætninger for at etablere en stærk position inden for PtX, og der er behov for en ambitiøs dansk PtX-strategi for at indfri disse. Det er desuden vigtigt, at PtX-strategien skaber større investeringssikkerhed for private aktører ved at klarlægge planer for ændringer i regulering, udbud og støttemodeller samt udbygning af infrastruktur. Strategien bør stå på to ben med fokus på både en national og en international vinkel. De nationale indsatsområder skal sætte gang i den danske PtX-industri på kort sigt, mens de internationale indsatsområder skal sikre den langsigtede udvikling og efterspørgsel. Indsatsområderne skal sammen med en klar governance-struktur sikre, at den danske ambition for PtX opfyldes, som det er illustreret i figur 20.

Figur 20.

En ambitiøs og agil PtX-strategi med fire nøglekomponenter

Ambition

- En ambitiøs PtX-indsats der sikrer, at Danmarks væsentlige styrker inden for PtX udnyttes til, at Danmark bliver fossilfri og bidrager til global grøn omstilling via eksport af energi og teknologi
- Ambitionen skal understøtte en udledningsreduktion på 2,5 mio. ton CO₂ i Danmark i 2030

National indsats

- Kickstart af den danske PtX-indsats vha. subsidier og regulering
- Etablering af det strukturelle grundlag for fuld industrialisering af markedet. Fokus er på produktion af PtX-produkter med henblik på at reducere omkostningerne
- Modning af aftagersiden og den grønne efterspørgsel

International indsats

- Implementering af regler og rammer for et internationalt marked, hvor værdien af grøn brint er tydelig
- Skub på den internationale efterspørgsel af PtX, så konkurrencesituationen for danske virksomheder ikke forringes, og der skabes et marked til afsætning af danske PtX-produkter og -teknologier

Handlekraftig governance

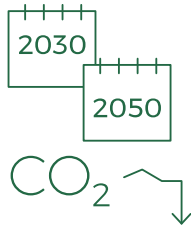
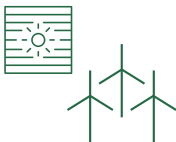
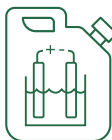
- PtX kræver en helt anden forpligtende og agil samarbejdsform mellem industri og regering, end den som har været gængs praksis i Danmark
- Danske virksomheder har hånden på kogepladen, men også fingeren på pulsen, da det er dem, der skal investere på både produktions- og forbrugssiden
- Etablering af en klar governance-struktur, hvor erhvervslivet løbende involveres og tages med på råd om fremtidige tilpasninger af PtX-strategien, og hvor regeringen sikrer sig en løbende rapportering af strategiens realisering

Figur 21.

Anbefalede ambitioner og mål for en dansk PtX-strategi (2030 og 2050)

	2030 ambition	2050 ambition
Nationale klimamål	<ul style="list-style-type: none"> • 70% reduktion i årlige nationale udledninger sammenlignet med 1990 • Danmark skal være et foregangsland, og bidrage til grøn omstilling og CO₂-reduktion uden for landets grænser 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaneutralitet • Globalt bidrag til grøn omstilling

Mål for PtX

<p>Forbrug</p> 	<p>Danmark bør ved brug af PtX reducere CO₂-udledningen med 2,5 mio. ton, hvilket kan fordele sig således:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tung vejtransport: 1-1,5 mio. ton CO₂ • Luftfart: 0,5-1 mio. ton CO₂ • Skibsfart: 0,2-0,3 mio. ton CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Danmark har en effektiv PtX-værdikæde med anvendelse af brintbaserede brændsler i både industri, tung trafik, skibs- og luftfart
<p>Produktion</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Danmark har +3 GW elektrolyse kapacitet samt tilsvarende VE-kapacitet ud over behovet for grøn el til direkte elektrificering 	<ul style="list-style-type: none"> • Danmark har tilstrækkelig produktion af VE og elektrolysekapacitet til at dække hjemligt behov og eksportere betydelige mængder PtX derudover
<p>Eksport</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Danmark er nettoeksportør af PtX-brændsler og -teknologi og positioneret til at tage en rolle som storeksportør af grøn brint og brintbaserede brændsler 	<ul style="list-style-type: none"> • Danmark eksporterer betydelige mængder af grøn brint og grønne brintbaserede brændsler samt teknologi og løsninger

KILDE: Dansk Energi, Bain & Company analyse.

4.1. Ambition for PtX i Danmark

Danmark skal udnytte PtX til at blive klimaneutral og bidrage til den globale grønne omstilling via eksport af energi og teknologi. Ambitionen tager udgangspunkt i klimalovens mål om nationale reduktioner i hhv. 2030 og 2050 samt ambitionen om, at Danmark skal være et foregangsland i grøn omstilling og aktivt bidrage til at mindske de globale udledninger ved eksport af grøn energi, teknologi og løsninger, jf. figur 21.

For at nå 70%-målsætningen i 2030 har Danmark brug for PtX for at kunne dekarbonisere de dele af økonomien, som ikke kan dekarboniseres gennem direkte elektrificering, energieffektivisering eller andre eksisterende løsninger. Samtidig skal Danmark – som et grønt foregangsland – bidrage til omstillingen uden for landets grænser. PtX vil dermed drive en mindre del af udledningsreduktionen frem mod 2030, mens det vil spille en langt større rolle frem mod målet om fuld klimaneutralitet i 2050. Det er derfor vigtigt, at det, vi gør nu, både adresserer 2030-målet og skaber fundamentet for at udnytte de muligheder, der kommer efter 2030, både klimamæssigt og økonomisk.

Mål for dansk PtX-indsats bør være en reduktion på 2,5 mio. tons CO₂ i 2030

En ambitiøs dansk PtX-strategi og -satsning anbefales at levere 2,5 mio. ton CO₂-reduktioner på tværs af vejtransport, luft- og skibsfart. Her vil ca. 1,5 mio. tons bidrage til reduktion af nationale emissioner i 2030 og hermed tælle med i 70%-målet²⁴, mens ca. 1 mio. ton nedbringer internationale emissioner fra skibe og fly der afgår fra Danmark.

Til sammenligning har regeringen skønnet, at PtX kan levere 0,5-3,5 mio. ton CO₂-reduktion i 2030, jf. afsnit 2.1.

Mål for PtX er fordelt på produktion, forbrug og eksport

PtX-produktionen til at dække ambitionen kræver ca. 0,35 mio. tons brint i 2030, hvilket kan leveres med ca. 3 GW elektrolysekapacitet²⁵. Den optimale

elektrolysekapacitet til at levere PtX-produktionen afhænger af en række forhold og kan derfor være højere, hvorfor ambitionen er +3GW elektrolyse.

Danmark har gode muligheder for eksport af PtX-produkter, -teknologi og -viden, hvilket både bidrager til den grønne omstilling uden for landets grænser samt til skalering og udvikling af den danske PtX-industri. Der ventes stor efterspørgsel efter grøn brint fra Nordvesteuropa allerede i 2030²⁶, og dansk brintproduktionskapacitet bør af den grund dimensioneres efter den mest ambitiøse forventning til dansk PtX-forbrug.

4.2. 10 politiske indsatsområder til at indfri ambitionen

Regeringens PtX-strategi skal bidrage til at reducere de danske og globale CO₂-udledninger samt sætte gang i en ny grøn industri, der kan skabe arbejdspladser og indtægter til Danmark. 10 politiske indsatsområder skal omsætte ambitionerne til handling og understøtte en industriel skalering af PtX-forbrug og -produktion i og omkring Danmark.

Nationalt skal danske myndigheder bidrage til og understøtte en kickstart af en dansk PtX-industri ved brug af støtte og regulering. De skal desuden planlægge, at de nødvendige rammer, såsom infrastruktur, etableres i rette tid til at skabe fundamentet for en industrialisering af markedet.

1. Støtte til værdikædeprojekter: Støtte til projekter til produktion af PtX-produkter svarende til i alt ca. 0,5 GW elektrolyse skal udbydes i 2021-2022. Værdikædeprojekterne skal binde produktion og forbrug sammen, og støtte PtX i at komme fra testprojekter til storskala og således kickstarte PtX nationalt. Der kan være tale om projekter, der kan skaleres i størrelse eller antal. Produktion og aftag skal udvikles i takt, og projektdeltagere skal derfor repræsentere en komplet PtX-værdikæde, der muliggør industrialisering på tværs af sektorer.

²⁴ Klimapartnerskabet for Energi og Forsyning anbefalede 1,9 mio. tons reduktion i 2030 fra PtX som bidrag til 70%-målet. Det højere estimat skyldes højere fortrængning fra vejtransport.

²⁵ Antaget elektrolyseanlæg med 6.000 fuldlastimer årligt, der producerer brint til synteseanlæg, samt elektrolyseanlæg med 4.000 fuldlastimer, hvor brinten bruges uden videreforædling.

²⁶ Tyskland, Holland og Frankrig forventes at importere ca. 2 mio. ton brint i 2030.

2. Produktionsstøtte til PtX: Produktionsstøtte til grøn brint og andre PtX-produkter skal tildeles via udbud i perioden 2023-2026 og sikret, at yderligere ca. 2,5 GW elektrolyse bliver etableret. Udbuddene skal sikre, at PtX-produktionen er klar, når efterspørgslen er på plads, og bør derfor planlægges i god tid med udgangspunkt i det forventede forbrug. Danske myndigheder skal sammensætte modeller, der både tager højde for støttebehov til produktion af PtX-brændsler og understøtter udvikling af energisystemet. Frem mod 2030 vil behov for risikodeling med det offentlige være stor.

3. CO₂-fangst og -anvendelse til PtX (carbon capture and utilization, CCU): Prioritering af anvendelse af grøn CO₂ til PtX-brændsler. Skab incitamenter til danske virksomheder til opførelse af anlæg på danske punktkilder med grøn CO₂, som er nødvendig for fx at producere grøn e-kerosen og derfor skal prioriteres i en national CCU/S-strategi. Danske myndigheder skal derfor støtte udviklingen af indsamling og udnyttelse af specielt grønne karbonkilder.

4. Tarif- og nettilslutningsmodel: Opdatering af tarif- og nettilslutningsmodellen, så den i højere grad afspejler og understøtter PtX-anlæg og tilsvarende anlæg. Elforbrugere skal betale for brug af nettet i overensstemmelse med den belastning og aflastning, de kan tilbyde nettet og energisystemet i øvrigt.

5. Finansieringsmodeller til forbrugsomstilling: Etablering af understøttende finansiering ud over den statslige støtte til at accelerere grøn omstilling på forbrugssiden. Det vil i første omgang være relevant for luftfart med en klimafond, men senere muligvis også for tung vejtransport og skibsfart.

6. Krav om erstatning af fossilt brændstof: Indførelse af virkemidler til at sikre dekarbonisering af transporten, fx fortrængnings- og iblandingskrav, eller krav til grøn transport i offentlige udbud.

På tværs af vejtransport, luftfart og skibsfart varierer de virkemidler, der egner sig bedst.

7. Infrastruktur: Planlægning og udbygning af nødvendig infrastruktur. Infrastruktur skal muliggøre omstilling til forbrug, produktion og eksport af grøn brint og brintbaserede brændsler. Danske myndigheder skal sikre, at infrastruktur ikke bliver en flaskehals for at udnytte klimamæssige og kommercielle muligheder i PtX. Indsatsområdet indeholder handlinger målrettet el- og brintinfrastruktur, brinttankstationer og havne.

Internationalt skal danske myndigheder arbejde for regulering, herunder særligt EU-regulering, og internationalt samarbejde, der fremmer efterspørgsel og handel med PtX-produkter og -teknologi.

8. Certificering af PtX: Dansk indsats for EU-certificering, og med tiden gerne international certificering af bæredygtighed for grøn brint, grøn karbon og grønne brintbaserede brændsler. Certificeringen skal dokumentere de grønne, bæredygtige brændsler, så handel med PtX-produkter på tværs af landegrænser muliggøres, og værdien af det grønne brændsel for forbrugeren øges.

9. EU-regulering og rammer for PtX: Dansk proaktiv indsats for EU-lovgivning, som sætter rammer og markedsregler for PtX på tværs af produktion, forbrug og infrastruktur. Det er vigtigt, at der i EU sikres ambitiøse krav til dekarbonisering, hvilket vil mindske risikoen for udflytning af danske virksomheder, som går langt i den grønne omstilling. Danmark skal i videst muligt omfang tiltrække EU-midler, fx fra EU's genopretningspakke.

10. Internationalt samarbejde: Etablering af tværnationalt samarbejde, herunder aftaler med andre lande, som sikrer eksport-import af grøn brint og PtX-teknologi. Desuden skal der arbejdes for at etablere internationale krav for grøn omstilling i sektorer, som opererer internationalt.

4.3 Økonomiske konsekvenser frem mod 2030 ved implementering af indsatsområder

Etablering af en produktionskapacitet, der kan levere brint og brintbaserede brændsler, vil kræve betydelige

investeringer frem mod 2030. Desuden er der behov for merinvestering på forbrugssiden samt etablering af ny infrastruktur. Vi forventer således et samlet PtX-investeringsbehov på ca. 30. mia kr. frem mod 2030.

Tabel 1
Investeringer i relevante PtX-indsatsområder frem mod 2030

Indsatsområde	Investeringer frem mod 2030 (mia. kr.)
Produktionsanlæg (værdikædeprojekter: 0,5 GW elektrolyse)	5-7
Produktionsanlæg (produktionsstøtte: 2,5 GW elektrolyse)	17-23
Forbrugsomstilling	2-3
Infrastruktur	1-2
Total	25-35

Produktionsanlæg består hovedsageligt af elektrolyseanlæg til brintproduktion samt synteseanlæg til forædling af PtX produkter. Produktionsanlæggene til værdikædeprojekterne kræver investeringer på ca. 5-7 mia. kr., mens anlæg med produktionsstøtte udover værdikædeprojekterne kræver ca. 17-23 mia. kr. i investeringer. Elektrolyse- og synteseanlæg udgør omtrent lige meget af de samlede investeringer i perioden 2020-2030.

Forbrugsomstilling, der omfatter merinvestering i fx brintlastbiler, -busser samt skibe, vil kræve op mod 2-3 mia. kr. Infrastruktur består bl.a. af investering i brinttankstationer til tung vejtransport, hvor der i alt er behov for anlægsinvesteringer på 1-2 mia. kr. Infrastruktur til fx elnet, brintnet og fjernvarme, er ikke opgjort i analysen. Desuden er de nødvendige investeringer i VE-elproduktionskapacitet og anlæg til CO₂-fangst er ikke opgjort i analysen.

De private aktører, der skal foretage disse betydelige investeringer, har behov for at sikre, at der er afsætning for de nye brændsler. Sammenholdt med fossile brændsler er PtX produkter i de kommende år ikke konkurrencedygtige. Derfor er der behov for en række tiltag, som understøtter en efterspørgsel. Disse tiltag er nærmere beskrevet under anbefalinger i afsnit 5.

De beskrevne tiltag understøtter muligheden for at afsætte brint og brintbaserede brændsler på forskellig vis. Nogle tiltag reducerer omkostningen ved at producere de nye brændsler gennem tilskud til henholdsvis investeringer og til selve produktionen. Andre tiltag øger omkostningen direkte eller indirekte ved de konkurrerende fossile brændsler og sikrer dermed prisparitet for de nye brændsler.

Figur 22 illustrerer meromkostningerne til dyre- re PtX-brændsler angivet som absolutte beløb og som beløb pr. PtX-enhed. De samlede meromkost- ninger vil være stigende i takt med, at projekterne bliver etableret, mens omkostningen pr. produceret PtX-enhed omvendt forventes at falde over tid.

De samlede privatøkonomiske meromkostninger, som det kræver for at lykkes med den anbefalede PtX-indsats i 2030, er opgjort til ca. 12 mia. kr. frem mod 2030 (det grå plus grønne område i figur 22). Under forudsætning af, at ca. 4 mia. kr. bliver dækket af betaling fra forbrugssiden, primært i form af en klimafond for luftfarten (det grønne område i figur 22), skal der derfor forventeligt betales ca. 8 mia. kr. i støtte frem til 2030 (det grå område i figur 22). Om- stillingen indebærer derudover et provenutab for sta- ten frem mod 2030 på op til 2 mia. kr., som følge af omstilling fra beskattede fossile brændsler til grønne alternativer. Samlet set skal staten afsætte ca. 10 mia. kr. for at realisere strategien i perioden frem til 2030.

Finansiering af PtX-indsatsen

Uagtet hvilken vej Danmark vælger at forfølge i bestræbelserne på at understøtte en kommende PtX-industri, vil der opstå behov for medfinansiering fra staten. Anbefalingerne i dette udspil løber op i et tocifret milliardbeløb over perioden frem mod 2030. I valg af finansieringsmekanismer er det helt afgø- rende, at konkurrenceevnen for dansk erhvervsliv fast- holdes. En traditionel afgiftsfinansiering på fx fossile brændsler vil medføre risiko for øget udflagning af danskproducerede varer og ydelser og i sidste ende virksomheder. Dertil kommer risiko for øget grænse- handel, hvis prisen på fx flydende drivmidler stiger til et niveau, der overstiger priserne i de lande, der omgiver os. Flere vil formentlig pege på øget CO₂-be- skatning mod 2030 som en mulighed. Vi mener dog hverken, det er et ønskværdigt eller fornuftigt virke- middel til at løse PtX-paradokset og udvikle en dansk PtX-industri. En CO₂-afgift understøtter ikke direkte den nødvendige efterspørgsel efter PtX-produkter. En national CO₂-afgift vil nemlig kun påvirke den danske efterspørgsel efter grønne løsninger.

Det danske marked er slet ikke stort nok til at trække den industrialisering, der er nødvendig for at gøre PtX konkurrencedygtigt. Det vil samtidig kræve en meget høj CO₂-beskatning at få sat skub i PtX. Den direk- te effekt af denne høje CO₂-afgift vil være en øget grænsehandel, hvor der tankes og bunkres uden for Danmarks grænser. Samtidig vil en CO₂-afgift få en negativ indvirkning på danske virksomheders konkur- renceevne, da de vil blive belastet hårdere end deres udenlandske konkurrenter.

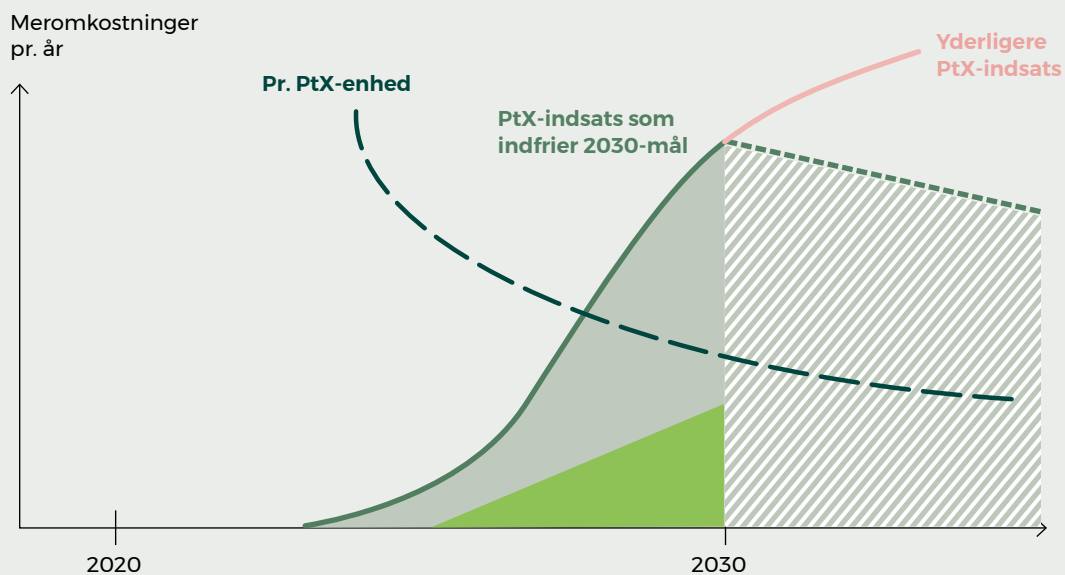
Det er klart, at fra et industriperspektiv vil det være bedst, hvis strategien finansieres via det grønne øko- nomiske råderum og via reformer, der kan øge det.

Regeringen har med annoncering af et grønt råderum vist en vej til at finansiere første fase af strategien. Vi anbefaler, at ca. halvdelen af det grønne råderum på 2 mia. kr. årligt, som regeringen har prioriteret til klima i perioden 2020-2024, øremærkes udmøntningen af en PtX-strategi, og at der reserveres midler til PtX strategien i den langsigtede offentlige budgettering.

Hvis råderumsfinansieringen ikke rækker, bør rege- ringen gå i tæt dialog med de berørte sektorer om, hvordan yderligere finansiering kan fremskaffes. Udgangspunktet må være en model, hvor de midler, som opkræves fra en sektors forbrugere, tilbageføres en-til-en til den grønne omstilling af den pågældende sektor. Sådanne mekanismer bør dog alene anven- des som virkemidler til omstilling af den pågælden- de sektor og ikke som en bred finansieringskilde til realisering af det overordnede 70%-mål. Det er i disse tilfælde afgørende, at den danske konkurrenceevne ikke påvirkes, og at sektoren reelt har grønne alternati- ver, herunder den nødvendige infrastruktur. Forslaget om Luftfartens Klimafond er et godt eksempel på dette, hvor passagerernes klimabidrag anvendes på at dække merprisen på de grønne PtX-brændsler. Umid- delbart vurderes det ikke på nuværende tidspunkt at være en mulig løsning for, hverken skibsfart eller tung vejtransport, men er muligheder, der bør overvejes i takt med, at de grønne løsninger materialiserer sig.

Figur 22.

Illustration af meromkostninger til PtX frem mod 2030 og perioden derefter



NOTE: De samlede privatøkonomiske meromkostninger, som det kræver at lykkes med den anbefalede PtX-indsats i 2030, er opgjort til ca. 12 mia. kr. frem mod 2030 (det grå plus grønne område). Under forudsætning af, at ca. 4 mia. kr. bliver dækket fra forbrugssiden såsom en klimafond for luftfarten (det grønne område), skal der derfor forventeligt betales ca. 8. mia. kr. i støtte frem til 2030 (det grå område).

KILDE: Dansk Energi.

5.

Anbefalinger til politisk handling

Strategien skal lægge fundamentet for en ny grøn industri, der kan reducere de nationale og de internationale emissioner og samtidig skabe arbejdspladser og indtægter til Danmark. Der er behov for konkret handling og konkrete initiativer i hele værdikæden – fra produktion til aftag.






Sektorerne er meget forskellige fx i forhold til teknologisk modenhed i relation til PtX og deres konkurrencepres. Det har betydning for hvilke virkemidler, der skal bruges i de enkelte sektorer. Vi har derfor opdelt anbefalingerne til sektorerne i PtX-produktion, tung vejtransport, luftfart og skibsfart, som indikeret i figur 23. Derudover har vi samlet de mere tværgående anbefalinger i to afsnit om governance og den internationale indsats og eksport.

Det er vigtigt at pointere, at det er en samlet pakke, hvor der skal sættes ind og investeres på tværs af hele værdikæden. En enkelt anbefaling kan ikke stå alene, da der er brug for den brede palette af anbefalinger for at komme hurtigt i gang på kort sigt og sikre udviklingen på lang sigt.

Det er vores bedste bud på, hvordan vi overkommer PtX-paradokset og får sat skub i både produktionen og aftaget, og dermed skabt fundamentet for en ny, grøn industri i Danmark.

Figur 23.

Oversigt over PtX-indsatsområder og relevans for forbrug, produktion og eksport

Indsatsområder		Forbrug			Produktion	Eksport	
							
Governancestruktur	Nationale	Værdikædeprojekter	✓	✓	✓	✓	
		Produktionsstøtte				✓	
		CO ₂ -fangst og -anvendelse til PtX				✓	
		Tarif- og nettilslutningsmodel				✓	
		Finansieringsmodeller til forbrugsomstilling		✓			
		Krav om erstatning af fossilt brændstof	✓	✓	✓		
		Infrastruktur	✓		✓	✓	✓
	Internationale	Certificering af PtX	✓	✓	✓	✓	✓
		EU-regulering og rammer for PtX	✓	✓	✓	✓	✓
		Internationalt samarbejde	✓	✓	✓	✓	✓

KILDE: Dansk Energi, Bain & Company analyse.



5.1. Governance

For at sikre forankring og eksekvering af en ambitiøs og agil dansk PtX-strategi, er det essentielt, at få etableret en handlekraftig organisering for at realisere ambitionerne i strategien. Regeringen inviterede erhvervslivet til at indgå i løsningen af den grønne omstilling, da der blev inviteret til klimapartnerskaberne, og sidenhen med etableringen af Grønt Erhvervsforum. En form, hvor involvering af erhvervslivet sikrer forankring af beslutninger og mål. Det er et godt første skridt.

Vejen til de 70% og videre mod klimaneutralitet i 2050 kommer til at betyde store ændringer for dansk erhvervsliv. Der skal foretages store investeringer, processer skal omlægges og effektiviseres, og der skal udvikles og markedsføres nye produkter til forbrugerne. Alt i alt store, vigtige strategiske beslutninger, der skal træffes på de helt rigtige tidspunkter for at fastholde og vinde konkurrencekraft.

PtX er ingen undtagelse. Anbefalingerne i denne rapport angiver tydeligt, hvad der skal med i en dansk PtX-strategi for at komme i gang på området, men også at der er en lang række faktorer, såsom teknologisk udvikling, kommercielle muligheder samt europæisk og international regulering, der løbende vil ændre sig.

Erhvervslivet er tæt på meget af denne udvikling. Det er derfor helt centralt, at erhvervslivet bliver inddraget for at sikre, at Danmark har den bedste og mest

hensigtsmæssige PtX-strategi, der sikrer dansk konkurrencekraft både i PtX-industrien, men i lige så høj grad i de sektorer, der skal aftage produkterne.

Tilsvarende bør regeringen sikre sig løbende at modtage en afrapportering på status for realisering af strategiens ambitioner, så også regeringen kan tage bestik af udviklingen og om nødvendigt korrigere kursen og træffe nye beslutninger.

At overkomme PtX-paradokset, at guide vejene til for de meget betydelige investeringer, som er nødvendige for at tilkæmpe Danmark en plads i førerfeltet, når det handler om opbygning af en ny PtX-industri, kræver en meget fokuseret og agil tilgang. Andre lande vil satse mere og have en betydelig industristruktur i ryggen. Konkurrerer vi alene på skala, taber vi. Men vi har en chance, hvis vores evne til at eksekvere strategien er bedre end konkurrenternes.

Vi anbefaler derfor, at der etableres en handlekraftig governance-struktur om PtX-strategien, der bygger videre på det tætte samarbejde, der ligger bag etablering af klimapartnerskaberne og Grønt Erhvervsforum, og som styrker båndet mellem erhvervslivet og regeringen yderligere. Et element heri er, at regeringen udpeger en minister som særligt ansvarlig for strategiens realisering, og nedsætter en taskforce, der skal følge strategien og løbende rapporterer til såvel regeringen og Grønt Erhvervsforum om fremdrift og evt. behov for nye beslutninger.

Anbefalinger for governance

Governance

A Gør en af regeringens ministre ansvarlig for PtX-strategiens realisering

B Etablér PtX-taskforce – inviter de centrale erhvervsinteresser med i arbejdet

C Rapporter halvårligt på fremdriften i strategiens realisering, så der er et grundlag for løbende at sikre opfølgning på og tilpasning af PtX-strategien

A.

Gør en af regeringens ministre ansvarlig for PtX-strategiens realisering

For at sikre en klar indgang for erhvervslivet og for at forpligtige regeringen på ambitionerne for strategien bør regeringen udpege en minister som regeringens ansigt og ejer af strategien. Dette uanset, at implementering af strategien kræver tiltag som andre ministre og ministerområder skal levere. Den klare ansvarsplacering for at sikre fremdrift på tværs af ressortområder skal samtidigt give erhvervslivet en klar indgang til regeringen og ministerierne. Vi ved, at det kan udfordre den traditionelle organisering af arbejdet i centraladministrationen. Men det er nødvendigt, hvis vi skal vinde i konkurrence med de andre lande.

B.

Etablér PtX-taskforce – inviter de centrale erhvervsinteresser med i arbejdet

Der skal i regi af Grønt Erhvervsforum etableres en taskforce for PtX, hvor udpegede repræsentanter for erhvervslivet løbende følger udviklingen af PtX og bistår regeringen med tilpasninger af PtX-strategien. Taskforcen skal sekretariatsbetjenes af det ministerium, som gøres til hovedansvarlig for strategiens realisering, og erhvervslivets organisationer bør afsætte ressourcer til at støtte taskforcens arbejde, herunder medfinansiere taskforcen. Embedsmænd fra øvrige relevante ministerier også inviteres med i taskforcens arbejde.

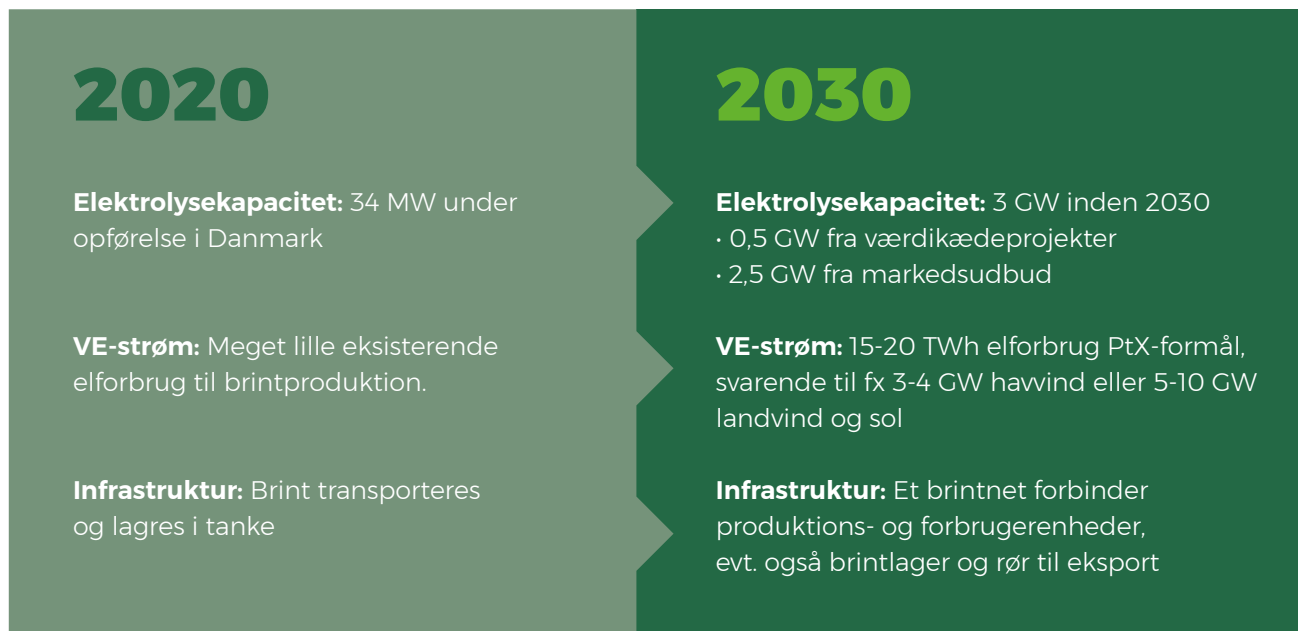
C.

Foretag jævnlig opfølgning og tilpasning af PtX-strategien

I erkendelse af, at PtX-området står overfor store og endnu ukendte forandringer, bør der foretages jævnlig opfølgning og evaluering, som kan medføre tilpasning af strategien. Regeringen og Folketinget skal således løbende genbesøge strategien og vurdere, om der er behov for at ændre den.

Taskforcen skal derfor som en af sine opgaver følge og afrapportere udviklingen i PtX i Danmark, herunder halvårligt fremsende en status til Grønt Erhvervsforum og årligt udarbejde en redegørelse med status for udviklingen og identifikation af evt. behov for justeringer af strategien. Redegørelsen overdrages til regeringen ved den af regeringen udpegede hovedansvarlige minister. Regeringen forpligtes til at tage stilling til taskforcens redegørelse i det årlige klimaprogram.

5.2. Produktion



Produktion af grøn brint

Elektrolyseanlæg til produktion af brint er kendt teknologi. Grøn brintproduktion har over de seneste år gennemgået en betydelig udvikling, og producenter er nu klar til at gå fra demonstration til storskalaprojekter.

PtX-produkter er i dag langt fra konkurrencedygtige med fossile brændsler. Produktionsomkostninger for grøn brint kan hurtigt reduceres og ventes at kunne falde med ca. 20% frem mod 2030, jf. figur 24. Omkostninger for brint i 2050 er forbundet med store usikkerheder, men flere lande har som ambition at bringe prisen ned på 1 USD/kg. De faldende omkostninger frem mod 2050 drives primært af faldende elpriser og faldende anlægsomkostninger for elektrolysekapacitet.

Produktion af øvrige PtX-produkter

Synteseanlæg til produktion af forædling af brint til PtX-produkter er kendt og moden teknologi, men der er fortsat betydelig forskel på priserne for disse PtX-produkter og de fossile alternativer. Den faldende pris for grøn brint vil reducere produktionsomkostningerne for PtX-produkterne betydeligt, da omkostninger til brint udgør op mod 75% af pro-

duktionsomkostningerne. For de forskellige PtX-produkter ventes disse omkostninger at kunne falde ca. 10-25% frem mod 2030. Uagtet faldet i omkostninger for både brint og de øvrige PtX-produkter frem mod 2030 vil der fortsat være et prisgab til de fossile alternativer.

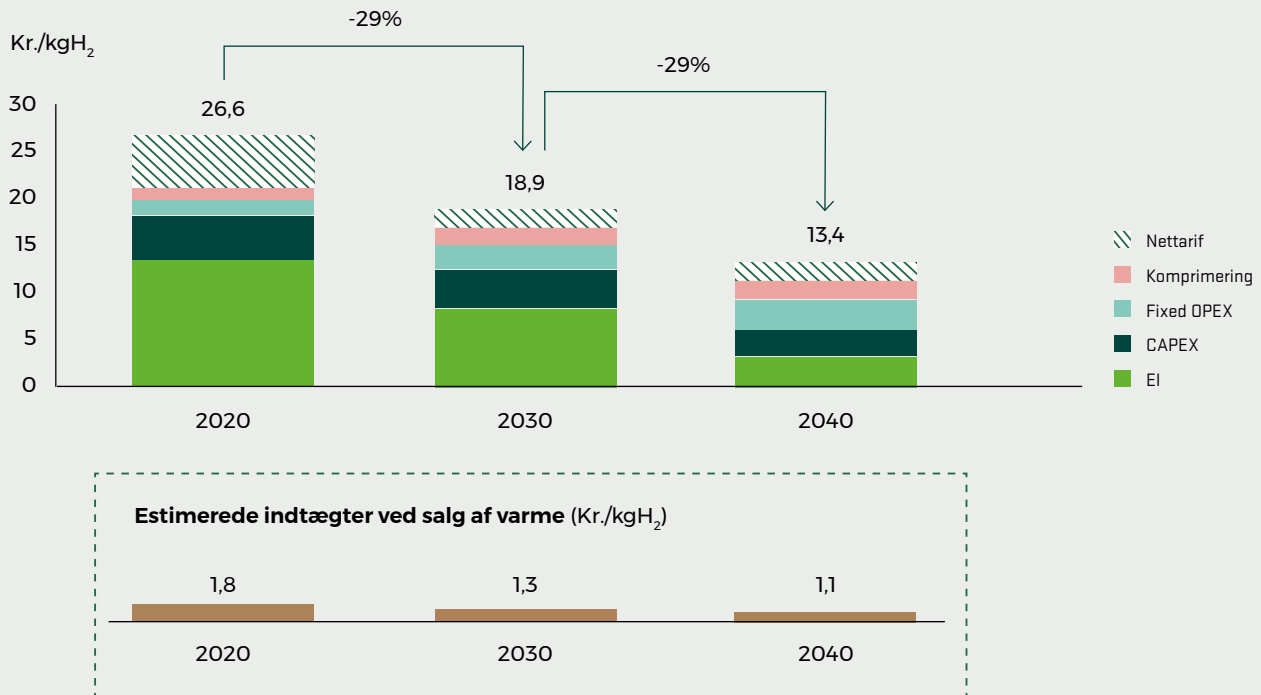
En række PtX-produkter, såsom e-kerosen og e-metanol, behøver karbon for at opnå den nødvendige energitæthed. Dette bør være grøn karbon, som kommer fra biogen CO₂, der bl.a. kan fanges ved opgradering af biogas, og fra biomasseværker. Prisen for karbon udgør 10-20% af de samlede omkostninger afhængigt af hvilket PtX-produkt, der er tales om.

Afsæt varme fra PtX til fjernvarmen

En del af procestabet i elektrolyseanlægget, og i visse synteseanlæg, kan anvendes til fx fjernvarmeproduktion. Figur 24 viser størrelsesordenen på den indtægt, som varme fra elektrolyseproduktionen kan bidrage med i forhold til brintproduktionsomkostningen. Den reelle værdi af varmen vil afhænge af bl.a. fjernvarmeområdet, driftstimer af elektrolyseanlægget, behov for forøgelse af temperatur til fjernvarmen og sikkerhed for afregningsbeløb.

Figur 24.

Estimerede produktionsomkostninger for grøn brint, kr. pr. kgH₂



NOTE: Nettarif er i 2020 vist med nuværende tarifmodel (10 øre/kWh), men i 2030 og 2040 vist med reduceret nettarif. Varmeindtægten er beregnet ud 12-15% varmevirkningsgrad og en fjernvarmepris på ca. 210-230 kr./MWh.

KILDE: Ea Energianalyse, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Afgørende faktorer for PtX-produktion og -udvikling	Mulig håndtering af faktorer
<p>Ikke konkurrencedygtig i dag: prisen for grøn brint og brintbaserede brændsler er i dag ikke konkurrencedygtig med fossile brændsler.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kraftig opskalering og industrialisering er nødvendig for at opnå prisparitet.
<p>Alle omkostningselementer og værdistrømme er betydelige: I takt med at elprisen falder og effektiviteten stiger, udgør de øvrige priselementer en stigende andel af de samlede omkostninger.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tariffbetaling og nettilslutning justeres, så anlæg, såsom PtX, betaler for de belastninger, de påfører nettet • Elektrolyse- og synteseanlæg genererer en del varme, som kan udnyttes til fjernvarme, og denne sektorkobling kan være med til at drive prisen på grøn brint ned, hvis der er sikkerhed om afregning i afskrivningsperioden
<p>Behov for store mængder grøn strøm: PtX-produktion har behov for store mængder af grøn strøm. Der er brug for 3-4 GW dedikeret havvindkapacitet eller 5-10 GW landvind- eller solkapacitet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Yderligere udbygning med grøn strøm fra vind og sol, eventuelt i sammenhæng med offshore-energiøer
<p>Variation i placering og størrelse: brintproduktion kan foregå flere steder, hver med sine fordele og ulemper.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Det skal sikres, at der er plads til alle modeller i en kommende brintindustri. Det er vigtigt med tilstrækkelig optionalitet i udbygning af PtX-produktion og -infrastruktur, så muligheder for forskellige løsninger, placeringer og størrelser holdes åbne
<p>Manglende brintinfrastruktur: både ift. til produktion og transport, herunder distribution til udlandet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Brintinfrastruktur etableres og sammentænkes med brintlager og infrastruktur til eksport. Det bør analyseres, om et brinttransmissionsnet kan drage fordel af de dele af Danmarks nuværende gasnet



Anbefalinger for PtX-produktion

Værdikædeprojekter	A Støt udbud af 2-5 værdikædeprojekter med samlet elektrolysekapacitet på 0,5 GW, som kobler produktion og forbrug
Produktionsstøtte	B Tildel produktionsstøtte til produktion af brint og brinholdige brændsler via udbud, som sikrer samlet +2,5 GW elektrolysekapacitet i drift inden 2030
CO₂-fangst og - anvendelse til PtX	C Sikre tilstrækkelig grøn CO ₂ til anvendelse i produktion af PtX-produkter
Tarif- og nettilslutningsmodel	D Udvikl tarif- og nettilslutningsmodeller, så betaling for brug af nettet stemmer overens med belastning og aflastning
Infrastruktur	E Understøt transport af brint på kort sigt med simpel dansk rammeloavgivning, som sikrer regulatorisk klarhed inden 2023
	F Udvikl og etabler et dansk brintnet med forbindelse til nabolandene og vurder behov for brintlagring på lang sigt

A.

Støt udbud af 2-5 værdikædeprojekter med samlet elektrolysekapacitet på 0,5 GW, som kobler produktion og forbrug

PtX-produktion skal kickstartes ved at sende 2-5 værdikædeprojekter med en samlet elektrolysekapacitet på 0,5 GW i udbud inden 2023. Det kan fx gøres ved følgende runder:

- Udbudsrunde i 2021: I drift senest 2025
- Udbudsrunde i 2022: I drift senest 2026

Behovet for produktionsstøtte fra staten er anslået til ca. 3 mia. kr. frem til 2030. PtX-midlerne på 0,75-1,5 mia. kr.²⁷ fra aftalen med Holland om salg af andele af vedvarende energi bør anvendes til at realisere værdikædeprojekterne. Se en nærmere beskrivelse af værdikædeprojekterne på side 48.

B.

Tildel produktionsstøtte til produktion af brint og brinholdige brændsler via udbud, som sikrer samlet +2,5 GW elektrolysekapacitet i drift inden 2030

Udbuddene skal sikre, at produktionen af brint og andre PtX-produkter er klar, når efterspørgslen er på plads. For at nå strategiens 2030-ambition kan det forventes, at omkring 2/3 af brintproduktionen

skal bruges til andre PtX-produkter. Før udbuddene startes, bør der være en afklaring af de langsigtede rammer på efterspørgselsside og infrastruktur, så der er aftag af brint og andre PtX-produkter på det tidspunkt, hvor produktionen er etableret.

Vished om fremtidige udbud skaber større sikkerhed for både producenter af PtX-produkter og producenter af vedvarende energi til elproduktion, dermed kan de fokusere på opskalering og udvikling. Der skal derfor udbydes brintproduktion svarende til i alt 2,5 GW elektrolysekapacitet i perioden 2023-2026 med idriftsættelse inden 2030. Det bør tidligst meldes ud, hvornår udbudsrunderne vil finde sted.

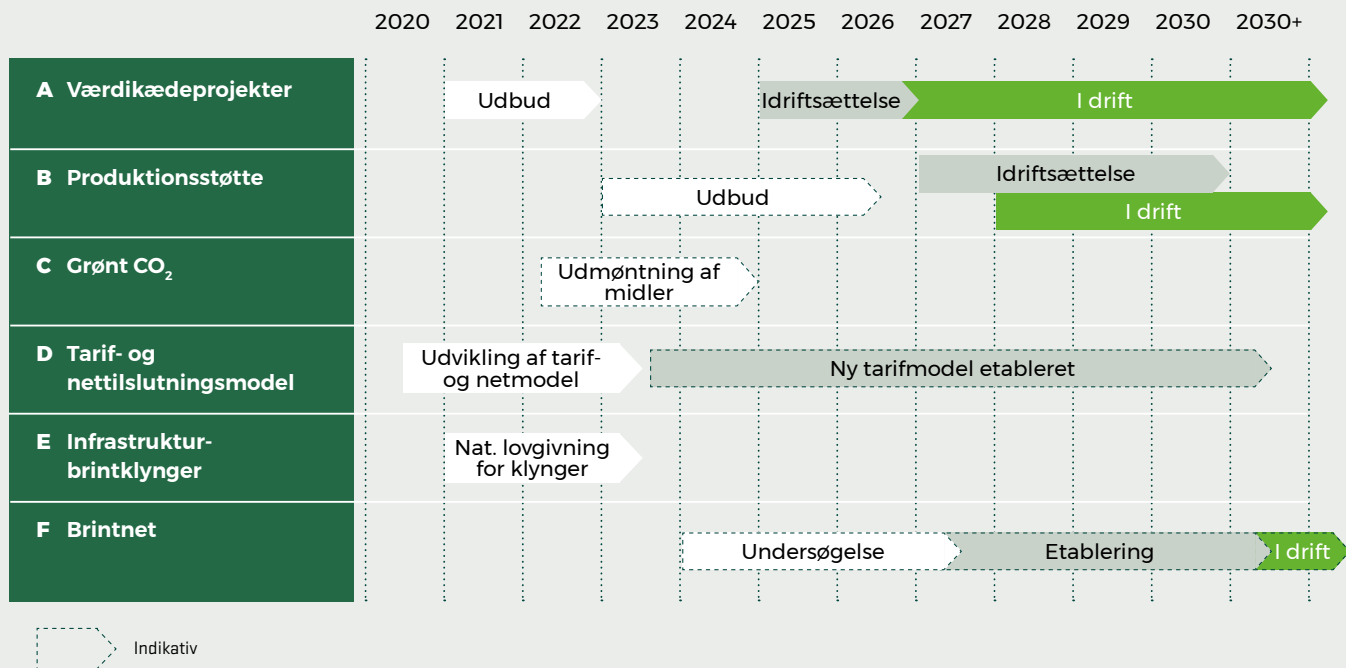
Behovet for produktionsstøtte fra staten er ca. 4 mia. kr. frem til 2030.

C.

Sikr tilstrækkelig grøn CO₂ til anvendelse i produktion af PtX-produkter

Der skal udarbejdes en ambitiøs dansk strategi med klar prioritering af anvendelse af grøn CO₂ til brintbaserede grønne brændsler. Dertil skal midlerne til CCUS i Klimaaftalen af 22. juni 2020 udmøntes, så investorer får incitament til at investere i og drive anlæg til CO₂-fangst med særligt fokus på grønne CO₂-punktkilder.

²⁷ Det endelige beløb for aftalen med Holland kendes forventeligt omkring sommeren 2021.



Endeligt skal der undersøges behov og mulighed for transport af CO₂ fra punktkilder til udnyttelse i produktion af PtX-produkter.

D. Udvikl tarif- og nettilslutningsmodeller, så betaling for brug af nettet stemmer overens med belastning og aflastning

Udvikl tarifmodellen i elsystemet, så anlæg som elektrolyseanlæg betaler for brug af nettet i overensstemmelse med den belastning og aflastning, de kan tilbyde nettet og energisystemet i øvrigt. Indfør geografiske incitamentter ved tilslutning til elnettet, fx indfødningszoner, som kan belønne de afledte gevinster for elnettet af, at forbruget placeres, så udbygningsbehov mindskes. Se en nærmere beskrivelse af tarif- og nettilslutningsmodel på side 50.

E. Understøt transport af brint på kort sigt med simpel dansk rammelovgivning, som sikrer regulatorisk klarhed inden 2023

Understøt transport af brint på kort sigt, fx punkt-til-punkt eller klynger etableret af kommercielle aktører, med simpel dansk rammelovgivning for at sikre regulatorisk klarhed inden 2023. Herunder udvikling af en model der sikrer en fornuftig sammenkobling af

transmissions- og distributionsniveau. Se en nærmere beskrivelse af brintinfrastruktur på side 52.

F. Udvikl og etabler et dansk brintnet med forbindelse til nabolandene og vurder behov for brintlagring på lang sigt

Udvikl og etabler et dansk brintnet i sammenhæng med transmissionsnet i nabolande og vurder behov for brintlagring. Dette skal ske i stadier afhængigt af udviklingen i mængder nationalt og i nabolande samt udviklingen i EU-lovgivning på området. Investeringsbeslutninger for et fremtidigt brintnet skal foretages med stor vægt på bidraget til den grønne omstilling internationalt. Se en nærmere beskrivelse af brintinfrastruktur på side 52.

Anvend overskudsvarme fra PtX, hvor det er økonomisk rentabelt

Det skal sikres at PtX kan opnå værdi af overskudsvarme fra produktionen af brint eller brintholdige produkter ved, at der kan indgås en kommerciel varmeleverance til varmeselskabet, der ikke undermineres i afskrivningsperioden.

Værdikædeprojekter

Deep Dive

Rationale for værdikædeprojekter

Værdikædeprojekterne skal omfatte både produktion, infrastruktur og forbrug af PtX og dermed rumme hele værdikæden. Projekterne skal kickstarte PtX i Danmark ved at accelerere industrialiseringen på tværs af sektorer og vise fremtidens løsninger i storskala.

Værdikædeprojekterne kan bidrage til at løse udfordringen med den strukturelle afhængighed for PtX i Danmark, dvs. sikre, at produktion og aftag udvikles og skaleres i takt. Værdikædeprojekter kan hjælpe med at bringe PtX fra testprojekter i regi af forskning og udvikling til storskaldemonstration. Værdikædeprojekterne skal sikre at, der er etableret samlet ca. 0,5 GW elektrolysekapacitet senest i 2026. Markedsudbud af produktion af PtX-produkter kan efterfølgende videreføre udbygningen af produktionskapacitet for både brint og andre PtX-produkter, så der opføres yderligere ca. 2,5 GW elektrolysekapacitet frem mod 2030.

Selektionskriterier for værdikædeprojekter

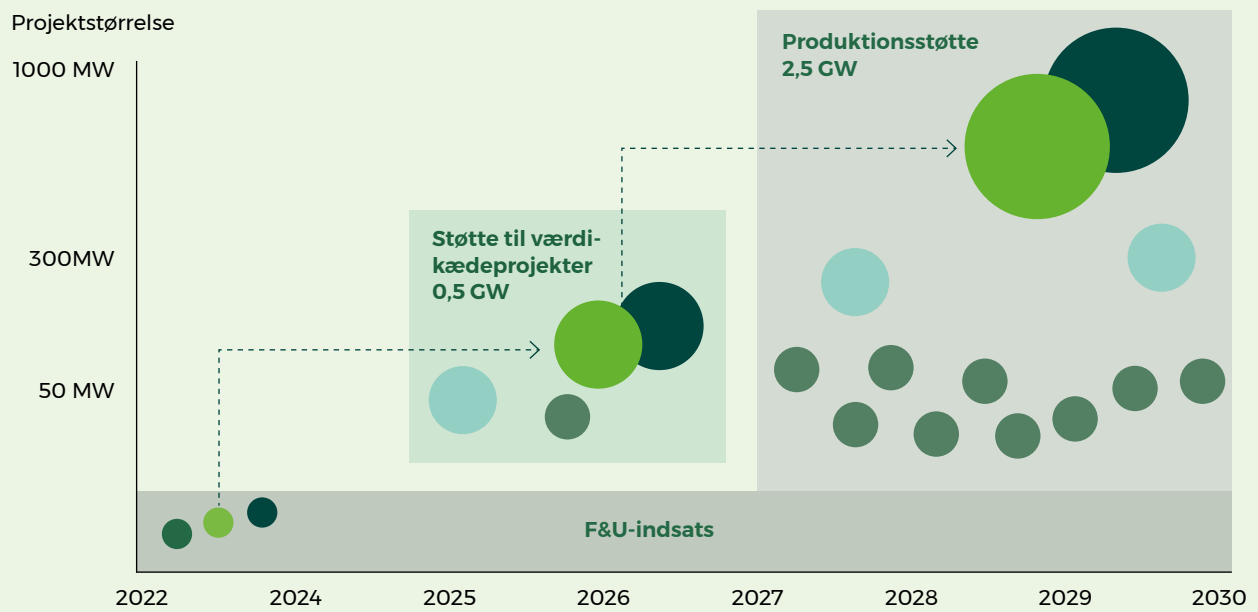
- Projektpartnere forbinder en komplet PtX-værdikæde, dvs. projektet omfatter både produktion og forbrug og muligvis også ny infrastruktur.
- Projektet skal kunne skaleres enten i størrelse eller antal, dvs. værdikædeprojekter skal demonstrere løsninger, som har et stort markedspotentiale, hvilket sandsynligvis er inden for tung vejtransport, skibe, fly og eksportmuligheder. Det er væsentligt, at projektpartnerne kan drive en efterfølgende industrialisering af værdikæden.

- Projektet viser vejen til konkurrencedygtighed for PtX. PtX er én blandt flere grønne veje til dekarbonisering, og projekterne skal derfor sandsynliggøre, at de er blandt de bedste og mest omkostningseffektive grønne løsninger.
- Projektet bidrager til udvikling af fremtidens energisystem, herunder sektorkobling.

Støtte til værdikædeprojekter

Projekter bør tildeles støtte midler ud fra en helhedsvurdering af opfyldelse af selektionskrav samt at opnå mest PtX-produktion pr. støttekrone. De udvalgte projekter får driftsstøtte og evt. anlægsstøtte, fx til dækning af infrastruktur.

Figur 25.
Illustration af værdikædeprojekter og produktionsstøtte



KILDE: Dansk Energi.

Tarif- og nettilslutningsmodel

Deep Dive

Tariffbetaling i dag

Tariffbetalingen fra elforbrugerne skal dække Energinets og elnetselskabernes omkostninger til drift samt afskrivning og udbygning af elnettet. Tariffen er opdelt på transmissions- og distributionselementer, (som det fremgår af figur 26), som betales afhængig af tilslutningssted i elnettet. Transmissionstariffen er opdelt i net- og systemtarif og er i dag baseret på energiforbrug, der ikke må være geografisk differentieret. DSO-tariffen afhænger af netområde. Generelt er tariffbetaling i dag designet til at dække historiske omkostninger.

Nettilslutning af forbrug foregår via én af to modeller:

1) Forbrug direkte tilsluttet det kollektive elnet, hvor alt elforbrug pålægges tariffer. 2) Forbrug, der tilsluttes før det kollektive elnet, og hvor en del af elforbruget er egetforbrug af VE, der til en vis grad reducerer tariffbetalingen til det kollektive elnet.

Hvad kan elektrolyseanlæg bidrage med?

Elektrolyseanlæg kan tilsluttes elnettet på forskellige måder, hvilket er afgørende for, hvordan anlæggene bruger og belaster nettet. Omkostningen for anlægsejere og samfund til at forsyne elektrolyseanlæg afhænger af en række forhold, bl.a. hvor i elnettet anlægget tilsluttes (spændingsniveau) samt behovet for udbygning af elnettet, hvilket afgøres af elektrolyseanlæggets geografiske placering i det eksisterende elnet samt anlæggets mulighed for afbrydelighed og garanterede aftag af VE-elproduktion.

Elektrolyseanlæg vil spille en stor rolle i at aftage fremtidens VE-elproduktion og kan dermed bidrage til at sænke VE-integrationsomkostningen i energi-

systemet. Elektrolyseanlæg vil forventeligt få stadig færre fuldlasttimer i fremtiden i takt med, at udsving i elpriser bliver større, og anlæggene billigere. Elektrolyseanlæg forventes at være afbrydelige og vil pga. prisfølsomhed ikke forbruge el i timer med høj belastning og høj elpris. Elektrolyseanlæg kan, pga. deres fleksibilitet ved op- og nedregulering levere balancering og dermed bidrage markant til systemydelsesmarkedet. Forskellige typer elektrolyse har forskellige egenskaber og kan bidrage på forskellige måder.

Hvad skal ændres ved tarifferne?

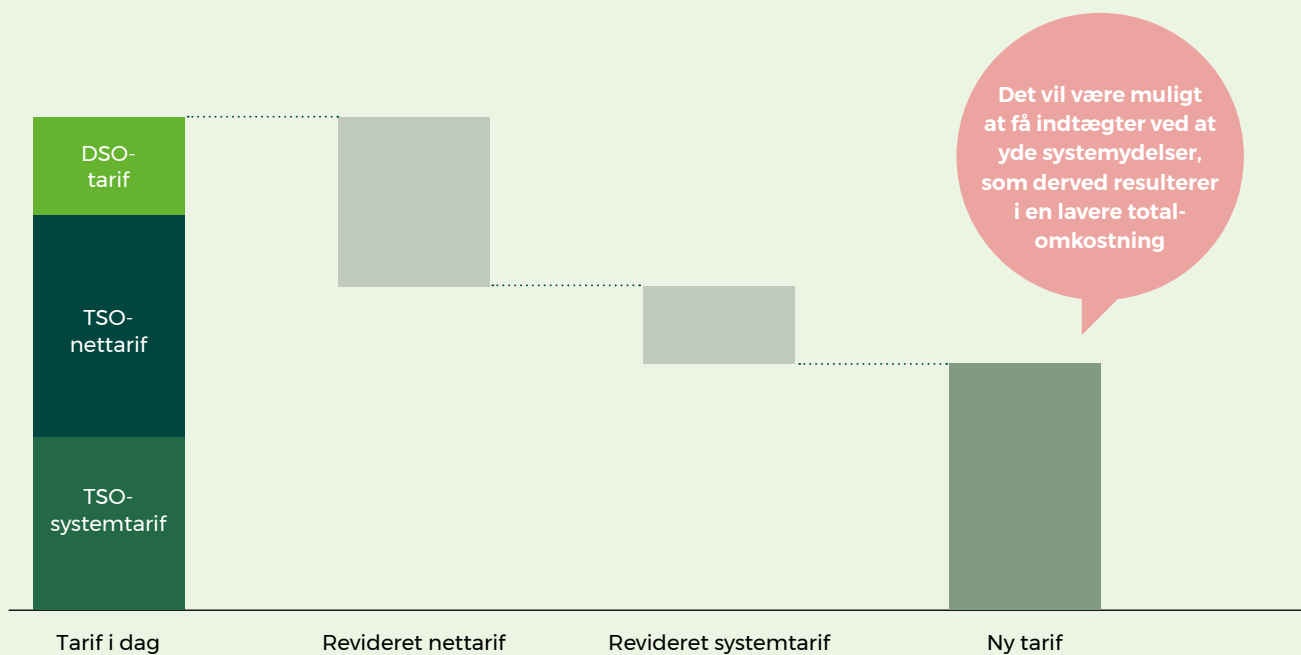
Tarif- og nettilslutningsmodeller skal udvikles, så tarifferingen af anlæg, såsom elektrolyseanlæg, afspejler den belastning og aflastning, som de kan tilbyde nettet og energisystemet i øvrigt. Der bør derfor:

- tillades geografiske differentierede forbrugstariffer, som kan give incitament til, at forbruget tilskyndes en placering i elnettet, så udbygningsbehovet for elnettet mindskes. Dette kan fx være i form af ilandføringszoner for havvind, hvor elektrolyseanlæg kan placeres.
- analyseres hvilke betalings- og tilslutningsvilkår, elektrolyse kan opnå, hvis anlægget kan placeres nær VE-produktion i det kollektive net.
- analyseres muligheder for at ændre opkrævning for den del af systemtariffen, som vedrører betaling til driften af Energinet, så tariffen i større grad tilgodeses storskalagevinster fra store elforbrugere, herunder elektrolyseanlæg. Dette kan fx være skift fra kWh-baseret betaling til abonnement.

Af figur 26 fremgår en konceptuel illustration af muligheder for, at tariffbetalingen kan sænkes ift. i dag.

Figur 26.

Illustration af elementer i eltarifbetaling



NOTE: TSO-tariff betales ud fra energiforbrug (kWh) og er ikke geografisk differentieret. Tariffen udgøres af:

- nettariff på ca. 5,5 øre/kWh, hvoraf ca. 50% udgøres af netinvesteringer (afskrivninger og renter for eksisterende elnet) samt ca. 50% til nettab, drift og vedligehold. Energinet har anmeldt 'begrænset netadgangsprodukt', som gør, at afbrydelige forbrugere kan fritages for betaling til netinvesteringer.
- systemtariff ca. 4,5 øre/kWh, hvoraf ca. 45% skyldes markedsbetaling til sikring af forsyningsikkerhed, heraf størstedelen frekvensydelse, ca. 55% til drift af Energinet inkl. systemer og markeder.

DSO-tariff, som er relevant for elektrolyseanlæg, er i dag ca. 2-3 øre/kWh (A Høj), som betales ud over TSO-tariffen. I fremtiden kan denne tariff forventes at blive effektbaseret. Der skal tillægges et tilslutningsgebyr, som kan reduceres via en afbrydelighedsaftale.

KILDE: Dansk Energi.

Brintinfrastruktur

Deep Dive

Baggrund for brintinfrastruktur

Brintinfrastruktur skal bruges til at forbinde producenter og forbrugere af grøn brint og er desuden nødvendig for eksport af brint. Brintproduktion og -forbrug kan ske både centralt og decentralt, hvilket stiller forskellige krav til infrastrukturen.

Danmark har i dag naturgasinfrastruktur bestående af et transmissionsnet, distributionsnet og to gaslagre. Hovedparten af transmissionsnettet er bundet til transport af naturgas frem til 2038 i eksisterende transportaftaler. Der er to gasrør fra Egtved til Tyskland, hvoraf det ene evt. kan konverteres til brintinfrastruktur. Dette skal evalueres ift. fremtidig transport af naturgas.

Usikkerhed om fremtidens produktion og forbrug af PtX-produkter taler for en trinvis udbygning af infrastruktur med mulighed for løbende justering og tilpasning. Dette kan starte med punkt-til-punkt-forbindelser og mindre klynger, placeret hvor den første produktion og forbrug skal forbindes, fx ved værdikædeprojekter.

Etablering af nye rør til brinttransport skal ske med koordinering og planlægning ift. evt. eksisterende klynger af infrastruktur samt planlagt udlandsforbindelse og brintlagre. Transmissionsrør kan via linepack²⁸ være et "overgangslager", indtil der evt. etableres et brintlager i en af gaskaverne i det eksisterende gaslager, eller et andet lager etableres. Det er desuden vigtigt, at kapaciteten for ny infrastruktur, såsom brinttransmissionsnet og -lager, tager højde for fremtidige brintmængder.

En forudsætning for effektiv og konkurrencedygtig eksport af dansk brint er en sammenkobling med resten af Europa, hvor indledende planer viser dette muligt i 2035. Energinet har sammen med andre europæiske gastransmissionselskaber undersøgt, hvordan der kan etableres et sammenhængende brintnet på tværs af Nordvesteuropa, som det fremgår af figur 27.

En international forbindelse gør det muligt for danske producenter at afsætte brint til udenlandske virksomheder, hvis det danske forbrug forsinkes, hvilket kan være med til at begrænse risici for danske selskaber.

²⁸ Linepack er det "lager", som findes i gasnettet, og som muliggør en vis tidsmæssig forskydning mellem tilførsel og aftag i gasnettet.

Figur 27.

Muligt sammenhængende brintnet i Nordvesteuropa i 2035



KILDE: European Hydrogen Backbone Report (af 11 gastransmissionsoperatører, herunder Energinet).

CO₂-fangst og -anvendelse til PtX

Deep Dive

Nogle PtX-produkter, såsom e-methanol, e-kerosen og DME, kræver karbon for at opnå den nødvendige energitæthed. Karbon bør komme fra grønne, biogene CO₂-kilder, for at de endelige PtX-produkter er grønne, og det bør sikres, at der er tilstrækkelig grøn CO₂ til at dække efterspørgslen efter PtX-produkter²⁹.

Der er en række mulige punkter til fangst af grøn CO₂, såsom biomasseværker og biogasanlæg. Det fremgår af figur 28, at disse CO₂-kilder ventes at kunne levere 5,9 mio. ton CO₂ i 2030, hvilket er nok til at dække behovet for karbon til PtX-produkter. Dette ændrer sig dog mellem 2040 og 2050, hvor efterspørgslen ventes at overstige den tilgængelige mængde biogen CO₂. Desuden påvirkes dette billede, hvis dele af eller hele den grønne mængde CO₂ lagres med langtidsdeponering (carbon capture and storage, CCS). Der kan være særlig interesse i at lagre biogen CO₂³⁰, da dette tæller som negativ CO₂-udledning under FN's "Convention on Climate Change".

CO₂-fangst i Danmark finder i dag kun sted ved Kors-kro Biogasanlæg, hvorfra den grønne CO₂ behandles og sælges til direkte anvendelse i en række industrier. Dette svarer til 25% af det aktuelle, danske forbrug af CO₂, og hovedparten af det resterende CO₂ er importeret og baseret på fossil energi. Dette eksisterende marked for CO₂ til direkte anvendelse i industriprocesser er en afsætningsmulighed i tilfælde, hvor fangsten af grøn CO₂ overstiger det aktuelle behov.

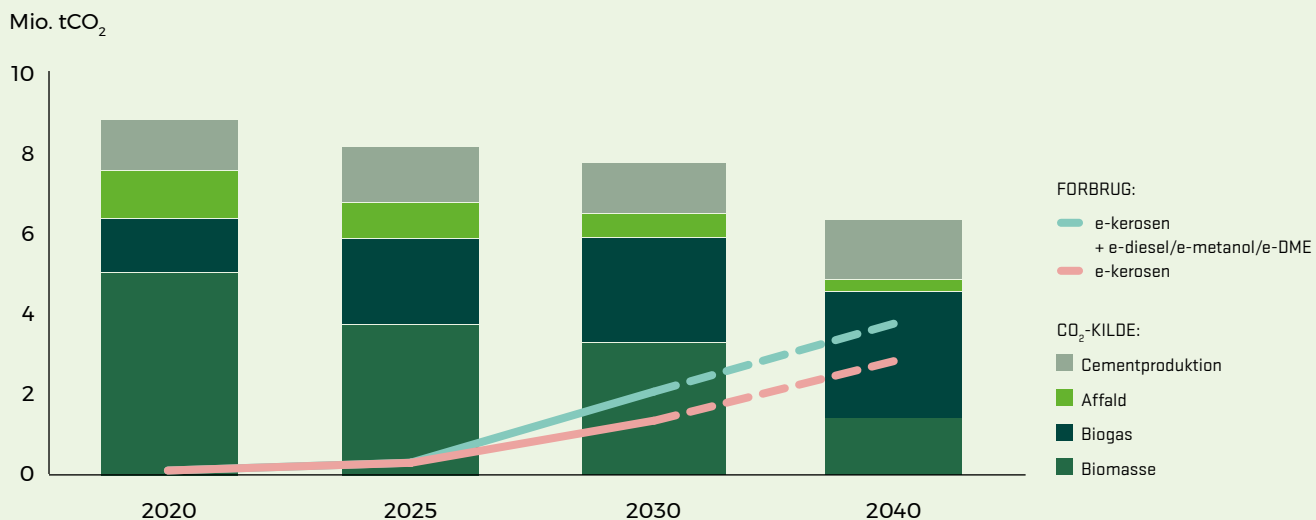
Der skal være tilstrækkelig grøn CO₂ til fremtidig produktion af PtX-produkter. Dette skal sikres gennem ambitiøse strategier for hhv. CCU og CCS, der sammentænkes med PtX-strategien, samt fokuseret udmøntning af de afsatte midler ift. CO₂-fangst ved grønne punktkilder.

Det er vigtigt, at den anvendte CO₂ er grøn, hvilket skal understøttes af et EU-certifikatsystem for grøn karbon, der skal sikre dokumentation og sporbarhed. Dette vil være med til at fastsætte værdien af grøn CO₂ og er desuden en forudsætning for at etablere et europæiske commodity-marked for CO₂, som vil sikre handel på tværs af grænser og effektiv prisfastsættelse baseret på udbud og efterspørgsel.

²⁹ Drivhusgassen CO₂ består af karbon – også kaldet kulstof – og oxygen. Grøn, klimaneutral karbon kommer fra biogen CO₂ fra biologiske materialer, fx træ, halm og organisk madaffald, som indeholder CO₂ optaget fra atmosfæren undervejs i materialernes livsforløb.

³⁰ Såkaldt "bio energy carbon capture and storage (BECCS)".

Figur 28.
Tilgængelighed af og efterspørgsel efter grøn CO₂



NOTE: Forbruget af kerosen er udregnet på baggrund af Københavns målsætning om reduktion af udledning fra brændstof, samt at være klimaneutral i 2050.
 KILDE: Energistyrelsen biomasseanalyse, Dansk affaldsforening rapport om CO₂ neutral affaldsenergi 2030, Nordic Energy Research, Københavns Lufthavn, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

5.3. Tung vejtransport

2020

- Der er ca. 42.000 lastbiler til tung transport over 3,5 ton
- Tung vejtransport har en CO₂-udledning på ca. 1,7 mio. ton
- Brintlastbiler forventes for alvor at komme på markedet fra 2023-24
- Der er pt. 6 brinttankstationer til den lette persontransport

2030

- Målsætning om ca. 6.700 brintlastbiler, svarende til ca. 15% af den eksisterende flåde
- CO₂-reduktion på 1-1,5 mio. ton ved øget anvendelse af PtX i hele vejtransporten
- Landsdækkende netværk af brint-tankstationer til tung vejtransport

Anvendelse af PtX-produkter til grøn omstilling

Omstilling af vejtransport er en proces, der tager tid. Derfor er der behov for rammer og målsætninger, der skubber processen i gang og sikrer udbredelse af brintlastbiler og den nødvendige infrastruktur.

Tung vejtransport vil i fremtiden kunne reducere udledningen ved hjælp af flere typer PtX-produkter – i større eller mindre grad. Brintlastbiler³¹ og brintbusser er emissionsfri og i spil til hele markedet med særlig relevans for langdistanceruter, da det forventes, at ellastbiler primært vil være relevant på korte ruter.

Brintlastbiler forventes for alvor at komme på markedet omkring 2023-24 og forventes under de rette betingelser at kunne være konkurrencedygtige med diesellastbiler omkring 2028. Faldet i de totale ejer-

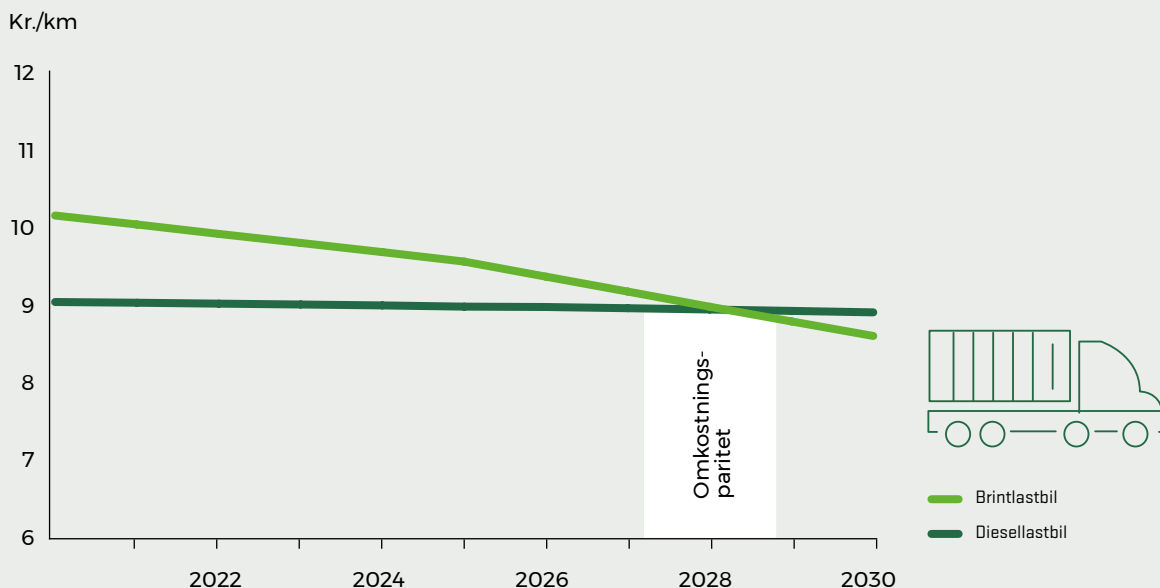
skabsomkostninger for brintlastbiler er drevet både af lavere brintpriser, lavere vedligeholdelsesomkostninger samt fald i anskaffelsesprisen for lastbilen. Med støtte til indkøb af brintlastbiler vil de kunne gøres konkurrencedygtige allerede omkring 2024, jf. figur 29.

I sidste ende vil en tilstrækkelig infrastruktur dog være en nødvendig forudsætning for, at ovenstående kan falde på plads.

Brintbaserede brændsler, såsom e-DME og e-metanol, kan også hjælpe med at dekarbonisere den tunge vejtransport, men forventes primært relevant til iblanding i en overgangsfase.

³¹ Fuel cell electric vehicles (FCEV): Brintlastbiler er brændselsceller, der tankes med ren brint.

Figur 29.
Totalomkostninger for ejerskab af diesel- og brintlastbiler



NOTE: De totale omkostninger er udregnet for lastbiler der årligt kører 62.500 km.. Lastbiler, der kører længere om året, vil have en lavere totalomkostning for ejerskab, og lastbiler, der kører kortere, vil have en højere.

KILDE: Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Afgørende faktor er for PtX- efterspørgsel og -udvikling	Mulig håndtering af faktorer
<p>Konkurrence: Markedet for transport af varer er præget af høj konkurrence og lave markedsandele, både nationalt og internationalt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Begræns nationale særkrav, der skubber erhvervet til udlandet eller kan omgås fx ved tankning uden for Danmarks grænser
<p>Lav betalingsvillighed hos transportselskabers kunder for grønne løsninger</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mindsk prisspænd ved at gøre de grønne løsninger billigere • Øg efterspørgslen via regulering • Sikr, at omkostninger til vognmænd ikke rammer dobbelt, da der både er stigende priser til materiel samt omkostninger til ny infrastruktur
<p>Stor usikkerhed om teknologiudvikling og høje investeringsomkostninger afholder transportaktører fra at investere i grønne løsninger</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Der er behov for klare rammer og økonomiske incitamenter til at vælge grønne løsninger
<p>Infrastruktur: Der findes ikke brinttankinfrastruktur til tung transport, som gør det muligt at tanke på tværs af Danmark og Europa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Udbyg tankinfrastrukturen med blik for, hvad der sker i udlandet, da en stor del af transporten er grænseoverskridende. Der skal være særligt fokus på vores nabolande herunder Tyskland, da en betydelig del af den tunge transport vejtransport kører sydover³²

³² Tyskland er i dag førende inden for udrulning af brinttankstationer og i gang med en ekspansiv udbygning bl.a. med offentlig støtte. Inden udgangen af 2020 forventer de at åbne station nr. 100. Derefter forventes en løbende udbygning med ca. 15 stationer årligt ifølge det tyske Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure.

Anbefalinger for tung vejtransport

Værdikædeprojekter	A Udbyd værdikædeprojekter, som kobler produktion og forbrug
Krav om erstatning af fossilt brændstof	B Indfør krav, der understøtter CO ₂ -fortrængning og sikrer øget brug af PtX til vejtransport
Finansieringsmodeller til forbrugsomstilling	C CAPEX-støtte til køb af brintlastbiler inden 2030
Infrastruktur	D Lav plan for udbygning af brinttankstationer til tung transport
	E Etablér støttepulje til udbygning af landsdækkende netværk med ca. 10 brinttankstationer målrettet tung vejtransport

A.

Udbyd værdikædeprojekter, som kobler produktion og forbrug

Værdikædeprojekter til kickstart af PtX i Danmark skal omfatte forbrugssiden, så kommerciel udvikling og opskalering af produktion og forbrug sker parallelt. Forbrugssiden kan fx være aftag af PtX-produkter til tung vejtransport. Værdikædeprojekterne skal sendes i udbud i 2021 og 2022 med idriftsættelse i hhv. 2025 og 2026, hvilket beskrives nærmere i afsnit 5.2.1.

B.

Indfør krav, der understøtter CO₂-fortrængning og samtidig sikrer et øget brug af PtX til vejtransport

Indfør krav, der sikrer CO₂-fortrængning i vejtransporten. Kravene skal understøtte øget forbrug af brint og øvrige PtX-produkter. En ambitiøs løsning skal have en reel klimaeffekt, og skabe incitament til at benytte sig af de mest effektive løsninger i den grønne omstilling fx PtX-produkter. For ikke at skabe danske særkrav, der kan forringe danske konkurrencevilkår, bør den danske stat arbejde for en ambitiøs EU-lovgivning, der lægger spor ud til den fulde grønne omstilling af transportsektoren og ikke kun et middel til kortvarige reduktioner.

C.

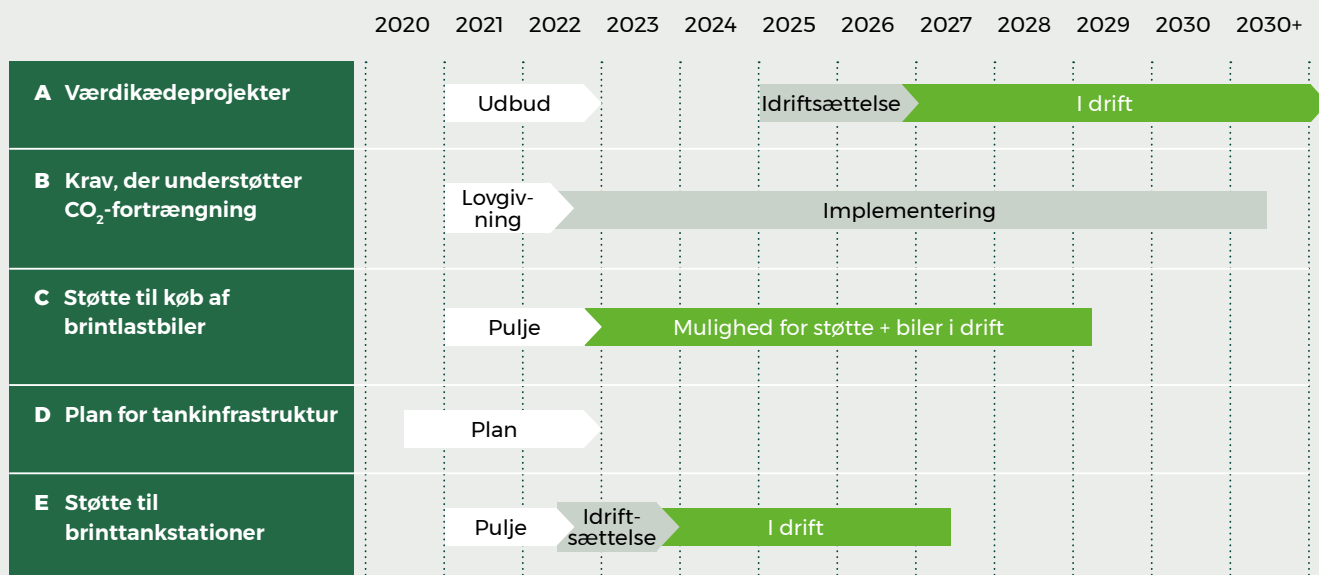
Etablér CAPEX-støtte til køb af brintlastbiler inden 2030

Støtte til indkøb af brintlastbiler skal dække merprisen ved indkøb af brintlastbiler frem for fossile biler. Dermed vil ekstraomkostninger ved anskaffelse af en brintlastbil reduceres betragteligt, hvilket vil være nødvendigt for at skubbe omstillingen i gang. Under de rette forudsætninger, vil totalomkostninger for brintlastbiler være på niveau med fossile lastbiler allerede i 2027-28. Investeringen vil være højere, men driftsomkostningerne forventes at være lavere. Derfor er det centralt, at der gives økonomisk støtte for at sikre, at omstillingen starter.

D.

Lav plan for udbygning af brinttankstationer til tung transport

En plan for udbygning af offentligt tilgængelige brinttankstationer til den tunge transport skal tage højde for det forventede fremtidige behov i Danmark samt udbygningsplaner i de omkringliggende lande. Det er essentielt at få udrullet et netværk af brinttankstationer, inden de første brintlastbiler kommer til Danmark, da ingen vil



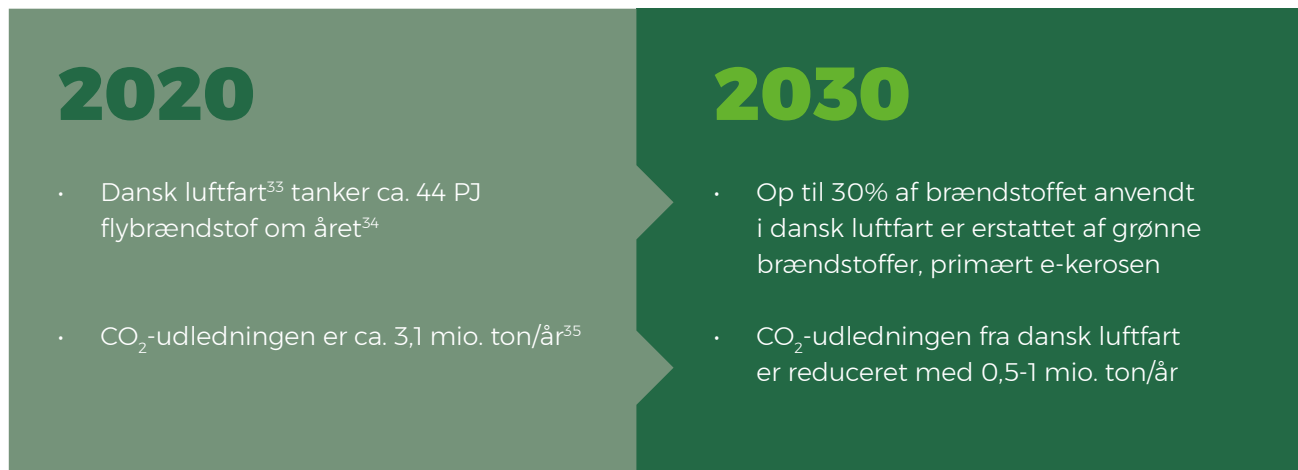
investere i lastbilerne uden den nødvendige infrastruktur til tankning.

Etablering af en brinttankstation med planlægning, tilladelser og konstruktion tager 18-24 måneder, hvorfor det er essentielt at komme i gang nu. Da sektoren for tung transport i høj grad opererer på tværs af landegrænser, bør udbygningen af dansk brintinfrastruktur som minimum følge Tysklands udbygningsplaner.

E. Etablér støttepulje til udbygning af landsdækkende netværk med ca. 10 brinttankstationer målrettet tung vejtransport

Etablér en støttepulje til udbygning af landsdækkende netværk på ca. 10 brinttankstationer, som målrettes tung vejtransport. Tankstationerne skal placeres ved etablerede transportknudepunkter, og de 10 stationer er første led i udbygning af et bredere netværk.

5.4. Luftfart



Anvendelse af PtX-brændsler til grøn omstilling

E-kerosen er den eneste af de typer af bæredygtigt flybrændstof, som vi kender i dag, der har potentiale til at kunne skaleres til sektorens globale forbrug i 2050, og som kan anvendes direkte i de nuværende motorteknologier. Derfor er der bred enighed i flybranchen om, at e-kerosen er det mest relevante alternativt til fossile brændsler. Flyproducenter er desuden i gang med at udvikle og teste brintfly, som muligvis på længere sigt kan blive et alternativ.

Bæredygtigt flybrændstof er i dag langt fra konkurrencedygtigt med fossile brændsler, og der er behov for kraftig industrialisering for at opnå prisparitet. Prisen for grøn e-kerosen er aktuelt ca. fire gange højere end prisen for fossilt brændstof, som det fremgår af figur 30. Prisen for e-kerosen ventes at være på ni-

veau med prisen for fossilt flybrændstof i 2040-2045, og det vil kræve omfattende tiltag til at nå denne reduktion af prisforskellen. Udviklingen vil i høj grad blive drevet af lavere brintpriser, da brintprisen udgør ca. 60% af produktionsomkostningerne for e-kerosen.

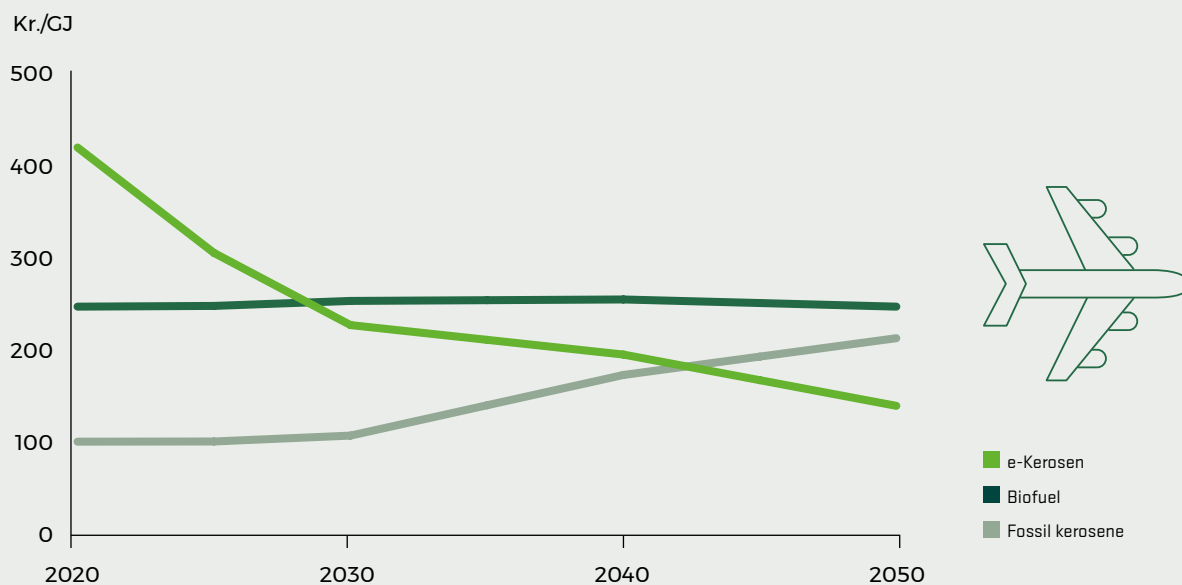
³³ Dansk luftfart omfatter indenrigsflyvninger og "outbound" udenrigsflyvning, dvs. afgang fra Danmark.

³⁴ Baseret på data for Jet Petroleum 1 (JP1) fra Energistyrelsens energistatistik for 2018. JP1 er en petroleumskvalitet, som adskiller sig fra anden petroleum ved strenge krav til lavt indhold af vand og umættede forbindelser, der anvendes til luftfart.

³⁵ Sektorkøreplanen for Luftfartens Klimapartnerskab.

Figur 30.

Forventet prisudvikling for forskellige typer af flybrændstof



NOTE: Der er store usikkerheder forbundet med prisen for e-kerosen. Analysen viser her et højt og et lavt estimat for prisen på e-kerosen.

Det forventes, at CO₂-kvoter vil forøge prisen på fossilt kerosen efter 2030.

KILDE: Hydrogen Council, Dansk Energi, Bain & Company analyse.

Afgørende faktor er for PtX-efterspørgsel og -udvikling

Konkurrence: Luftfartssektoren er stærkt konkurrenceudsat internationalt. Fly skal typisk tanke ved landing, og kan derfor kun i begrænset omfang komme uden om et regulatorisk indgreb på brændstof, men man skal være påpasselig med for hård regulering af dansk luftfart og danske lufthavne, da det kan føre til økonomitankning i udenlandske lufthavne (carbon leakage) og/eller færre mellemlandinger og langdistanceruter fra danske lufthavne

Betalingsvillighed: Der er begyndende betalingsvillighed blandt forbrugere og flyselskaber, men den er fortsat begrænset. Der er derfor behov for midler til at drive den grønne omstilling, så længe grønt brændstof er betydeligt dyrere end fossilt brændstof

Certificering af godkendte flybrændstoffer er langsommelig, og kun en type e-kerosen er i dag godkendt til iblanding op til 50%. Usikkerhed om mulighed og tidsplan for godkendelse er en betydelig barriere for investering i produktion af andre typer PtX-baserede brændstoffer, som potentielt kan produceres billigere og med højere energieffektivitet end den nuværende godkendte type

Mulig håndtering af faktorer

- Minimer nationale særkrav, der skubber erhvervet til udlandet eller kan omgås fx ved tankning uden for Danmarks grænser og/eller suppler med understøttende tiltag
- Danmark skal arbejde for europæiske eller internationale løsninger for at fremme luftfartens omstilling

- Indfør Klimafond for Luftfarten som finansieringsmekanisme. Hermed sikres mulighed for betydelig efterspørgsel efter bæredygtige flybrændstoffer trods høj prisforskel.
- Mindsk prisspænd ved at gøre de grønne løsninger billigere og/eller de sorte løsninger dyrere

- Fælles indsats inden for EU er nødvendig for godkendelse af nye PtX-baserede brændstoftyper, iblanding over 50% og mulighed for hurtigere godkendelsesforløb

Anbefalinger for luftfart

Værdikædeprojekter	A Udbyd værdikædeprojekter, som kobler produktion og forbrug
Finansieringsmodeller til forbrugsomstilling	B Etablér en klimafond baseret på klimabidrag fra passagerer
Krav om erstatning af fossilt brændstof	C Indfør iblandingskrav til understøttelse af udbredelse af PtX-baserede flybrændstoffer
EU-regulering og rammer for PtX	D Arbejd for fælles EU-indsats for international godkendelse af alle relevante typer af PtX-baserede flybrændstoffer
	E Arbejd for at indføre EU-regulering til erstatning af nationale tiltag
Internationalt samarbejde	F Arbejd for global regulering

A. Udbyd værdikædeprojekter, som kobler produktion og forbrug

Værdikædeprojekter til kickstart af PtX i Danmark skal omfatte forbrugssiden, så kommerciel udvikling og opskalering af produktion og forbrug sker parallelt. Forbrugssiden kan fx være aftag af PtX-brændsler til luftfart, som kan bidrage til at få virkeliggjort en forsyningskæde af bæredygtigt flybrændstof. Værdikædeprojekterne skal sendes i udbud i 2021 og 2022 med idriftsættelse i hhv. 2025 og 2026, hvilket beskrives nærmere i afsnit 5.2.1.

B. Etablér en klimafond baseret på klimabidrag fra passagerer

I fraværet af effektiv europæisk og global regulering, bør Danmark etablere en klimafond som foreslået af Luftfartens Klimapartnerskab, baseret på klimabidrag fra lokalt afgående passagerer i danske lufthavne senest i 2021. Dette kræver etablering af en lovhjemmel. Klimafonden skal administreres af en uafhængig be-

styrelse, som skal fastsætte klimabidraget og indstiller niveauet for iblandingskravet. Fonden vil sikre efterspørgsel på bæredygtigt brændstof og understøtte investeringer i en konkurrencedygtig PtX-produktion, Det er en væsentlig forudsætning, at der ikke indføres nationale, fiskale afgifter på flyrejser.

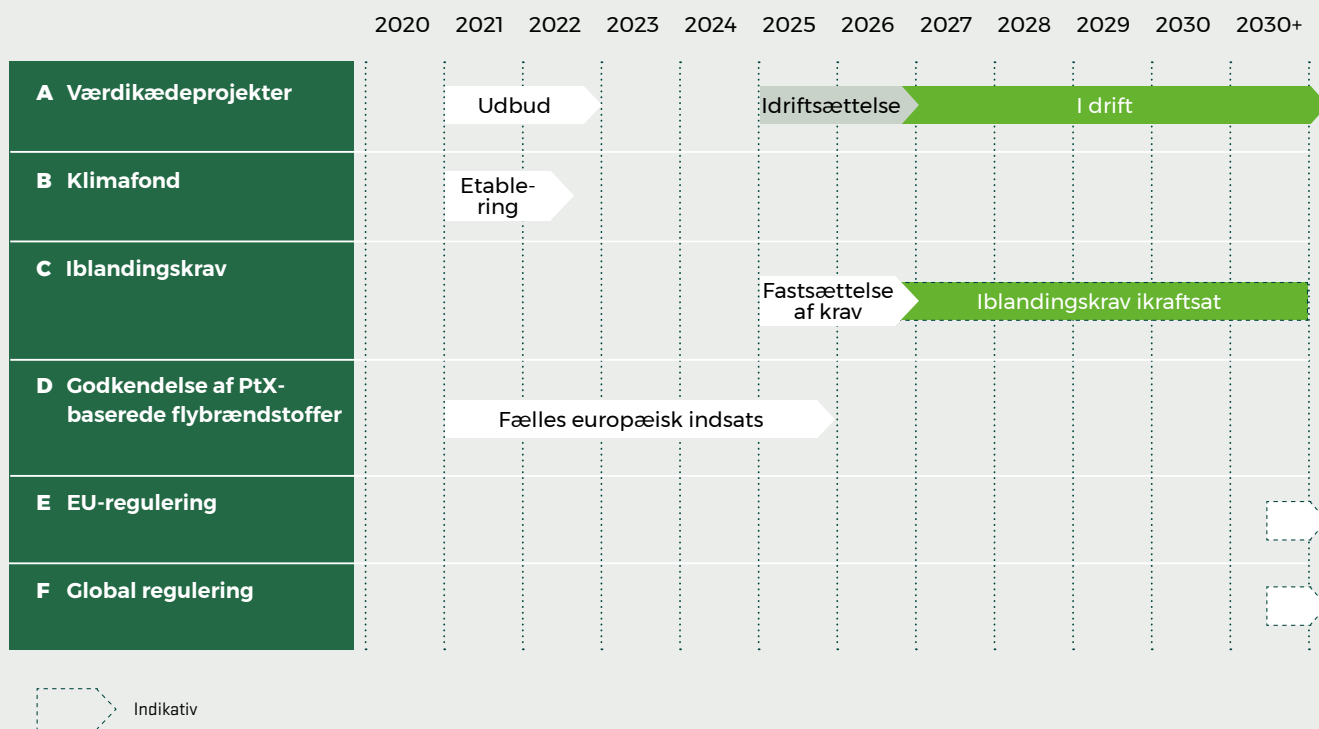
C. Indfør iblandingskrav til understøttelse af udbredelse af PtX-baserede flybrændstoffer

Indfør et iblandingskrav, der skal understøtte udbredelsen af PtX-baserede flybrændstoffer for at nå branchens reduktionsmålsætning på 30% i 2030³⁶. Størrelsen af iblandingskravet fastsættes løbende af transportministeren efter indstilling fra bestyrelsen for Luftfartens Klimafond.

D. Arbejd for fælles EU-indsats for international godkendelse af alle relevante typer af PtX-baserede flybrændstoffer

Det er vigtigt, at alle relevante typer af PtX-base-

³⁶ Reduktionsmålet for 2030 fastsat i sektorkøreplanen for Luftfartens Klimapartnerskab.



rede flybrændstoffer godkendes til anvendelse, så flyselskaberne kan anvende det billigst tilgængelige PtX-baserede flybrændstof. Derfor skal Danmark sammen med EU presse på for at få dette godkendt hos ASTM (American Standard for Testing and Materials), som godkender hvilke brændstoffer, der kan anvendes i luftfarten.

Efter 2030 skal det desuden være muligt at iblande mere end de 50% grønt brændstof, som ASTM i dag tillader. EU bør samlet og koordineret arbejde for, at dette godkendes hurtigst muligt.

E. Arbejd for at indføre EU-regulering til erstatning af nationale tiltag

En ophævelse af afgiftsfritagelsen på jetfuel i EU's Energibeskatningsdirektiv kan muliggøre, at EU-afgifter på fossile flybrændstoffer afløser diverse nationale flyafgifter, såvel som bidrag til klimafonden. Hermed ligestilles alle flyvninger og tankninger i EU. Hvis EU indfører afgift på fossilt flybrændstof, bør luftfarten

samtidig afkobles fra ETS. Det forudsættes, at EU's provenu fra afgifterne tilbageføres til luftfartsbranchens grønne omstilling, herunder til fx produktion af PtX-baseret flybrændstof. Ligeledes kan nationale iblandingskrav med fordel erstattes af et EU-iblandingskrav.

F. Arbejd for global regulering

Danmark skal arbejde for på sigt at erstatte national og europæisk regulering med en globalt emissionsbaseret CO₂-afgift, hvor afgiften afhænger direkte af CO₂-udledningen. Administrationen af dette bør være enkel og effektiv, og det er en forudsætning, at provenuet tilbageføres for at understøtte luftfartens omstilling til anvendelse af bæredygtigt brændstof. Dette vil være det bedste virkemiddel til at opnå størst mulig global CO₂-reduktion, uden at det påvirker konkurrenceevnen negativt for danske selskaber, men det vil tage tid at gennemføre, så der er brug for andre virkemidler til at igangsætte omstillingen inden da.

5.5. Skibsfart

2020

- I nationalt farvand udledes ca. 0,8 mio. ton CO₂ fordelt ligeligt mellem færger, fiskefartøjer og øvrigt både
- Færger til Norge og Sverige udleder årligt ca. 0,2 mio. ton fordelt på 10 ruter
- I internationalt farvand udleder danske rederiers skibsfart ca. 53 mio. ton CO₂

2030

- CO₂-udledningen i nationalt farvand og til færgefart til nabolande er som følge af PtX-brændsler reduceret med 0,1-0,2 mio. ton CO₂/år
- CO₂-udledningen fra skibsfart nær Danmark kan reduceres med 0,1-0,2 mio. ton CO₂/år ved fx at omlægge 5-10 mindre containerskibe der sejler i faste ruter i Nord- og Østersøen

Anvendelse af PtX-brændsler til grøn omstilling

Der er flere teknologiske muligheder for grøn omstilling af skibsfart. Rene elløsninger forventes at komme i spil til kortere ruter. På sigt vurderes e-metanol og e-ammoniak at blive de vindende grønne brændsler, som forventes at spille en rolle. Der sejler i dag skibe på metanol, mens det første skib, der sejler på ammoniak forventes klar i 2024. E-ammoniak og e-metanol kan derfor bruges som brændstof i skibsfart, hvilket kræver udvikling af selve skibene, men forventes ikke klar i stor skala inden 2030.

Totalomkostningerne for et containerskib drevet med e-ammoniak er aktuelt fire-fem gange højere end for skibe med traditionelle fossile brændstoffer. Ca. 90% af de totale omkostninger skyldes prisen på grøn brint til produktion af e-ammoniak, mens kapitalomkostningerne til skibets drivtøjs udgør ca. 10% af de totale omkostninger. Fald i grøn ammoniak-pris samt mulig øget CO₂-afgift på fossilt skibsbrændstof vil forventeligt sænke prisspændet i fremtiden, hvilket ses på figur 31.

Markedet for e-ammoniak i skibsfart forventes globalt set først for alvor at få fat efter 2030, hvor prisspændet til grønt og fossilt skibsbrændsel er indskrænket, samt nye skibe og infrastruktur kan være klar. Omstillingen kræver store investeringer i skibe og infrastruktur, som har lang afskrivningstid (25-30 år), hvilket betyder, at den grønne omstilling i skibsfart forventelig vil ske relativt langsomt. I en lang periode forventes der at være et mix af forskellige bæredygtige og fossile brændsler.

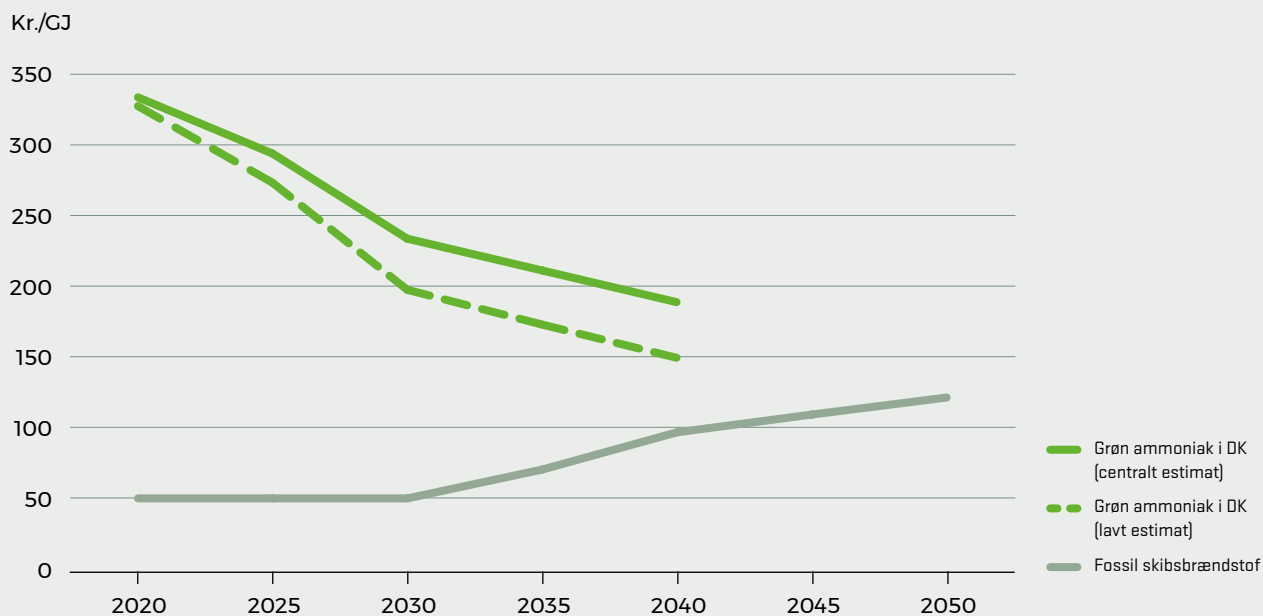
PtX-anvendelse på færger kan give CO₂-reduktioner og erfaringer til opskalering

Elektriske færger og brintfærger³⁷ kan være relevante for korte ruter, såsom sejlrunder til danske øer. Færgefart over længere afstande, fx fra Danmark til Norge og Sverige, vil være relevante for test af fx metanol, eftersom der allerede i dag er færdigudviklede motorer, som kan anvendes. Færger, der opererer over korte og mellemlange afstande, er oplagte til test og dernæst skalering til handelsskibe og fiskefartøjer.

³⁷ Brintfærger vil være en elektrisk færge med brændselsceller til at forlænge rækkevidden og kan teknologisk sammenlignes med Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV) lastbiler. Valget mellem batteri- og brint afhænger af bl.a. sejldistance, tid mellem afgang og omkostning til elinfrastruktur.

Figur 31.

Forventninger til pris for grøn ammoniak¹ og fossilt skibsbrændstof²



NOTE: ¹ Produktionspris for grøn ammoniak i Danmark baseret på danske elpriser (kilde: Ea Energianalyse).

Globale prisniveauer for grøn ammoniak er vurderet til ca. 220-290 kr./GJ i 2025, ca. 140-210 kr./GJ i 2030 og ca. 90-150 kr./GJ i 2040-2050 (kilde: Topsøe et al, "Ammonfuel – an industrial view of ammonia as marine fuel", 2020).

² Fossilt skibsbrændstof for perioden 2020-2030 er sat til \$300/MT (middelpri for år 2016-2020), fra 2030-2050 tillagt CO₂-kvotebetaling, svarende til ca. 1.000 kr./ton i 2050.

KILDE: Dansk Energi, Ea Energianalyse.

Afgørende faktor er for PtX-efterspørgsel og -udvikling	Mulig håndtering af faktorer
<p>Teknologisk umodenhed: Skibe, som sejler på PtX-brændsler, er fortsat under udvikling. Skibsmotorer til og håndtering af fx ammoniak er fortsat under udvikling</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Afprøvning af PtX-brændsler i nye skibsmotorer kan til en start ske på ombyggede skibe
<p>International konkurrence: International skibsfart er kendetegnet ved høj konkurrence mellem rederierne. Dermed kan dansk særlovgivning være konkurrencefordrivende og skade dansk konkurrenceevne</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Minimer nationale særkrav, der skubber erhvervet til udlandet eller kan omgås fx ved tankning uden for Danmarks grænser og/eller suppler med understøttende tiltag • Pres på for international lovgivning, der øger kravene til CO₂-reduktion fra skibsfarten
<p>Lav betalingsvillighed: Der er generelt lav betalingsvillighed blandt kunderne, hvor kun et mindre segment (<1%) er villig til at betale en merpris på 10% for bæredygtig transport, hvilket svarer til at betale 30% ekstra for grønt brændstof. Der er et stigende antal kunder, der har fokus på Carbon Footprint i hele værdikæden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mindsk prisspænd ved at gøre de grønne løsninger billigere og/eller de sorte løsninger dyrere • Øg efterspørgslen via regulering • Samarbejd med kunder, der efterspørger grønne transportløsninger
<p>Mangler infrastruktur og regulering: Ingen danske havne har i dag den nødvendige infrastruktur, og det vil kræve betydelige investeringer at omlægge. Der mangler retningslinjer for brugen af nye brændsler, fx tilladelse til tankning, mens der arbejdes på af- og pålæsning på skibet</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Skab den nødvendige lovgivning til, at optankning af skibe med nye PtX-brændsler i havne bliver muligt både i Danmark og i EU



Anbefalinger for skibsfart

Værdikædeprojekter	A Udbyd værdikædeprojekter, som kobler produktion og forbrug
Krav om erstatning af fossilt brændstof	B Sikr grøn national færgedrift
Infrastruktur	C Udvikl en grøn havnestrategi
EU-regulering og rammer for PtX	D Arbejd for opbyggelse af PtX-klar havneinfrastruktur i EU
	E Påvirk aktivt EU og IMO ³⁸ til at hæve 2030-ambitionsniveauet
Internationalt samarbejde	F Etabler et skandinavisk samarbejde om fossilfri færgefart
	G Skab et regionalt samarbejde om fossilfri skibsfart i Østersø- og Nordsøregionen

A. Udbyd værdikædeprojekter, som kobler produktion og forbrug

Værdikædeprojekter til kickstart af PtX i Danmark skal omfatte forbrugssiden, så kommerciel udvikling og opskalering af produktion og forbrug sker parallelt. Forbrugssiden kan fx være aftag af PtX-brændsler til skibsfart, hvilket kan ske ved at etablere grønne nationale færgeruter og opstart af PtX til regional skibs- og færgefart. Værdikædeprojekterne skal sendes i udbud i 2021 og 2022 med idriftsættelse i hhv. 2025 og 2026, hvilket beskrives nærmere i afsnit 5.2.1.

B. Sikre grøn national færgedrift

Kommunerne skal sikre en fornuftig omstilling til grøn færgedrift. Det kan ske i forbindelse med udbud af færgedriften eller ved andre krav til færgeruterne. Mål for 2025 og 2030 bør som minimum fastlægges. Analysen om muligheder for omstilling af danske færgeruter aftalt i "Aftale om udmøntning af pulje til grøn transport" fra april 2020 kan udgøre grundlaget. Analysen forventes færdig i november 2020.

C. Udvikl en grøn havnestrategi

Igangsat proces for ny ambitiøs havnestrategi, som bl.a. skal medvirke til at sikre infrastruktur til tankning

af metanol og/eller ammoniak særligt i strategisk vigtige havne. Strategien skal fastlægge behov for ændret regulering, der fx gør det muligt at tanke nye brændsler samt eventuelt stille emissionskrav til skibe i havnene mv. Det er afgørende, at danske virksomheders konkurrenceevne ikke påvirkes i en negativ retning, og dette bør indgå som et grundvilkår, når en grøn havnestrategi fastlægges.

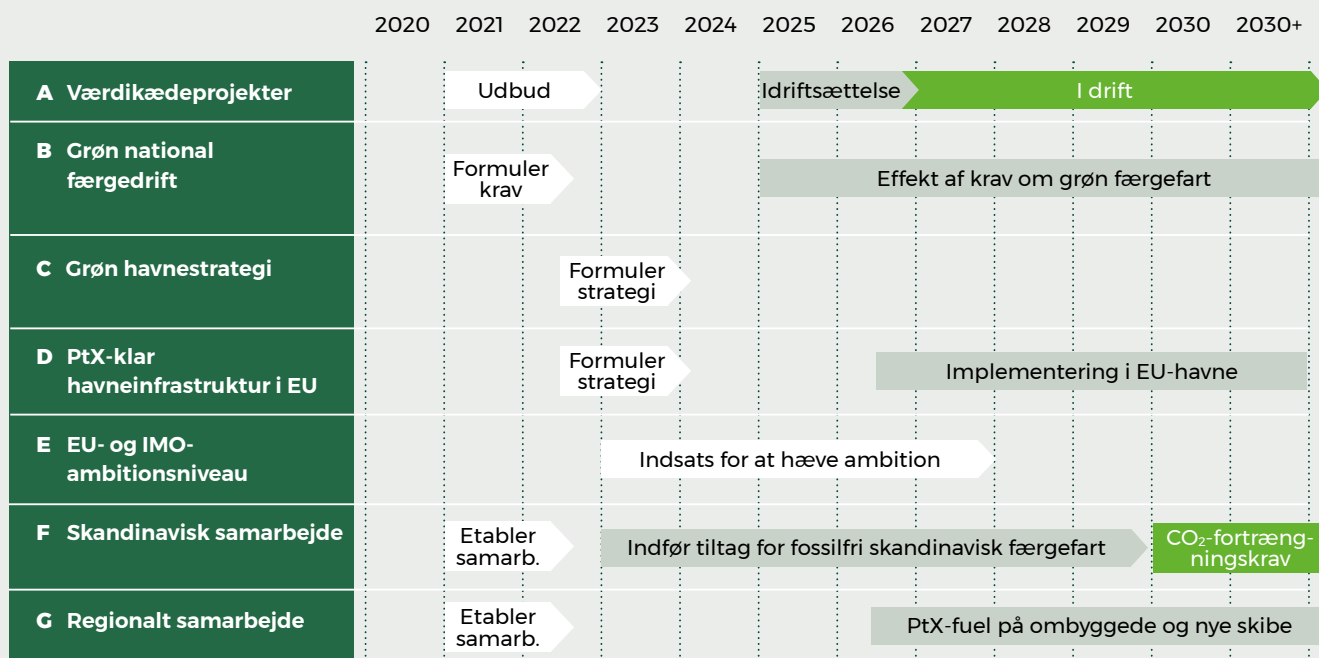
D. Arbejd for opbyggelse af PtX-klar havneinfrastruktur i EU

EU bør udpege havneinfrastruktur, som et vigtigt område, der kan understøtte den grønne omstilling af skibsfarten, særligt ift. PtX. Det er vigtigt, at EU går forrest her for at sikre ens konkurrencevilkår mellem havne i medlemslandene. Ud over at sikre velfungerende tankningsmuligheder i havnene er det bl.a. vigtigt med retningslinjer for at tanke nye brændsler i havnene, fx så containerskibe kan blive fyldt op med brændstof, mens de laster/losser.

E. Påvirk aktivt EU og IMO til at hæve 2030-ambitionsniveauet

Det aktuelle ambitionsniveau for 2030 med et CO₂-reduktionskrav på 40% pr. ton fragt skal øges og gøres mere ambitiøst. Desuden skal afgifter på fossile

³⁸ IMO: International Maritime Organization er en organisation under FN, som varetager internationale forhold for skibsfart, herunder fastlæggelse af krav.



brændsler øges. Der er brug for en ambitiøs klimaregulering i IMO, der kan gennemføres og håndhæves for alle verdens skibe, så der ikke sker en konkurrenceforvriddning. Danmark bør spille en endnu mere aktiv rolle i IMO.

F. Etabler et skandinavisk samarbejde om fossilfri færgesfart

Etabler et regionalt skandinavisk samarbejde, der indeholder et teknologineutralt CO₂-fortrængningskrav på 30% i 2030 for brændstof til regional færgesfart i og ud af Danmark.

Færgesfart mellem Danmark, Sverige og Norge har et årligt fossilt brændstofforbrug på ca. 3 PJ. Heraf bidrager færgeruter fra Hirtshals og Frederikshavn tilsammen med ca. 2 PJ. De ofte længere færgeruter mellem lande er vanskelige at drive på batterier eller brint. Færgerne kan derfor vælge fx e-metanol som grønt brændstof.

G. Skab et regionalt samarbejde om fossilfri skibsfart i Østersø- og Nordsøregionen

Etabler et regionalt samarbejde om fossilfri skibsfart, fx i Østersø- og/eller Nordsøregionen, hvor landene aktivt bidrager med risikodækning og støttepuljer til

opbygning af infrastruktur og etablering af fossilfri regionale sejlruiter. Støtten skal dække investering i ombygning eller nye fartøjer, nødvendig infrastruktur og driftsstøtte til PtX-brændsler.

Et eksempel på samarbejde om fossilfri skibsfart kan være gradvis omstilling af feederskibe (mindre containerskibe), som opererer i fast rutefart mellem et antal havne i Nord- og Østersø regionen. Feeder-skibe, der i dag bruger 5-7.000 ton fuel om året, kan ombygges eller ny-indkøbes til at bruge metanol eller ammoniak. Der er behov for 1-2 havne med infrastruktur til at kunne servicere feeder-skibene. I Danmark kunne det fx være Aarhus Havn. Omkring 2025-2027 kan eksisterende feederskibe og havneinfrastruktur være ombygget til at kunne understøtte grøn PtX-skibsfart i regionen.

Østersøregionen er et godt sted at starte demonstrationsindsatsen bl.a., da skibe har faste rutefarter i området, og at der er miljøkrav til dyrere lav-svovl-brændsler. Danmark kan bidrage med rammer for et samarbejde, herunder finansiering af produktionen af grønne brændsler, samt regulering af skibsdriften.

5.6. International indsats og eksport

2020

- Det er en central del af klimaloven fra 2020, at Danmark skal være et foregangsland og bidrage til grøn omstilling og CO₂-reduktion uden for landets grænser
- Dette bør ske både ved eksport af:
 - grøn energi i form af grøn brint
 - teknologi, løsninger og viden

2030

- I 2030 er Danmark nettoeksportør af PtX-produkter, -teknologi og -ydelser
- Definitioner og certifikatsystemer for grøn brint, grøn CO₂ og PtX-produkter er etableret

International indsats samt eksport af PtX-produkter og -teknologi

Danmark har gode muligheder for eksport af grøn brint i form af gode vindressourcer og en god geografisk placering, som muliggør eksport via Nordsøen mv. Det er vigtigt, at der er lave transportomkostninger, da dette vil være en konkurrencefordel ift. grøn brint fra billig solenergi i Nordafrika og Mellempøsten. Eksport af grøn brint samt PtX-teknologi og -viden vil bidrage til hurtigt at komme op i en industriel skala, hvilket er nødvendigt for at reducere omkostningerne.

Danmark har en lang række virksomheder, som udvikler og leverer teknologi, løsninger og viden til det meste af værdikæden for PtX. Eksport af denne teknologi, sammen med viden om de kommercielle løsninger, kan være med til at drive udviklingen hos disse virksomheder yderligere. Dette bidrager til den grønne omstilling uden for Danmark og vil være med at skabe en væsentlig dansk industri inden for PtX.

Det er helt centralt for en dansk styrkeposition, at Danmark indgår aktivt i de europæiske og internationale samarbejder og organisationer, som fokuserer på PtX og grøn omstilling generelt. I det europæiske samarbejde bør Danmark påtage sig en rolle i både brintalliancen og tilgå IPCEI³⁹ for at give danske virksomheder de mest optimale betingelser.

Som et led af EU's industristrategi har Europa-Kommissionen etableret en europæisk brintalliance, Clean Hydrogen Alliance, der har til formål at sikre en ambitiøs implementering af brintteknologier inden for produktion, industri og transport. Den danske regering har som et led af Grønt Erhvervsforum allerede tilsluttet sig brintalliancen. Et af de mest håndgribelige værktøjer fra brintalliancen er IPCEI-muligheden for brint. IPCEI gør det muligt for den danske stat at give støtte til brintprojekter, ud over hvad eksisterende statsstøtteregler tillader. Hvis Danmark tilgår IPCEI, kan det give danske virksomheder bedre betingelser og øge muligheden for deltagelse i strategiske stor-skala-projekter på tværs af de europæiske grænser.

³⁹IPCEI: Important Project of Common European Interest.

Afgørende faktorer for en international indsats og eksport	Mulig håndtering af faktorer
<p>International konkurrence: En række lande i Nordafrika og Mellemøsten ser produktion af brint og PtX-brændsler i stor skala baseret på billig solenergi</p> <p>Europæisk konkurrence: En række europæiske lande har formuleret brintstrategier og afsat betydelige midler til udvikling af brintproduktion og brintindustrien. Flere af landene har desuden indgået samarbejdsaftaler for import og eksport af brint⁴⁰</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tiltag for reduktion af produktions- og transportomkostninger • Internationale samarbejdsaftaler med særligt fokus på vores nabolande
<p>Infrastruktur: Det er en forudsætning for effektiv og konkurrencedygtig eksport af dansk brint, at der er brintinfrastruktur til at koble Danmark til resten af Europa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indledende undersøgelser fra gastransmissionsoperatører viser, at et nordvest-europæisk brintnetværk kan være muligt i 2035 • EU-regulering for brintinfrastruktur findes ikke, men er på vej
<p>Europæisk og international efterspørgsel: EU-regulering og internationale organisationer, såsom IMO, fastsætter allerede i dag en række iblandings- eller fortrængningskrav, men ambitionsniveauet skal op</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ambitionsniveauet for europæisk og international grøn omstilling skal øges • Disse krav vil øge efterspørgslen og skabe en "level playing field", som ikke skader dansk konkurrenceevne
<p>Tværnational handel med grøn brint, grøn karbon og grønne brintbaserede brændsler: Grøn brint bliver en central energibærer i fremtiden. Potentialet for dansk brintproduktion vil først rigtig blive udnyttet ved produktion, forbrug og handel på tværs af EU's grænser. Brint er i dag ikke reguleret på samme vis som el eller naturgas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Certifikater for grøn brint, grøn karbon og grønne brintbaserede brændsler er nødvendige for at kunne dokumentere, at energien er bæredygtig og emissionsfri. Det er desuden vigtige for handel • EU-regulering: Der er brug for markedsregler og rammer, som bl.a. sikrer adgang til infrastruktur (når den er der)

⁴⁰ Holland og Portugal underskrev i sommeren 2020 et forståelsesmemorandum/en samarbejdsaftale om udvikling af en strategisk værdikæde for sikre produktion af grøn brint i Portugal, som skal eksporteres til Holland via skibe til Rotterdam Havn. Der etableres desuden et samarbejde omkring vidensdeling og forskning inden for brint. Tyskland og Australien har underskrevet en aftale om at undersøge mulighederne for at skabe en værdikæde sammen. Målet med aftalen er at studere de bedste måder at dele viden om produktion, teknologi, lagring og transport. Tyskland har desuden drøftelser med Frankrig om fælles brintprojekter i GW-størrelsen, som skal gøre de to lande førende inden for brint i Europa.

Anbefalinger for international indsats og eksport

Infrastruktur	A Etablér dansk brintnet med forbindelse til Tyskland og deltag i koordinering af sammenhængende brinttransmissionsnet
Certificering af PtX	B Pres på for hurtig og ambitiøs fastsættelse af definitioner for bæredygtig og klimaneutral brint og grøn CO ₂ i EU
	C Pres på EU's arbejde med certificering af grøn brint, grøn CO ₂ og grønne brintbaserede brændsler
EU-regulering og rammer for PtX	D Påvirk proaktivt EU-lovgivning, som sætter rammer og markedsregler for PtX
	E Arbejd for ambitiøse og stigende EU-mål for reduktion af CO ₂
Internationalt samarbejde	F Arbejd proaktivt for internationale samarbejdsaftaler med øvrige nordvesteuropæiske lande
	G Udnyt EU-midler og mulighederne i IPCEI

A. Etablér dansk brintnet med forbindelse til Tyskland og deltag i koordinering af sammenhængende brinttransmissionsnet

Et sammenhængende brintnet mellem Danmark og vores nabolande skal tage højde for fremtidige brintmængder og tænkes sammen med behov og mulighed for lagring af brint. Dette skal ske i samarbejde med nabolandene. Se en nærmere beskrivelse af brintinfrastruktur i afsnit 5.2.3.

B. Pres på for hurtig og ambitiøs fastsættelse af definitioner for bæredygtig og klimaneutral brint og CO₂ i EU

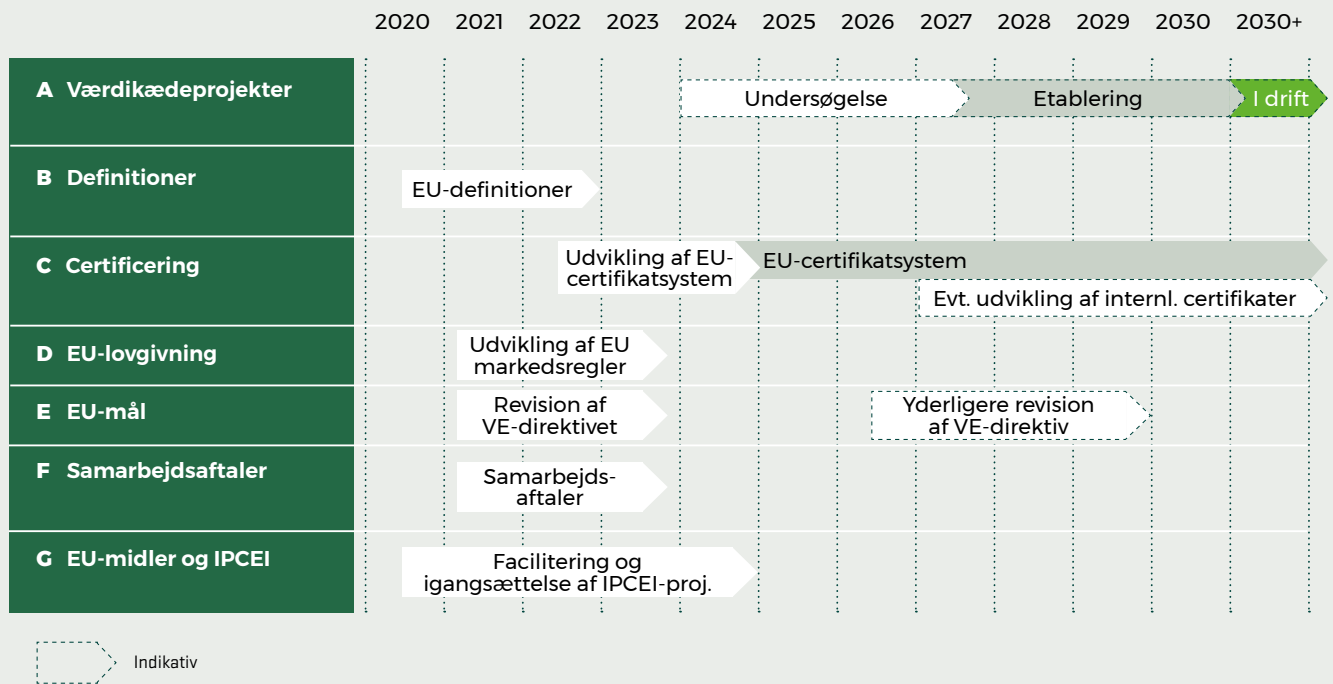
Definitioner, som fastsætter, hvad der er grønt og bæredygtigt, er en forudsætning for at etablere certifikatsystemer. Se en nærmere beskrivelse af definitioner for grøn brint og CO₂ i afsnit 5.2.4.

C. Pres på EU's arbejde med certificering af grøn brint, grøn CO₂ og grønne brintbaserede brændsler

Certifikatsystemer er nødvendige for at kunne dokumentere grøn energi og grønne brændsler for aftagersiden og skal desuden understøtte handel med PtX-brændsler. Se en nærmere beskrivelse af certifikatsystemer i afsnit 5.6.1.

D. Påvirk proaktivt EU-lovgivning, som sætter rammer og markedsregler for PtX

Påvirk proaktivt EU-lovgivningen, så der kommer en rimelig og transparent regulering af brintinfrastruktur, herunder regulering af adgang til og tarifiering af transmissionsnet og brintlagre. Dertil skal der være rimelig, transparent og simpel regulering af et indre brintmarked i EU.



E. Arbejd for ambitiøse og stigende EU-mål for reduktion af CO₂

EU's krav til den generelle andel af vedvarende energi i det europæiske energiforbrug skal være mere ambitiøs end den aktuelle på 32% i VE-direktivet⁴¹. Kravene til anvendelse af grøn energi i specifikke sektorer skal øges markant. Dette gælder især andelen for transportsektoren (landtransport, luftfart, skibsfart), som i VE-direktivet aktuelt er sat til 14%. EU har en revision af VE-direktivet på vej, hvor disse andele bør øges, og andelen bør desuden øges yderligere over tid.

Endeligt skal EU arbejde aktivt for målsætninger for CO₂-reduktion i den globale transportsektor, så danske og europæiske virksomheder inden for fx luftfart og skibsfart kan omstille sig, uden at det påvirker den globale konkurrenceevne negativt.

F. Arbejd proaktivt for internationale samarbejdsaftaler med øvrige nordvesteuropæiske lande

Der bør arbejdes for etablering af samarbejdsaftaler med europæiske lande, herunder Tyskland og Holland. Formålet med aftalerne skal bl.a. være sammen at påvirke rammer og lovgivning for PtX i EU, at koordinere PtX-strategier og planer samt at indgå relevante tværnationale aftaler vedr. import og eksport.

G. Udnyt EU-midler og mulighederne i IPCEI

Danmark skal i videst muligt omfang søge at anvende de EU-midler, som er tilgængelige for PtX-projekter og udvikling af en PtX-industri, herunder EU's genopretningspakke, hvor brint er udpeget som en nøglesektor. Desuden skal Danmark sørge for at få del i de EU-midler og -fonde, som er tilgængelige for forskning og udviklingen inden for brint og PtX.

⁴¹ VE-direktivet: Direktiv 2018/2001 af 11. december 2018 om fremme af anvendelsen af energi fra vedvarende energikilder.

Certifikatsystem

Deep Dive

Baggrund for certifikatsystem

Certifikater kan dokumentere bæredygtighed for grøn brint, grøn karbon og grønne brintbaserede brændsler, hvilket skaber sikkerhed og dokumentation for de forbrugende selskaber. Certifikater muliggør og understøtter desuden handel med disse energibærere og brændsler, både mellem producenter og forbrugere på nationalt plan og på tværs af grænser, hvilket kan tydeliggøre og øge værdien.

Ved etablering af et certifikatsystem skal det vurderes i hvilket omfang, der skal være en fysisk levering og forbindelse, eller om det skal fungere mere "virtuelt" uden direkte sammenhæng mellem certifikat og fysisk levering.

Danmark skal arbejde for et marked for grønne PtX-brændsler i EU ved at arbejde for certificering af PtX. Dette kræver bl.a. definitioner og klassificering af de omfattede energiformer og brændsler, baseret på en life cycle-vurdering af klimapåvirkning og bæredygtighed. Certifikaterne skal anerkendes af alle EU-lande.

Uddybning af anbefalinger for certifikatsystem

A.

Pres på for hurtig og ambitiøs fastsættelse af definitioner for bæredygtig og grøn brint og karbon i EU

EU-Kommissionen skal inden udgang af 2021 vedtage en delegeret retsakt til supplerung af VE-direktivet, som fastsætter detaljerede regler for, i hvilke tilfælde brint, baseret på vedvarende el-produktion til anvendelse i transportsektoren, kan defineres som vedvarende. Der skal i den forbindelse ske en afklaring af EU-reglerne for CO₂-indhold i el til produktion af grøn

brint, som tillader, at elsalgsaftaler (power purchase agreements, PPA) indgår i definitionen af grøn brint til transportsektoren.

Der skal desuden ske en hurtig og ambitiøs implementering af EU's brintstrategi, som definerer forskellige typer brint samt "brintbaserede syntetiske brændsler". Definitionerne skal gælde for alle anvendelsesområder.

EU-Kommissionen planlægger en revision af VE-direktivet til vedtagelse i første halvdel af 2021, som skal afspejle den øgede klimamålsætning og EU's strategier for brint og integration af energisystemer og sektorkobling.

Biogen CO₂ betragtes generelt som grøn, men dette er ikke fastlagt i EU-lovgivningen, hvilket er nødvendigt for at kunne etablere certifikater for CO₂. Dette bør derfor defineres i den kommende revision af VE-direktivet.

B.

Pres på EU's arbejde med certificering af grøn brint, grøn CO₂ og grønne brintbaserede brændsler

Ved at indføre certifikatsystemer for grøn brint, grøn CO₂ og grønne brintbaserede brændsler, som anerkendes på tværs af EU-lande, fremmes handel med og etablering af et indre marked for disse grønne energikilder og brændsler. For grønne brintbaserede brændsler, som anvendes og potentielt handles internationalt, vil det desuden være relevant med et internationalt certifikatsystem. Dette vil mindske byrden ved dokumentation og handel for selskaber, som opererer internationalt.

Læs mere på
danskeenergi.dk



DANSK ENERGI
VODROFFSVEJ 59
1900 FREDERIKSBERG

+45 35 300 400
WWW.DANSKENERGI.DK
DE@DANSKENERGI.DK

 [FACEBOOK.COM/DANSKENERGI](https://www.facebook.com/danskeenergi)
 [LINKEDIN.COM/COMPANY/DANSK-ENERGI](https://www.linkedin.com/company/dansk-energi)
 [TWITTER.COM/DANSKENERGI](https://www.twitter.com/danskeenergi)