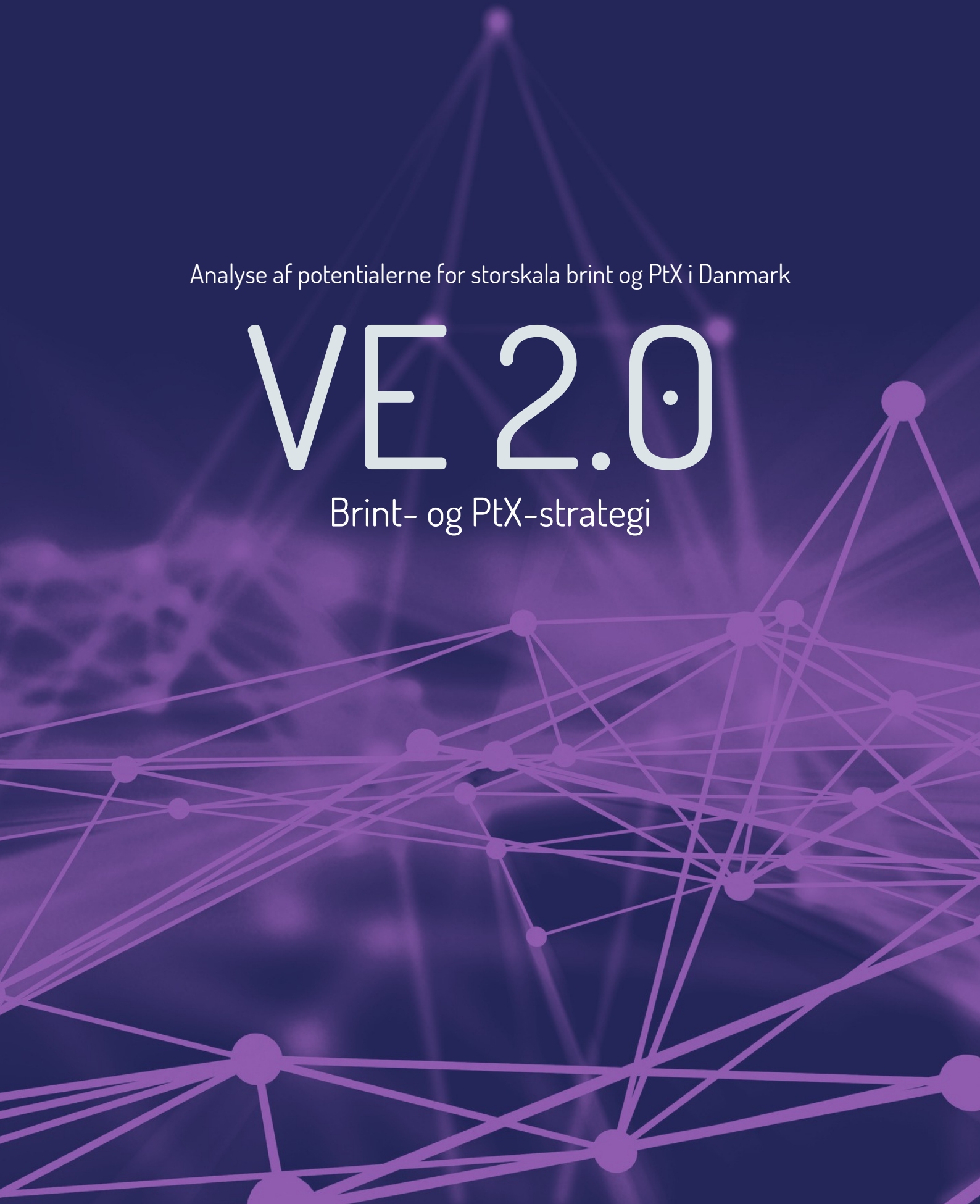
Brintbranchen
Hydrogen Denmark

Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark

VE 2.0

Brint- og PtX-strategi



Brintbranchen
Hydrogen Denmark

Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark

VE 2.0

Brint- og PtX-strategi

Brintbranchen / Hydrogen Denmark
Vodroffsvej 59, 1900 Frederiksberg C.
Tlf: +45 39 20 20 03

Indhold

1 VE 2.0 i nøgleelementer

2 Om Brintbranchen: Brint- og PtX-værdikæden i Danmark

3 Forord

Indledning

4 Dansk VE skaber styrkepositioner

5 Grønt lederskab og investeringer

6 Brintindsatsen intensiveres globalt

7 Gigantisk vækstmarked

8 Europæiske milliardinvesteringer

9 Brintudviklingen i Europa

10 Opskalering af europæisk elektrolysekapacitet

11 Tyskland

12 Frankrig

13 Spanien og Portugal

14 Hastig udvikling

15 Danmark skal på niveau med EU

16 Brint og PtX i Danmark

17 Status

18 Udviklingsprojekter

19 Industri

20 Fremtidig indenlandsk forbrug

21 Indenlandsk forbrug til international transport

22 VE-forudsætninger

23 Eksportpotentialer

24 Tysk markeds-pull skaber danske muligheder

25 Nyt Nordsø-eventyr

26 Større værdi i brint og PtX end i olieindustrien

Brintbranchen, oktober 2020

Indhold

27 Anbefalinger til Danmarks brint- og PtX-strategi

1: Brintproduktion

28 i Nationalt mål om 1 GW elektrolyse i 2025 og 6 GW i 2030

29 ii Invester mindst 5 milliarder i brint og PtX nu

30 iii Hele brint- og PtX værdikæden skal styrkes

31 iv CCU-midler skal i spil

32 v Finansiér med "Next Generation EU"

33 vi Bedre rammevilkår for produktion af brint

34 vii Udnyttelse af overskudsvarme

2: Forbrug

35 i Grøn transport – hjemmemarked er afgørende

36 ii Implementering af EU's andet Direktiv om Vedvarende Energi

37 iii CO2-fortrængningskrav som erstatning for iblanding af biobrændstof

38 iv Grøn brint skal erstatte fossil brint i raffinaderierne

39 v National definition af 0-emissionskøretøjer og krav om 0-emission i offentlig transport

40 vi Iblandingskrav til luftfarten

41 vii Dansk CO2-maut og tilskud til grønne køretøjer

42 viii Tankinfrastruktur til brint

43 ix National og international skibsfart og shipping

3: Infrastruktur

44 i Gasnettet til national distribution af brint

45 ii Gasnettet til international transmission af brint

46 4: Målrettet industristrategi

47 5: Behov for forsknings- og udviklingsindsats

6: Danmark i front i EU

48 i Standarder, AFID-revision og statsstøtte

49 ii RED-II og ETS

50 Referencer

Brintbranchen
Hydrogen Denmark

VE 2.0

Brint- og PtX-strategi

Nøgleelementer

Ved at dedikere mindst 5 milliarder kr. af Danmarks andel af EU's recovery-midler strategisk i brint og PtX kan vi skabe grøn værdi

53.000 nye jobs i Danmark i 2030

40 milliarder kr. i samlede offentlige og private investeringer

50-84 milliarder kr. i eksport af grøn energi

Eksporten fra Nordsøen toppede i 2006 med 31 milliarder kr.

Marked for dansk energiteknologi på 1.350-3.525 milliarder kr. i EU frem til 2050

Europæiske investeringer i elektrolyse på mellem 180-315 milliarder kr. inden 2030

Udnyttelse af op mod 66 GW ekstra VE-produktionskapacitet i Danmark

Brint- og PtX-værdikæden i Danmark

Brintbranchen er hovedorganisationen for brint og Power-to-X i Danmark. Vi er en erhvervsorganisation, og repræsenterer hele værdikæden fra forskning til erhvervsliv, og fra produktion af vedvarende energi og energiteknologi som brændselsceller og elektrolyse, til brugen af brint, metanol, ammoniak og andre elektrofuels i bl.a. transportsektoren.

VE 2.0 er alene udtryk for Brintbranchens holdning, og de enkelte medlemmer kan således ikke tages til indtægt herfor.

Forord

Brint er kun noget, vi har i Danmark. For H. C. Ørsted opfandt ikke alene elektromagnetismen, han navngav også det periodiske systems første grundstof, der på dansk siden har været kendt som brint, og ikke som Hydrogen, som den kemiske betegnelse H2 ellers lægger mere op til. Og på det sidste er H. C. Ørsteds betegnelse blevet suppleret med "Power-to-X" (PtX) eller den danske udgave "Strøm-til-noget", som en dækkende betegnelse for at omdanne strøm til brint og evt. herefter videre til metanol, ammoniak eller andre brændsler eller kemikalier.

Men uanset navnet, så er brintteknologierne blevet centrale i både den grønne omstilling og den økonomiske genrejsning efter Corona-krisen.

Regeringen og et bredt flertal i Folketinget har i forbindelse med "Klimaaftalen for Energi og Industri" besluttet, at Danmark skal have en national PtX og Carbon Capture Utilisation og Storage (CCUS) strategi, som en dansk udgave af de brintstrategier, der pt. udarbejdes overalt i Europa. Det haster. Derfor giver vi, som repræsentanter for den industri, der skal levere de praktiske og teknologiske løsninger, med "VE 2.0", vores bud på, hvad strategien skal indeholde, så Danmark kommer i det internationale førerfelt omkring brint og PtX.

Vi håber, at rapporten vil inspirere til visionære og fremadrettede beslutninger på området. For både klimaets og dansk erhvervslivs skyld. Og vi glæder os til dialogen med alle, der måtte have interesse herfor.

Tejs Laustsen Jensen
Direktør Brintbranchen.

Dansk VE skaber styrkepositioner

Indledning

Den grønne omstilling er vor tids vigtigste opgave. Og en svær én af slagsen. Danmark har med regeringen og Folketingets beslutning om 70%'s reduktioner i 2030, påtaget sig et europæisk og globalt lederskab i klimakampen. Det er der grund til at være både glad og stolt over.

Det er en stor opgave vi som nation har taget på os. Og skal den lykkes, så skal vi også lykkes med brint og Power-to-X (PtX). Det er tydeligt illustreret af bl.a. Klimapartnerskaberne, der over en bred kam – bl.a. landtransport, energi og forsyning, søfart og luftfart peger på brint og PtX, som afgørende for at vi kan nå i mål. Partnerskaberne viser også, at vi alene til det indenlandske forbrug og ift. realiseringen af de 70% har brug for output fra 2-3 GW installeret elektrolysekapacitet. Dertil kommer yderligere forbrug til udenrigstransport m.v. Det er høje mål, som kun kan realiseres med en målrettet national tilgang, og derfor har Danmark brug for en ambitiøs brint og PtX-strategi.

Og Danmark har gode forudsætninger for at placere os i den absolutte verdenselite, når det gælder brint og PtX. Først og fremmest har vi i Danmark adgang til en meget stor VE-ressource, og vores VE-potentiale overstiger langt, hvad vi selv kan forbruge. Den ressource kan effektivt udnyttes til PtX. Og med et fjernvarmesystem og en veludbygget og moderne gasnet har vi også den infrastruktur, der skal til for at facilitere udbygningen. Vi har adgang til de CO2-kilder, der skal til, for at vi kan producere ikke bare brint, men også brintbaserede flydende brændsler. Det er en enorm mulighed. Men også en forpligtigelse til at producere så mange grønne brændsler som muligt, og dermed bidrage til at ikke bare Danmark, men hele Europa, når vores klimamål – også i de svære sektorer som f.eks. den tunge transport.

Grønt lederskab og investeringer

Danmark er samtidig hjemsted for nogle af verdens største transport- og logistik-virksomheder. Koncerner, der bogstaveligt får verden til at hænge sammen, men som i dag gør det på baggrund af fossil energi. Ved at gå forrest og gennem PtX bistå dem med deres omstilling, på en måde som sikrer deres, langsigtede konkurrencekraft, er både af hensyn til det globale klimaaftryk og ift. til dansk økonomi uhyre vigtigt. Også selvom der er i høj grad er tale om globale aktiviteter, der ikke isoleret set bidrager til at opfylde 70% målet.

Med dette udgangspunkt kan Danmark udvikle sig til at blive leverandør af grøn energi i form af grøn brint og grønne PtX-brændstoffer til hele Europa. Med stor effekt for såvel klima som for dansk økonomi.

Men resten af Europa rykker på sig i disse år og investerer massivt i både brint og PtX. Det er godt -for det bidrager til at etablere det marked Danmark skal være med til at udfylde. Men det betyder også, at det er nu vi skal rykke herhjemme. Både af hensyn til de nationale og internationale ambitioner.

Det betyder, at det er nu, vi skal investere og Brintbranchen forslår derfor med denne strategi, at afsætte mindst 5 milliarder kroner til brint og PtX, og at vi opdaterer vores energisystem, så f.eks. eltariffer og reguleringen af gasinfrastrukturen, ikke er indrettet så der skabes uhensigtsmæssige barrierer for udviklingen. Kombineret med ny regulering, ikke mindst af transportsektoren, der skaber et reelt indenlandsk marked for både brint og de flydende PtX-brændstoffer og dermed også bidrager til at nedsætte klimabelastningen, vil det være et meget stærkt grundlag for Danmark for at påtage sig et både europæisk og globalt lederskab.

Brintindsatsen intensiveres globalt

Overalt i verden har man fået øjnene op for mulighederne i brint og PtX. EU er forrest i feltet, men konkurrencen er stærk.

Gigantisk vækstmarked

Brint er nøglen til den grønne omstilling. Den erkendelse har regeringer, erhvervsliv og klimaorganisationer i stadigt større omfang gjort sig over de seneste år. For uden brint og brintbaserede elektrofuels, bliver den grønne omstilling tæt på umulig og Parisaftalen bliver endnu sværere at opfylde (1). Brint er redskabet, der skal sikre, at tung transport, fly, stålværker, gødningsproduktion og industri m.v. kan omstilles til klimaneutral drift. Konverteringen af el til brint via elektrolyse er redskabet, der skal muliggøre udnyttelsen af langt større mængder vedvarende energi, såvel som konvertering, lagring og produktion af både gas og flydende brændstoffer uden klimabelastning.

Klimapotentialet er stort, og brint forventes at udgøre op til 24% af EU's samlede energimix i 2050 (2). I dag er andelen under 2%, og der vil ske betydelige investeringer i markedet i de kommende år. Netop grundet denne nøglerolle er markedet for både brint, brintbaserede elektrofuels som metanol, og de bagvedliggende teknologier, et strategisk satsningsområde for både Europa og en række andre lande.

EU skønner, at der ved et stærkt sats på brint m.v. vil blive skabt en million direkte relaterede jobs i EU allerede i 2050 (3), og at de akkumulerede investeringer i brint og brintbaserede brændsler i Europa vil være mellem 1.350 og 3.525 milliarder kroner frem til 2050. Og når det gælder teknologien bag brint- og PtX- produktionen vil markedet her også vokse eksplosivt. Alene for elektrolyseanlæg forventes der inden 2030 investeringer i EU for mellem 180-315 milliarder kroner. (4).

Meget store beløb, der imidlertid understøttes af Bloomberg New Energy Outlook, der estimerer verdensmarkedet for grøn brint til at være på 4.725 milliarder kroner årligt i 2050 (5).

Danmark har – med en etableret værdikæde for vedvarende energi og ligeledes store muligheder for at øge produktionen af grøn strøm langt ud over vores eget forbrug, store muligheder for at drage fordel af den udvikling. Andre lande kæmper med at leve op til ambitionerne om en tilstrækkelig høj VE-produktion. Det behøver Danmark ikke. Her er vi i verdensklasse i forvejen og har både erhvervsliv, teknologi og naturressourcer til rådighed. Og derfor kan Danmark potentielt komme rigtigt langt, rigtigt hurtigt med VE-brint og PtX, - hvis vi vel at mærke vælger at gøre det.

Europæiske milliard-investeringer

Over hele Europa intensiveres indsatsen på brint og PtX. Flere lande har dedikerede, nationale brintstrategier, og der investeres milliarder i industrialiseringen af brint og PtX.

Brintudviklingen i Europa

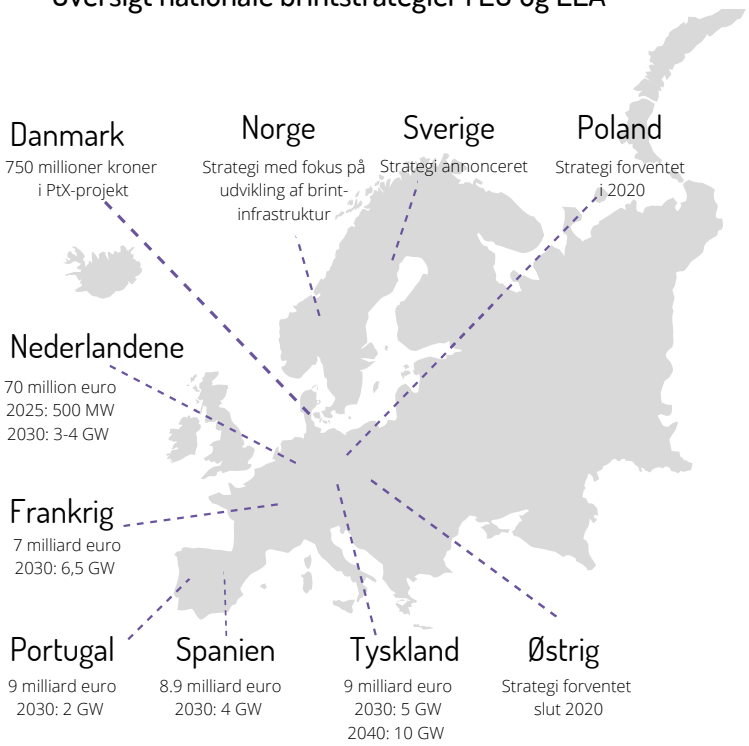
Selvom Danmarks udgangspunkt er blandt de bedste i verden, så er billedet langt fra statisk. Alene indenfor de sidste 1-2 år har en lang række lande, bl.a. som konsekvens af Parisaftalen, sat brint øverst på dagsordenen, og udviklingen går endog meget hurtigt. Som EU-Kommissionens første næstformand, Frans Timmermans (6),formulerede det på en pressekonference den 19. september 2020, så var:

> "... brint blot i september 2019 et nicheområde, og nu er det et bærende element i både energi- og erhvervspolitik i EU såvel som i langt de fleste medlemslande."

Den udvikling skal Danmark være forrest i. Derfor skal vi ovenpå de allerede vedtagne initiativer fra regeringen og Folketinget tage nye skridt, så vi står idet europæiske førerfelt og for alvor kan bidrage til – og drage nytte af – udviklingen rundt om i Europa.

Figur 1: Oversigt over de europæiske aktiviteter

Oversigt nationale brintstrategier i EU og EEA



EU-Kommissionens brintstrategi i nøgleelementer

- Etablering af Clean Hydrogen Alliance
- Estimeret investering op til 470 milliard euro i 2050
- 2024: 6 GW
  2030: 40 GW i EU og 40 GW udefra
- Etablering af op til 1 million jobs i brintøkonomien i 2050

Opskalering af europæisk elektrolysekapacitet

En række af de førende lande i Europa har ikke bare afsat milliardbeløb til at implementere brintstrategier i de næste 5-10 år. De har ligeledes fastsat nationale mål for den installerede elektrolysekapacitet.

Dertil kommer EU-Kommissionens målsætning for hele EU om 6 GW elektrolyse i 2024 og 40 GW i EU og yderligere 40GW i nabolande i 2030 (7).

Danmark har ikke fastsat en målsætning, men i forbindelse med klimaaftalen i juni 2020 og indgåelse af aftale med Nederlandene om køb af "VE-statistiske overførsler", har den danske regering udtrykt en ambition om 0,1 GW kapacitet (8).

Figur 2: Målsætninger for elektrolysekapacitet

EU	2024: 6 GW	2030: 40 + 40 GW

Samlet elektrolysekapacitet i og udenfor EU (3).

Frankrig	6,5 GW
Nederlandene	3-4 GW
Portugal	2 GW
Spanien	4 GW
Tyskland	5 GW

Elektrolysekapacitet, 2030 (9) (10) (11) (12) (13)

Tyskland

Tyskland annoncerede i juni en omfattende brintstrategi med tilhørende investeringsramme på 9 milliarder euro svarende til 67.5. milliarder kroner.

Strategien indeholder massive investeringer i indenlandsk brintproduktion, og tillige en markant satsning på en massiv omstilling af både industri og transportsektorerne, og konvertering af en betydelig del af det tyske energiforbrug fra fossile energikilder til brint og brintbaserede brændstoffer (13).

Frankrig

Frankrig har i sin brintstrategi – offentliggjort i september 2020 og en integreret og central del af præsident Macrons genopretningsplan for den franske økonomi post-COVID-19 – afsat 7 milliarder euro, eller hvad der svarer til 53 milliarder danske kroner til investeringerne i produktion og forbrug af brint. Heraf skal de 2 milliarder euro, eller godt 15 milliarder kroner, investeres allerede inden 2022 (9).

Samtidig har Frankrig og Tyskland annonceret planer om at påbegynde støtte til fælles "gigabrintfabrikker" med en fælles fransk-tysk investering på 3 milliarder euro (14), hvilket understreger, at der for en række europæiske lande i høj grad er tale om såvel klima- som industripolitik, hvilket ligeledes er en integreret del af EU's strategi (15).

& Spanien Portugal

Den spanske regering har ligeledes annonceret, at man ønsker en samlet investeringsramme for brint på 8,9 milliarder euro på implementeringen af sin brintstrategi, der bl.a. også indeholder planen om omlægning af adskillige jernbaner, handelingsudstyr i landets travleste havne og lufthavne og et nationalt netværk af tankstationer (16).

Portugal har juli i 2020 afsluttet en konsultationsrunde med henblik på en samlet (offentlig og privat) investeringsramme på 9 milliarder euro (17).

Hastig udvikling

Det er ikke kun i EU, at brintplanerne bliver konkrete, og genererer såvel offentlige som private milliardinvesteringer. Den britiske regering barsler med en brintplan koblet til landets store potentiale for havvind i Nordsøen, og har lanceret de første initiativer i transportsektoren (18).

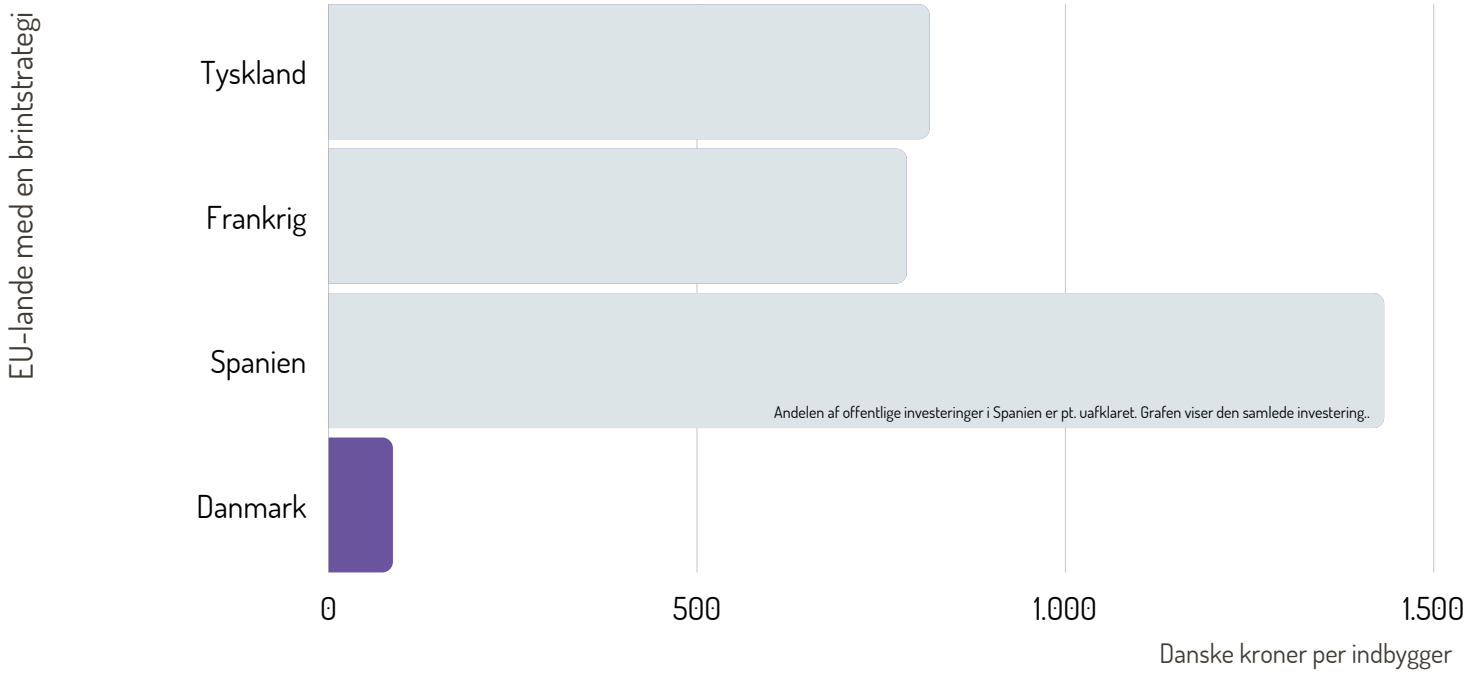
I Norge varsler såvel regering som opposition milliardbeløb til brint (19), og overvejer bl.a. oprettelsen af et statsligt brintselskab efter samme model, som landet i sin tid anvendte på olieområdet med Statoil (Equinor) (20).

Dertil kommer, at konkurrencen fra Asien, særligt Japan, Korea og senest også Kina, ligeledes er betydelig, men det synes mere og mere klart, at særligt Europa kommer til at være udgangspunkt for en massiv brintudvikling i de kommende år. Den udvikling skal Danmark være centralt placeret i.

Danmark skal på niveau med EU

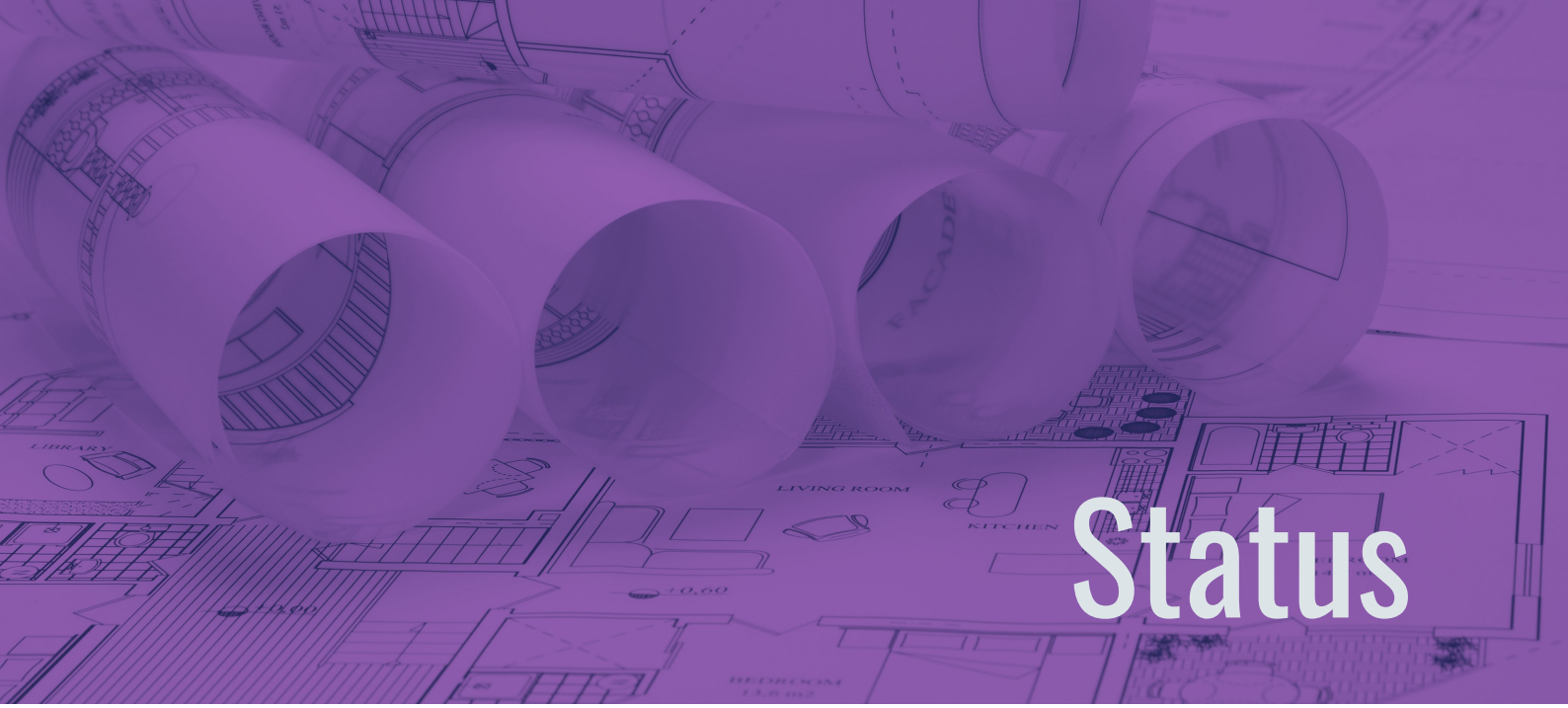
Danmark kan naturligvis ikke matche den absolutte størrelse af de investeringer, der foretages af langt større lande, men også set relativt ud fra befolkningstal, og endnu højere grad hvis man vurderer i forhold til det nationale VE-potentiale, så er der i Danmark behov for nye offentlige investeringer.
Først fremmest for at opfylde de nationale mål – men også for at følge med den europæiske udvikling.

Figur 3: Offentlige investeringer i brint og Power-to-X per indbygger



Brint og PtX i Danmark

Skala og investeringer er altafgørende for den danske brint- og PtX-industri.



Status

Aktuelle projekter med PtX-produktion

En række mindre, industrielle projekter er pt. under planlægning eller udvikling i Danmark. Med tilskud fra Energistyrelsens midler til fremme af energilagring, er et anlæg med elektrolysekapacitet på 20MW under opførsel af Everfuel i Fredericia, og med støtte fra samme pulje er 12 MW elektrolyse under planlægning i Skive. Derudover er elektrolyseanlæg, begge i størrelse omkring 1 MW, allerede i drift i Ejby og Hobro, samt et netop i 2020 indviet elektrolyseanlæg på 0,5 MW i Aalborg.

Den brint, der i dag produceres i Danmark på baggrund af elektrolyse, anvendes primært til industrigas, samt til de seks offentlige tilgængelige brinttankstationer såvel som til de tre brintbusser, der er i drift i Aalborg.

Langt den største mængde brint, der fremstilles i Danmark i dag, produceres til eget brug på de to danske raffinaderier, og anvendes af producenterne selv. Der er her pt. tale om brint fra fossile kilder og ikke fra elektrolyseproduktion.

Der produceres, med undtagelse af et forsøgsanlæg på Aalborg Universitet, ikke brintbaseret metanol eller andre elektrofuels i Danmark i dag, men de 12 MW i projektet i Skive skal primært anvendes til metanolproduktion.

Netop dette anlæg er således et godt eksempel på, hvordan produktion af grønne brændsler skal tænkes sammen med efterspørgslen, i dette tilfælde bl.a. fra et demonstrationsprojekt til brug af metanol i transportsektoren.

Udviklings-projekter

Et større konsortium med Ørsted i spidsen har fået støtte fra EUDP til demonstration af et 2MW anlæg i Avedøre (21), og Siemens Gamesa har annonceret planer om et 0,5 MW demonstrationsanlæg i Føl ved Brande (22).

Der er på tværs af anlæg og projekter tale om perspektivrige og interessante projekter. Men projekterne og deres størrelse er også illustrative for, at produktionen endnu er lille, og at der er behov for et massivt opskaleret anlæg.

Branchen er klar til de næste skridt, og til for alvor at rykke i storskala. Ørsted har, sammen med en række partnere, herunder NEL, Everfuel, SAS, Maersk m.fl., annonceret planer om at udvide det planlagte demonstrationsanlæg i Avedøre til op til 1,3 GW med henblik på produktion af både brint og diverse brændstoffer (23). Ligeledes har Shell og Everfuel annonceret ambitioner om at udbygge anlægget i Fredericia til op til 1 GW (24).

Industri

Danmark har traditionelt været en stærk nation med fokus på brint- og brændselsceller. Den satsning har ført til skabelsen af en række nye industrivirksomheder, der leverer teknologi, ligesom flere internationale virksomheder på området har etableret sig i Danmark. Danmark har således adskillige førende brændselscelleproducenter for såvel brint- som metanolbrændselsceller, og tillige flere underleverandører af komponenter til brændselsceller i ind- og udland. Derudover er der produktion af elektrolyseanlæg, ligesom godt ¼ af verdens brinttankstationer bliver fremstillet i Danmark.

Dertil kommer de energivirksomheder, der udvikler, og etablerer PtX-projekter, og dermed forbinder den eksisterende danske vindindustri med brint og elektrofuels som de næste led i værdikæden. Her har Danmark tillige store aktører, og potentialet er i høj grad til stede for systemeksport, sådan som det er set, når det gælder udviklingen af havvind internationalt af danske virksomheder.

Og det er potentielt meget store industrielle muligheder for de danske virksomheder: Markedet for elektrolyseanlæg skønnes alene i EU at være på mellem 180 og 315 milliarder kroner frem til 2030. Det giver igen et stort rygstød til den allerede etablerede værdikæde indenfor VE-produktion fra vind og sol, hvor der skal investeres mellem 1.650 og 2.250 milliarder kroner i anlæg til produktion af den vedvarende energi, der skal forsyne elektrolyseanlægene med grøn strøm (25).

Fremtidigt indenlandsk forbrug

Danmarks eget forbrug af brint og brintbasserede brændstoffer skal stige betragteligt i de kommende år. Det er en forudsætning for, at vi kan realisere 70%-målsætningen, og er et endnu mere centralt redskab på vejen frem mod det fossilfri Danmark i 2050.

Klimapartnerskabet for energi og forsyning antager behov for mellem 10-12 TWh til PtX-produkter i 2030, hvis 70% målsætningen skal opfyldes, og at en sådan produktion kræver mellem 2-3 GW installeret elektrolysekapacitet.(26).

Her er der i langt overvejende grad tale om brint eller PtX-brændsler, der skal anvendes i transportsektoren. Siden klimapartnerskabets rapport blev færdiggjort primo 2020, er udviklingen når det gælder brint til transport gået meget hurtigt, og ikke mindst EU's strategi på området må forventes at styrke efterspørgslen hurtigere og bredere end forventet. Det samme er tilfældet i forhold til interessen for brintbaserede brændstoffer som metanol, ligesom der er kommercielle aktiviteter i gang, når det gælder udviklingen af kemikalieproduktion m.v.

Men efterspørgslen efter hverken brint, metanol eller andre PtX-brændstoffer kommer af sig selv. Præcis som det er tilfældet med langt de fleste andre reduktionerne frem mod 2030. Det kræver politisk handling for at fremme grøn transport, ligesom forbrug til ammoniak i evt. gødningsproduktion m.v. også gør det.

Indenlandsk forbrug til international transport

To af de mest udfordrende sektorer at decarbonisere er udenrigsluftfarten og den internationale skibstransport. Udover at være sektorer, hvor direkte elektrificering ikke er mulig, falder disse områder også uden for 70%-målsætningen, da der er tale om international transport.

Ud fra en klimabetragtning er dette dog sekundært, og Danmark som nation bidrager fuldt til emissionerne via vores forbrug af transport såvel som ved international varehandel. Dertil kommer, at Danmark som både luft-og søfartsnation bør tage globalt lederskab i forhold til teknologi og praktiske løsninger for at decarbonisere også den internationale transport.

Det giver også operationelt mening, dels da det i praksis ift. logistik og infrastruktur vil være kunstigt at skelne mellem tankning til indenlandsk og udenlandsk transport og dels da det samlede brændselsbehov vil være med til at sikre den skala som giver mening for en effektiv drift af et PtX-anlæg.

I vurderingen af det nationale behov for elektrolysekapacitet i 2030 bør og må det derfor indregnes, at der vil være et betydeligt behov for produktion af PtX-baserede flybrændstoffer til udenrigsluftfart, og skibsfarten vil efterspørge både ren brint såvel som metanol og ammoniak til både udenlandske færgeforbindelser såvel som fragttrafik.

VE-forudsætninger

Brint, PtX, og alle former for elektrofuels har den åbenbare ting til fælles, at produktionen af dem kun giver mening, hvis de produceres på baggrund af VE-el. Danmark har, ikke mindst i forhold til vores størrelse, et stort og unikt potentiale for at udbygge vores VE-produktion.

Det gælder særligt i forhold til havvind, hvor potentialet teoretisk anslås til at være på over 100 GW installeret kapacitet. Det er af en lang række årsager ikke muligt at udnytte dette potentiale fuldt ud, men der er betydelige potentialer, og et realistisk estimat ligger på mellem 40 og 60 GW. Det er en meget stor mængde energi, som ikke tilnærmelsesvist vil kunne integreres i det eksisterende, eller for den sags skyld i et udbygget, elnet. Klimapartnerskabet for energi og forsyning skønner således, at en øget elektrificering, indenlandsk PtX, forbrug mv. vil kræve udbygning med 15 GW frem mod 2050 (27).

Dertil kommer yderligere VE-produktion fra landvind og sol. Her har Energinet pt. kendskab til projekter med 16 GW sol og 5 GW kystnær- og landvind. Selvom tallene er behæftet med en vis usikkerhed, vil de selvom hvis de ikke realiseres fuldt ud, medføre betydelige problemer for elnettet (28).

Samlet set er det således tydeligt, at Danmark har brug for VE-kapacitet for at kunne udbygge produktionen af brint og brintbaserede produkter som bl.a. metanol. Omvendt vil kun etableringen af PtX aktiviteter med elektrolyseanlæg m.v. give Danmark mulighed for at udnytte potentialet for produktion af vedvarende energi.

Der er således tale om en unik mulighed, hvor Danmark vil kunne producere langt mere energi gennem en etableret strategi om at udnytte den producerede energi til brint og andre PtX-brændstoffer. Det bør være danske forpligtigelse i forhold til klimaet at udnytte den etablerede mængde, men ligeledes en unik økonomisk mulighed, for at blive producent og eksportør af grønne brændsler til hele Europa.

Det er afgørende at udbygningen af VE-produktion og udbygningen af elektrolyse ses i sammenhæng så vind og sol løbende kan konverteres til PtX-brændsler, men naturligvis også således, at der ikke opstår mangel på VE-kapacitet.

Eksportpotentiale

Danmark har igennem en lang årrække eksporteret energi. Det gælder både el, der dygtigt er udvekslet med vore nabolande, og i en længere årrække fra 1990'erne og frem, var Danmark ligeledes nettoeksportør af råolie.

Selv med en yderligere udbygning, er potentialet for eksport af VE-strøm begrænset.

Dels fordi vores nabolande vil udbygge deres VE-kapacitet, men især fordi potentialet for produceret VE i Danmark langt overstiger, hvad der reelt kan eksporteres i kobberkabler.

Men ved konvertering til brint og/eller andre PtX-produkter og opbygning af infrastruktur til dette, kan Danmark reelt eksportere al den grønne energi, vi kan producere til det hastigt voksende europæiske brintmarked.

Tysk markeds-pull skaber danske muligheder

Alene Tyskland forventer i 2030 en efterspørgsel på 110 Twh grøn brint, men antager kun selv at producere 14 Twh (29). Selv med en voksende indenlandsk produktionskapacitet frem mod 2050, forventer Tyskland også efter 2050 at være importør af grøn brint.

Senest har den tyske regering underskrevet en aftale med Australien om i fællesskab at undersøge etableringen af en forsyningskæde af grøn brint fra Australien til Tyskland med henblik for at imødekomme landets behov for grøn brint (30), hvilket understreger såvel behov som de oplagte danske eksportmuligheder.

Markedstrækket fra Tyskland er så markant, at det vil være dominerende ift. den europæiske udvikling på brintområdet, og også vil dominere det samlede europæiske marked for grøn brint. En langsigtet og bæredygtig dansk strategi for brint og PtX må derfor tage udviklingen i Tyskland i betragtning i såvel kommercielle som politiske ambitioner, ligesom det forventede samlede europæiske marked for grøn brint på 600 TWh årligt (31) må tages i betragtning.

Danmark har således muligheden for at blive storleverandør af forædlede højværdi energiprodukter til det tyske marked. Det er dels en mulighed for Danmark for at bidrage til reduktionen af klimagasser langt udover vores nationale forbrug, men også en meget stor økonomisk mulighed, både når det gælder eksport såvel som indenlandsk beskæftigelse.

Nyt Nordsø-eventyr

En stor britisk kortlægning af potentialet i havvind og brint i Nordsøen fra august 2020 (32) påviser, at Storbritannien med dets potentiale indenfor havvind årligt vil kunne eksportere for lige så store værdi brint, som i de bedste år for den britiske olieudvinding i Nordsøen.

Danmark står i en tilsvarende situation, og med potentielt rigtigt gode betingelser for eksport til resten af Europa. Således vil Danmark i 2050 kunne eksportere 100 TWh brint baseret på havvind, forudsat at der sker en samlet udbygning af dansk havvind på 50 GW samlet i Nord- og Østersøen. En sådan eksport vil have en værdi på over 50 milliarder danske kroner årligt (33), og dermed et massivt dansk eksportboost, der langt overstiger de 31,750 milliarder kr. der i 2006, hvor indtægterne fra Nordsøolien toppede, var nettoværdien af eksporten af olie og gas fra Nordsøen (34).

Hertil kommer, at der som nævnt allerede med de nuværende kendte projekter under overvejelse, er potentiale for 16 GW sol og hertil 5 GW land- eller kystnær vindproduktion (35).

Det er næppe sandsynligt, at de alle realiseres, men teoretisk set vil det, hvis denne mængde produktion bliver virkelighed, give mulighed for eksport af godt 160 TWh brint om året, potentielt svarende til en eksportværdi på 84 milliarder kroner årligt. En yderligere forædling til metanol eller kerosin, vil formentlig i en række tilfælde kunne øge værdien af de eksporterede energiprodukter yderligere.

Større værdi i brint og PtX end i olieindustrien

Danmark vil således kunne mere end erstatte indtægterne fra de største produktionsår af olie og gas i den danske sokkel i Nordsøen, og potentielt øge såvel beskæftigelse som indtjening i forhold til olieindustrien.

Det skyldes både udviklingen på brintområdet, såvel som de betydelige udbygningsmuligheder som brintproduktionen vil muliggøre i ekstra havvindskapacitet i danske farvande.

Danmarks er siden 2014 ikke længere nettoeksportør af olie, og faldet – og sidenhen afviklingen - af den danske produktion i Nordsøen vil medføre både et handelsunderskud og på sigt koste 1000-vis af både direkte og indirekte arbejdspladser. Med en brint- og PtX-strategi, der ikke alene fokuserer på omlægningen af den indenlandske efterspørgsel men også på eksport, vil der både være basis for en massiv vækst og jobskabelse i de direkte relaterede industrier, og også for en massiv vækstmotor for den stærke, danske vind- og offshoreindustri, som ikke alene kan fastholde, men også udbygge økonomi- og beskæftigelsen (både den direkte og indirekte) fra olie- og gassektoren efterhånden som denne afvikles.

Mulighederne er således til stede, og potentialet er enormt. Men konkurrencen er også betragteligt, og Danmark er ikke forrest. Der er derfor behov for at den aftalte danske brint- og PtX strategi færdiggøres senest ultimo 2020, og at den i kombination med investeringer anvendes til at sikre en bred opskalering af den danske indsats på området, så Danmark kan indtage den førerposition vi kan og bør have.

Anbefalinger til Danmarks brint- og PtX-strategi

1

Brintproduktion:
Nationalt mål om 1GW i 2025 og 6 GW i 2030

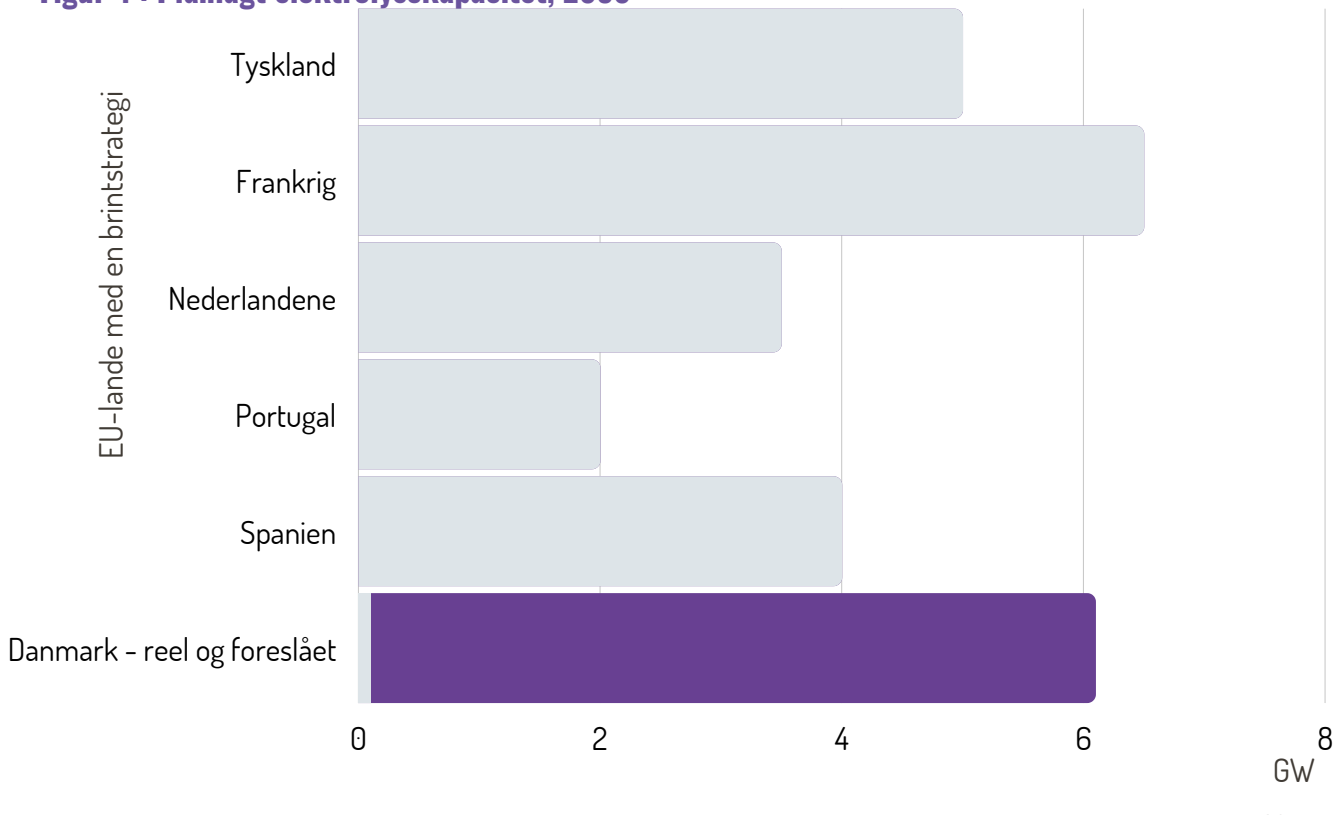
Danmark bør i brintstrategien, fastsætte et mål for, hvor meget elektrolysekapacitet, der skal være installeret i henholdsvis 2025 og 2030.

Klimapartnerskabet for energi og forsyning sætter som nævnt behovet i 2030 til mellem 2 og 3 GW. Det er alene til at opfylde behovet til indenlandske brændstoffer m.v. for at opfylde 70%-målsætningen, og som tidligere beskrevet vurderer Brintbranchen, at behovet er steget siden offentliggørelsen af færdiggørelsen af klimapartnerskabets rapport. Dertil kommer behovet til shipping og udenrigsflyvning samt eksportpotentialet af både brændstoffer og brint til resten af Europa.

Et nationalt mål vil sende signal til danske såvel som udenlandske investorer om de danske ambitioner, og give en retning på den danske politik på området, som både offentlige og private aktører kan navigere efter. Og det vil muliggøre, at industrien - både upstream i forhold til VE-kapacitet, og downstream i forhold forædling, infrastruktur m.v. - har en planlægningshorisont.

I lyset af både indenlandsk behov, VE-potentialet samt eksportmuligheder og forpligtigelsen til at bidrage til decarboniseringen af international transport, bør et nationalt dansk mål sættes til 1 GW i 2025 og 6 GW i 2030.

Figur 4 : Planlagt elektrolysekapacitet, 2030



Brintproduktion:

Invester mindst 5 milliarder i brint og PtX nu

Private virksomheder, pensionskasser og institutionelle investorer er klar til at løfte en meget stor del af opgaven med at investere i den danske satsning på brint, PtX og VE-produktion. Men det er urealistisk, at den private sektor kan løfte opgaven alene. Særligt i den første fase.

Der er brug for politisk handling for at skabe de nødvendige rammevilkår og en regulering, der skaber efterspørgsel, de rette betingelser for langsigtede private investeringer fra f.eks. pensionskasser m.v.. Men i tillæg til ny regulering kræves en betydelig statslig medfinansiering, præcis som det har været tilfældet med de hidtidige investeringer i vind, sol og biogas.

For at sikre brint og PtX for alvor kommer i gang i Danmark, er der akut brug for et massivt statsligt investeringsboost i brint og PtX. Først og fremmest for at understøtte den betydelige gevinst for både klima, vækst og beskæftigelse, som brint og PtX potentielt indeholder for Danmark, men i høj grad også for at stimulere det danske vækst- og eksportpotentiale i lyset af den globale, økonomiske krise.

Brintbranchen forslår derfor, at Danmark prioriterer mindst 5 milliarder kroner til investeringer i brint og PtX, som led i den danske brint- og PtX-strategi. Branchen er klar til at implementere nye, store kommercielle anlæg, men det kan, i konkurrencen med fossile brændstoffer, ikke lade sig gøre uden statslige tilskud.

En milliardindsats vil kunne understøtte etableringen af storskala elektrolyse og sætte gang i en udvikling her og nu med etablering af anlæg af industriel karakter, såvel som forberedelsen af den nødvendige infrastruktur. Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at en sådan investering ikke opfylder det samlede investeringsbehov frem mod 2030.

Det er mindre end hvad f.eks. klimapartnerskabet for energi- og forsyning anslår, at der som minimum er behov for, for at opfylde til det indenlandske behov i forhold til 70% målsætningen i 2030. Hertil kommer investeringsbehovet til eksport, samt brændsler til udenrigstransport, maritimt såvel som i luftfarten.

Brintproduktion:
Hele brint- og PtX-værdikæden skal styrkes

Den forslåede investering på 5 milliarder er dermed heller ikke på ingen måde tilstrækkeligt til at opfylde hverken det indenlandske behov eller bringe os hele vejen til 2030. Det kræver – som andre dele af klimaindsatsen – løbende offentlige investeringer i de kommende år, kombineret med en aktiv regulering og beskatning af den fossile energi.

Men en statslig investering på 5 milliarder kroner nu – i 2021 og 2022 – vil sammen med ændrede rammevilkår og ny regulering, være tilstrækkeligt til at starte udviklingen i Danmark i storskala og sætte os på niveau med de førende lande i Europa, og bør være det økonomiske boost, der for alvor sætter gang i udviklingen.

Samtidig vil det, i kombination med Danmarks store potentiale på vind, åbne for private investeringer, som Brintbranchen under forudsætning af at det offentlige engagement fastholdes, estimerer, vil beløbe sig til mere end 40 milliarder kroner i samlede offentlige og private investeringer inden 2030. Investeringer, der vil skabe 53.000 arbejdspladser langs hele den danske brint- og PtX-værdikæde i 2030 (36).

De 5 milliarder bør investeres langs hele brint- og PtX-værdikæden. Det gælder således storskala produktion af brint i form af især driftstilskud, produktionsfaciliteter til videreforædling til PtX, såvel som til infrastruktur og – i samspil med regulering – sikring af den afgørende efterspørgsel efter brint og PtX-brændstoffer i transportsektoren m.v.

Brintproduktion:

CCU-midler skal sættes i spil

Produktionen af en række PtX-brændsler, bl.a. metanol og flybrændstof, kræver udover grøn brint også CO2, og har dermed et ekstra produktionsled end selve brintproduktionen.

De allokerede midler fra "Klimaaftale om energi og industri", til CCU/S bør derfor søges implementeret hurtigt, og tænkes sammen med brint- og PtX-investeringerne, således disse midler mest effektivt anvendes til at støtte grønne brændsler, som metanol på baggrund af den opsamlede CO2.

Brintproduktion:

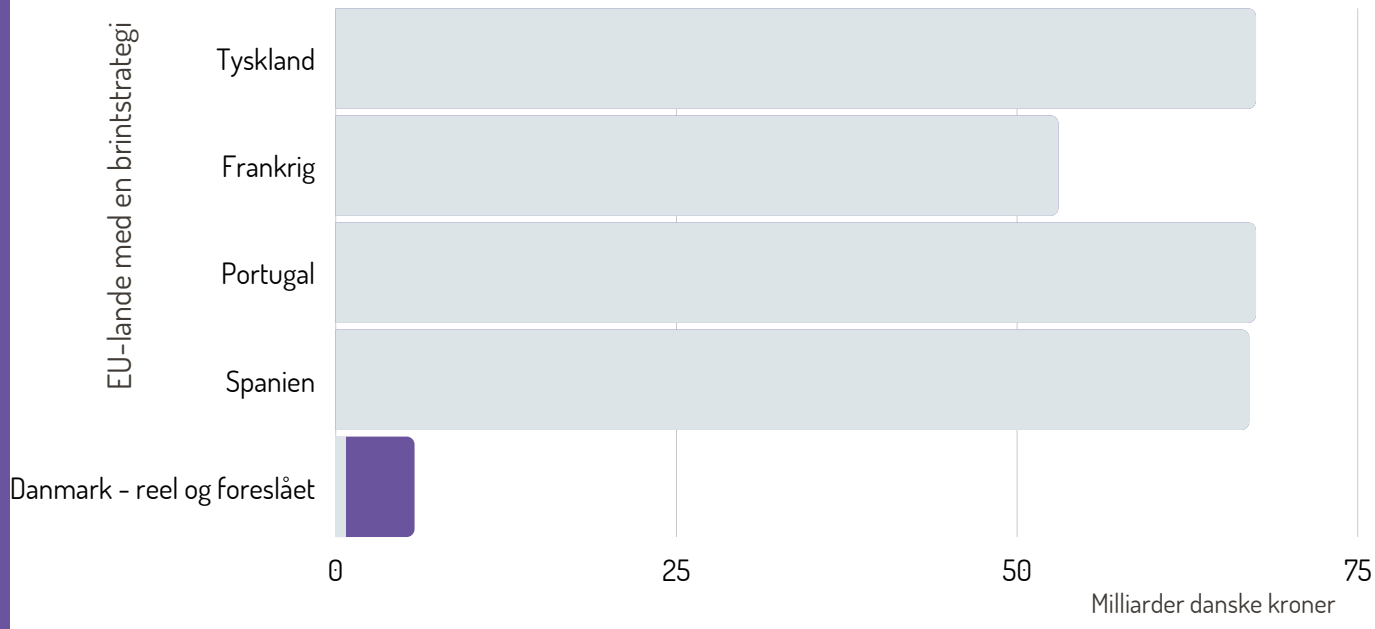
Finansiér med "Next Generation EU"

De grønne målsætningerne, såvel som beskæftigelses- og industrieffekterne, af en investering på 5 milliarder kroner er helt i tråd med ambitionerne bag EU's genopretningsfond, "Next Generation EU", der med et stærkt fokus på den grønne omstilling skal bidrage til genopretningen af den europæiske økonomi efter Corona-krisen.

Her er det tillige understreget af Kommissionen, at den vil arbejde målrettet med medlemsstaterne for at sikre at "Next Generation EU"-midlerne for en stor dels vedkommende anvendes til brintrelaterede projekter (37).

Danmark modtager i første omgang 9,8 milliarder kroner fra fonden, som Danmark efter godkendelse hos EU, kan anvende indenfor de definerede rammer (38), og det vil være oplagt at finansiere denne første del af PtX-indsatsen med midler herfra. Først og fremmest fordi det er en enkel vej til at kickstarte PtX-investeringerne i Danmark, men i tillæg fordi netop denne investering stemmer endda rigtigt godt overens med målsætningerne for "Next Generation EU"-midlerne.

Figur 5: Investeringer i brint og Power-to-X i milliarder danske kroner



Brintproduktion:

Bedre rammevilkår for produktion af brint

Hvis store brint- og PtX-anlæg skal realiseres i Danmark, så kræver det nye markedsvilkår for produktionen. Først og fremmest er der brug for markant bedre muligheder for forbrug af VE-el til elektrolyse. Det handler først og fremmest om nye tariffer, samt nye regler for anvendelsen af VE direkte fra mølle eller solcelle til anvendelse i elektrolyseanlæg.

Til trods for pt. 4 års arbejde på en tarifreform, en ministeriel arbejdsgruppe om samme emne m.v., så er tarifsystemet i dag fortsat designet til en fossil forsyningssituation.

Som konsekvens er Danmark i dag endnu meget langt fra at have gode grundvilkår for anvendelsen af elektrolyse. Det til trods for at Energinet, der selv har ansvaret for TSO-tarifferne, selv påpeger, at netop tarifferne er af stor betydning for etableringen af PtX-anlæg i Danmark (39).

Det bør derfor politisk sikres, at det vil være muligt at tilslutte elektrolyseanlæg til VE-produktionsanlæg, hvad end der er tale om offshore eller onshore anlæg, direkte og uden at skulle bidrage til det kollektive elnet som disse faciliteter ikke belaster. Ved tilslutning til det kollektive elnet, bør elektrolyseanlæg kun faktureres reelle omkostninger for tilslutningen til nettet, og anlæggene bør tariferes under hensyntagen til den betydelige fleksibilitet, de kan tilføre nettet.

Omkostningerne til anvendelse af det kollektive elnet er en meget betydelig faktor for såvel store centrale, som mindre decentrale elektrolyseanlæg, og et meget vigtigt konkurrenceparameter i forhold til placeringen af industrielle faciliteter på området. Det gælder ikke mindst i forhold til de øvrige lande omkring Nord- og Østersøen. Her er det f.eks. en central komponent i den tyske forbundsregerings brintstrategi at undtage elektrolyse for tarif.

Der bør derfor hurtigst muligt gennemføres ændringer i tarifsystemet, der belønner den fleksibilitet som elektrolyseanlæggene kan give tilbage til elsystemet og dermed gøre tarifferne reelt kostægte for elektrolyse. Derudover bør de nødvendige lov- og regelændringer gennemføres i henhold til at sikre, at der skabes bedre og reel mulighed for at anvende el fra vind og sol direkte til brintproduktion udenom det kollektive elnet og uden at skulle betale tarif til dette.

Off-shore

Off-shore vind vil udgøre en meget betydelig del af produktionskapaciteten for strøm til de danske elektrolyseanlæg. Her er det en afgørende forudsætning, at kommende havvindmølleparker får adgang til konkurrencedygtige landingzones, og at PtX-dedikeret strøm dermed ikke skal betale tariffer for det samlede net, samt at etablering af off-shore produktion m.v. etableres i et tempo, der kan understøtte udbygningen med PtX m.v., jf. afsnittet om VE-produktion.

Brintproduktion:
Udnyttelse af overskudsvarme

Overskudsvarme fra elektrolyseanlæg såvel som anden PtX-produktion bør udnyttes. Både af hensyn til den samlede energieffektivitet, og for at sikre den bedst mulige samfundsøkonomi, såvel som økonomi i driften af PtX-anlægget.

Med ændringerne omkring overskudsvarme fra "Klimaaftale for Energi og industri"(40) fra juni 2020 er der skabt gode forudsætninger for udnyttelsen af overskudsvarmen. Det bør i forbindelse med aftalen om den konkrete model for certificeringsordningen og prisregulering af overskudsvarme sikres, at modellen giver mulighed for fuld udnyttelse af overskudsvarmen fra PtX-anlæg.

Ligeledes bør de betydelige varmemængder fra PtX indgå aktivt i planlægningen af den samlede decarbonisering af varmesektoren således, at der ikke overinvesteres i f.eks. varmepumper i områder, hvor der vil være varme fra PtX-anlæg til rådighed.

Ved en opfyldelse af målet om 6 GW installeret elektrolysekapacitet i 2030 vil der, afhængig af den valgte teknologi, være mellem 6 og 12 TWh varme til rådighed fra anlæggene til anvendelse i fjernvarmenettet (41).

2

Forbrug:
Grøn transport - Hjemmemarked er afgørende

PtX giver kun mening, hvis man også bruger produkterne, og at de erstatter fossile produkter, eller i enkelte tilfælde biomasse. Her er transportsektoren, særligt i en dansk kontekst, helt central for PtX-udviklingen. Og PtX er central for at sikre decarboniseringen af netop transporten.

Men der er pt. få danske initiativer til at understøtte forbruget af PtX-brændstoffer i den danske transportsektor.

En dansk PtX -revolution kan til trods for det store eksportpotentiale ikke alene bygges op omkring udenlandsk efterspørgsel. Det gælder ikke mindst ift. til teknologi, systemudvikling og industriprodukter. Hjemmemarkedet er en nødvendighed for at udvikle – men vi kan heller ikke blive stormagt på et område, hvor vi ikke selv tager vore egne løsninger i anvendelse.

Derfor er der – igen både af hensyn til klima og erhvervspotentialet – essentielt at indtænke brint, metanol og andre PtX-brændstoffer i de både kort og langsigtede tiltag for at decarbonisere transportsektoren i Danmark.

Forbrug:

Implementering af EU's andet Direktiv om Vedvarende Energi

EU's andet Direktiv om Vedvarende Energi (RED II) skal implementeres i dansk lovgivning. Direktivet giver en række muligheder for at fremme brugen af brint og andre PtX-brændstoffer i transportsektoren, hvilket bør være et centralt mål med den danske implementering.

Danmark bør overimplementere direktivets målsætninger om VE i transporten, da direktivet ikke er ambitiøst nok i forhold til 70-procent målsætningen.

Desuden forventes RED II revideret indenfor få år, som led i implementeringen af EU's Green New Deal, hvilket vil føre til højere mål også på EU-niveau. Danmark kan med overimplementering af de nuværende regler skabe en bedre langsigtet sikkerhed for branchen til at investere, og kan samtidig illustrere, at sådanne mål er realistiske, og at revisionen af direktivet derfor også kan være ambitiøs.

Direktivets mange bestemmelser er tekniske er derfor ofte ikke velegnede til offentlig eller politisk debat. Men de er af stor betydning for at sikre at så stor mængde VE-baseret PtX-brændstof som muligt kan finde anvendelse i den danske transportsektor hurtigst muligt.

Forbrug:

CO2-fortrængningskrav som erstatning for iblanding af biobrændstof

Implementeringen af RED II – og mere ambitiøse danske mål end de i direktivet fastsatte – bør konkret ske ved nuværende iblandingskrav hurtigst muligt erstattes med et CO2-reduktionskrav, hvilket også er en del af de aktuelle forhandlinger i Folketinget, og på linje med, hvad et bredt flertal i Folketinget overordnet set blev enige om i 2019, og tillige anbefales af klimapartnerskabet for landtransport (42).

Hvis et CO2-fortrægningskrav skal have en reel effekt på klimaudviklingen, kræver det, at det fremmer anvendelsen af PtX-brændstoffer, ikke kun til iblanding, men også til reel substitution af f.eks. diesel med brint.

Det er derfor også vigtigt at fortrængningskravet ser på den samlede mængde drivmidler og ikke alene på diesel, benzin og gas.

Fortrængningskravet skal muliggøre, at brændstofleverandørerne har incitament til erstatte importen af biobrændsel med danskproducerede PtX-brændsler baseret på VE-strøm. Kravet bør være ambitiøst, og forcere udviklingen, og bør derfor være på 30-40% reduktion i 2030, og det bør ved brug af ILUC m.v. sikres, at PtX-brændstoffer kommer til at bidrage betragteligt til reduktionerne.

Danmark har allerede, bl.a. gennem demonstrationsprojekter, været med til at illustrere mulighederne i forhold til høj iblanding af metanol. Danmark bør både i egen lovgivning og i indsatsen for tilretning af EU-regler, bidrage til at sikre, at iblanding med elektrofuels som metanol understøttes, og ikke forhindres af utidssvarende brændstofstandarder.

Forbrug:

Grøn brint skal erstatte fossil brint i raffinaderier

Selv i de mest ambitiøse scenarier for udskiftning af den danske vognpark til grønne køretøjer, vil der fortsat være en stor mængde både person-, vare- og lastbiler, der drives af forbrændingsmotorer i 2030, og formentlig i en længere årrække herefter.

En af de letteste og mest tilgængelige metoder til at gøre forbruget i disse køretøjer mindre klimaskadeligt allerede før 2025, er muligheden for anvendelse af grøn brint i produktionen af brændstof.

I dag er stort set hele Danmarks forbrug af fossil brint koncentreret omkring raffinaderierne, og det er denne brint, der vil kunne erstattes med brint baseret på vedvarende energi, og dermed reelt bringe grøn strøm ind i brændstofferne i den eksisterende vognpark. Samtidig er det en hurtig og teknologisk ukompliceret måde at sikre en opskalering af PtX i Danmark.

Danmark bør derfor, som også en række andre EU-lande inkl. Tyskland, udnytte muligheden for i forbindelse med implementeringen af EU's andet Direktiv om Vedvarende Energi (43) sikre, at brugen af grøn brint ved produktionen af konventionelle brændstoffer betragtes som grøn energi.

Disse regler bør implementeres hurtigst muligt, og så som i Tyskland med en erklæret målsætning om at fremme VE-brint i raffinaderierne.

Det er ikke Brintbranchens vurdering, bl.a. på baggrund af de tyske erfaringer, at en sådan satsning på brint i raffinaderier, vil have store konsekvenser økonomisk, hvilket tillige skal ses i sammenhæng med opskaleringen af særligt elektrolyseenhederne.

Forbrug:

National definition af 0-emissionskøretøjer og krav om 0-emission i offentlig transport

National definition af 0-emissionskøretøjer

Både stat, regioner og kommuner søger allerede i dag med en række forskellige tiltag at fremme brugen af grøn energi i vejtransporten. Brugen af PtX-brændsler hæmmes desværre af forskellige og ofte reelt, omend uintentionelt, PtX-ekskluderende definition af 0-emission.

Der bør derfor sikres en national definition af 0-emissionskøretøjer for både person-, vare- og lastbiler, busser m.v. på linje med EU's "Direktiv om fremme af renere og mere energieffektive køretøjer til vejtransport", og at denne implementeres på tværs af alle myndighedsniveauer (44).

Krav om 0-emission i offentlig transport

Under ovenstående standard, bør der i tillæg til de allerede etablerede tiltag med bl.a. klimapartnerskaber med kommunerne, etableres krav til 0-emission i offentlig transport, således at fremtidige udbud gennemføres med henblik på omlægning til 0-emission. Dette bør ligeledes gælde for alle ikke elektrificerede jernbanestrækninger, og der bør være krav om, at nyindregistrerede taxier fra senest 1.1.2023 skal være 0-emission, ligesom en kraftig CO2-progression på andre områder, eksempelvis firmabilsbeskatning, bør gennemføres.

Forbrug:
Iblandingskrav til luftfarten

Både dansk og international luftfart er pt. i en historisk krise. Men når COVID-19 slipper sit greb i den globale mobilitet, vil luftfarten igen udgøre en massiv klimamæssig udfordring. Udfordringen kan imidlertid vendes til en dansk styrkeposition. Med en aktiv dansk indsats for produktion af klimaneutralt flybrændstof, kan det blive både en teknologisk styrkeposition og en eksportvare.

Derfor bør der indføres et iblandingskrav for PtX-brændstof basereret på VE-energi på minimum 30% i 2030, hvilket er på niveau med, hvad der er forslået af Luftfartens Klimapartnerskab (45).

Denne indsats vil ikke alene kunne finansieres af luftfarten selv, ikke mindst i lyset af den COVID-19 påførte krise, som erhvervet gennemlever. Der bør etableres et regime, der med afgifter fra flypassagerer bidrager til det grønne flybrændstof. Statslige investeringer bør ligeledes kunne finde anvendelse som f.eks. anlægstilskud til produktionsfaciliteterne.

Det haster med en beslutning, da andre lande rykker kraftig i forhold til udviklingen af VE-PtX-flybrændstof. F.eks. har Tyskland afsat 1,1 milliard euro til formålet i perioden 2020-2023 (46).

Danmark bør desuden indlede tæt dialog med både flyselskaber, EU og producenter med henblik på partnerskab omkring CO2-neutral luftfart med udgangspunkt i brint. Verdens største flyproducent, Airbus forventer at kunne indsætte 0-emissionsfly på ren brint i 2035 (47), med en kombination af brændselsceller og flydende brint til anvendelse i mere traditionelle motorer.

Det indeholder betydelige teknologiske muligheder for Danmark, der derfor bør vi søge at være aktiv partner i den europæiske indsats på området, og Danmark bør aktivt og økonomisk understøtte dansk baserede flyselskabers indsats i forhold til test af 0-emissionsfly m.v.

Forbrug:

Dansk CO2-maut og reform af brændstofbeskatningen

Danmark bør indføre en ny vejbenyttelsesafgift (MAUT) for lastbiler til erstatning for bl.a. vejbenyttelsesafgiften og eurovignetten. Afgiften bør være baseret på CO2-udledningen for det enkelte køretøj per transporteret ton gods. Det er også blandt de forslag, der er til aktuel politisk diskussion. Afgiften bør aggressivt fremme 0-emissionskøretøjer.

Desuden bør afgiften for at krydse Storebæltsbroen differencernes efter klimabelastning og ikke kun som i dag Euro norm. Køretøjer med 0-udledning bør fritages for broafgift frem til 2030 for at fremme implementeringen af 0-emissionskøretøjer i trafikken på tværs af landet.

Afgiften bør kombineres med støtte til køretøjer for at lette branchens omstilling, i tråd med anbefalingerne fra klimapartnerskabet for landtransport (48).

Reform af brændstofbeskatningen

Beskatningen af brændstoffer bør afspejle klimabelastningen. Det bør ved en reform af brændstofbeskatningen i forbindelse med en grøn skattereform, således at det sikres, at CO2-neutrale PtX-brændstoffer beskattes på linje med andre 0-emissionsbrændstoffer.

Forbrug:

Tankinfrastruktur til brint

Danmark er globalt helt i førerfeltet, når det gælder produktion af brinttankstationer. Danskproducerede stationer er således centrale dele af infrastrukturen i bl.a. Sydkorea, Nederlandene og Californien. I Danmark er infrastrukturen imidlertid særdeles begrænset, og er med mindre undtagelser primært oprettet med tilskud til demonstration og test af teknologi og ikke som en reel infrastruktur, der kan understøtte en omlægning af transportsektoren. Det er i stor kontrast til f.eks. Tyskland, hvor en samlet national plan understøtter udrulningen af en national dækkende infrastruktur for brinttankstationer, eller Spanien hvor det samme er tilfældet, og hvor begge lande har høje måltal på hhv. 400 og 150 tankstationer (49).

Hvis Danmark skal realisere omlægning af transportsektoren, herunder brint som drivmiddel for lastbiler og taxaer, hvor brint af vognmænd m.v. fremhæves som centralt for decarboniseringen, så kræver det en fungerende infrastruktur. For nærværende går udviklingen uden om Danmark, og brintlastbiler m.v. introduceres bl.a. i Schweiz, Norge og Tyskland, men ikke på det danske marked.

Brintinfrastruktur er relativt billig, så snart antallet er i skala i forhold til køretøjer. Men infrastrukturen kommer ikke af sig selv, og der er, som EU-Kommissionen også understreger i den europæiske brintstrategi, behov for offentlig støtte og en overordnet udrulning.

En nationalt dækkende infrastruktur til både let og tung transport kan etableres for en samlet investering på ca. 500 millioner kroner, hvoraf halvdelen vil være private investeringer. Udfordringen for at få private aktører til at etablere netværket, er den betydelige driftsrisiko i, at der ikke er nogen køretøjer, og at disse omvendt ikke indkøbes at vognmænd m.v., såfremt der ikke er en tilgængelig og driftssikker infrastruktur.

Derfor er der behov for en national investeringsramme til anlæg af brintinfrastruktur, primært med anlægstilskud, men, med inspiration fra Norge, bør det kombineres med et begrænset driftstilskud i de første 3 år af stationens levetid, således, at markedet har tid til at etablere sig omkring den nye infrastruktur.

Hvis udrulningen skal sikres, således Danmark er klar til inkorporering af brintlastbiler, taxaflåder m.v., bør infrastrukturen udbygges snarest, hvilket stemmer overens med anbefalingerne fra klimapartnerskab for landtransport (50).

Ved en samlet tilskudsramme på 225 mio. kr. og etableringen af godt 30 brintstationer, vil der være grundlag for den nationale udrulning af tusindvis af tunge og lette køretøjer. Det er en relativt beskeden ambition i sammenligning med det øvrige Europa – ikke mindst Danmarks stærke industrielle position på området taget i betragtning. Efterfølgende udbygninger af netværket vil kunne ske på kommercielle vilkår.

Forbrug:
National og international skibsfart og shipping

Danmark har stolte traditioner som søfartsnation, og som global leder på shippingområdet bør Danmark gå forrest også i forhold til decarboniseringen af såvel den nationale som internationale skibsfart.

Det planlagte studie om omlægning af samtlige danske færger til fossilfri drift som pt. er under udarbejdelse i Transportministeriet, bør efter færdiggørelse i november, hurtigst muligt omsættes til en implementeringsplan, hvor både brint og metanol indgår som centrale virkemidler.

Det maritime område – både i selve Danmark og i Nordatlanten – er samtidig et område, hvor Danmark med stor fordel kan søge et tæt og formaliseret nordisk samarbejde. Den norske regering har allerede inviteret til samarbejde om omlægning af færgerne mellem Danmark og Norge til brint (51),og har desuden et stort omstillingsprogram for den indenlandske færgefart.

Danmark bør derfor opstille nationalt mål om, at alle færger, indenrigs såvel som udenrigs, er CO2-neutrale i 2030, og indlede et tæt samarbejde med de øvrige nordiske lande omkring den fælles implementering af dette mål på de intraskandinaviske ruter, såvel som udveksling af erfaringer, og fælles teknologiudvikling på de indenlandske ruter.

Når det gælder den oceangående trafik, er danske rederier blandt verdens førende – også når det gælder den grønne omstilling. Der er tale om et globalt marked, hvilket begrænser de nationale handlemuligheder, men Danmark bør aktivt søge at understøtte branchens omstilling, herunder som udviklingsland for produktion af nye drivmidler som f.eks. grøn ammoniak. Dette bør ske i et tæt samarbejde med branchen, herunder det nyligt etablerede Mærsk McKinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

3

Infrastruktur:
Gasnettet til national distribution af brint

En af de afgørende fordele ved brint og PtX, er muligheden for at lagre og transportere den grønne strøm i nye former. Men hvor de flydende produkter, som f.eks. metanol, kan transporteres på samme måde som vi i dag håndtere flydende brændstoffer, så vil transporten af brint i store mængder med fordel kunne foretages i rørlagt infrastruktur.

Og Danmark er – med en i europæisk sammenhæng relativt ung gasinfrastruktur – godt stillet, og gasnettet er er en potentiel grøn ressource, som Danmark bør udnytte med henblik på at sikre både den nationale distribution og den internationale transmission af den grønne brint.

Nationalt

Afhængig af elektrolyseteknologi vil placering af storskala brintproduktion placeres med optimal adgang til transmissionsinfrastruktur, varmeinfrastruktur mv., for at optimere samspillet med det samlede energisystem. Det er imidlertid ikke nødvendigvis der, hvor forbrugere, herunder de store industrielle, findes.

Brinten vil således langt fra i alle tilfælde blive produceret, der hvor den skal bruges. Det gælder uanset om brinten i sidste ende skal bruges i sin egen form i transport eller industri, eller f.eks. omdannes til metanol eller andre flydende brændstoffer ved CCU, eller lagres med henblik på senere anvendelse.

Transportbehovet er f.eks. også gældende i forbindelse med de potentielle synergieffekter mellem brint og biogasproduktion. Her er potentialet – også i takt med den voksende biogasproduktion – stort i forhold til udnyttelsen af CO2 fra biogas, til produktion af metanol og andre elektrofuels. En stærk mulighed for at kombinere vedvarende energiformer, og udnytte den CO2-ressource, som i dag blot udledes. Men det kræver, at infrastrukturen kan binde de forskellige dele af energisystemet sammen.

Den danske gasinfrastruktur kan konverteres til både ren brint og iblandingsløsninger, også på distributionssiden, og bør derfor indtænkes som en ressource i en dansk brint- og PtX strategi. Lovgivning og regulering bør derfor tilrettes således, at gasnettet på DSO-niveau i takt med, at elektrolyseanlæg står færdige, har mulighed for at omlægge dele af nettet, såvel som supplere med nyetableret brintinfrastruktur. Det vil muliggøre, at de kollektive investeringer, Danmark har foretaget i gasnettet, kan overgå fra oprindeligt at være et fossilt aktiv til at understøtte grøn national distribution af brint, produktion af flydende brændsler og sektorkobling.

Infrastruktur:

Gasnettet til international transmission af brint

Danmark har som vist et betydeligt potentiale for eksport af brint til det europæiske marked på op mod 50 milliarder kroner årligt. En sådan eksport kræver imidlertid en infrastruktur, der kan facilitere transporten til Tyskland og herfra ud i Europa. Brint transporteres i de mængder reelt kun omkostningsbevidst i rørledninger, hvilket muliggør en langt lavere distributionsomkostning per energienhed end ved transport i elkabler.

En række europæiske TSO-gasselskaber, herunder danske Energinet har i fællesskab udviklet den såkaldte "Backbone"-plan, der understreger potentialet i en europæisk brintinfrastruktur, omfattende 6.800 km rørledning allerede fra 2030. Heri anslås omkostningerne til at være mellem 0,68 og 1,28 kr. per kg brint per 1000 km. Dermed sikres en effektiv intraeuropæisk transport af brint med meget lave distributionsomkostninger (52).

Det er en central og strategisk dansk interesse at være tæt forbundet med det europæiske brintmarked via en stærk infrastruktur. Danmark bør derfor allerede nu, som en del af en brint- og PtX strategien, sætte gang i både det tekniske og det regulatoriske arbejde, således at der hverken, hvad angår lovgivning eller teknik, er hindringer for etableringen af brintinfrastruktur til Tyskland eller øvrige nabolande.

Infrastrukturudbygningen og den regulatoriske ramme, bør inkludere danske kaverner inkl. de eksisterende naturgaslagre, der skal have mulighed for at fungere som lagre for brint og PtX-brændsler, således at Danmark kan udnytte mulighederne ikke bare i infrastrukturen, men også sikre, at det strategiske potentiale i energilagring, de geopolitiske fordele inkl. forsyningssikkerhed, som gaslagrene allerede i dag bidrager med, kan fastholdes og udbygges i en fossilfri forsyningssituation.

De regulatoriske rammer bør fastlægges allerede i 2021, og i et tæt samarbejde med vores nabolande og særligt Tyskland. Spørgsmål om gaskvalitet, sikkerhedsstandarder og harmonisering bør i vides muligt omfang for både DSO og TSO-nettet, søges gennemført på baggrund af det samarbejde EU, i henhold til kommissionens brintstrategi, påtænker at gennemføre på området.

4 Målrettet industristrategi

Potentialet i brint og PtX ligger som nævnt ikke alene i den afgørende betydning for klimaet, eller den rene energieksport. Det er også en industriel strategi – for både Danmark og Europa. Det understreges også af EU-kommissionen, der netop påpeger, at der er et betydeligt industrielt potentiale, og at satsningen på brintbaserede teknologier er en af nøglerne til at fastholde produktion i Europa.

Som nævnt forventes markedet alene for elektrolyseanlæg at kunne være på over 300 milliarder kroner i 2030. Og det er en erklæret målsætning for de dominerende lande i EU, at der skal være tale om europæiske produkter. Således har den franske finansminister Bruno Le Marie understreget, at Frankrig ikke vil "gentage fejlene begået omkring solceller og subsidiere kinesiske producenter"(53). Og der er også for Danmark et endog meget stort industripotentiale. Det bør aktivt understøttes, gennem fortsat støtte til F&U samt etableringen af et hjemmemarked for brint- og PtX-produkter, men indsatsen bør følges op af en aktiv erhvervs- og industripolitik. Danmark er allerede godt i gang, i forlængelse af Danmarks deltagelse i "European Green Hydrogen Alliance", og brints placering som én af de 6 strategiske værdikæder i EU's industristrategi.

Den danske deltagelse i den Europæiske IPCEI-proces er i den sammenhæng af stor betydning, da den giver mulighed for langt mere strategiske statslige investeringer og støtte til den industrielle udvikling på området. En sådan tilgang er ny i forhold til den traditionelle danske tilgang til statslig støtte til industriudvikling, men da langt de fleste EU-lande pt. er ved at etablerede strategiske samarbejder under IPCEI-programmet, er det imperativt for den danske konkurrencekraft, at Danmark også gør det. Her kræves en betydelig investeringsramme, da finansieringen af IPCEI-tiltag er nationale, hvilket i lyset af, at der er tale om erhvervsinvesteringerne, ikke bør finansieres direkte fra recovery-midlerne, men af selvstændige nationale bevillinger. Danmark bør fastholde den positive udvikling, der er igangsat i forlængelse af indtrædelsen i brintalliancen og hurtigst muligt lancere det planlagte nationale Call of Interest. Derudover bør også Danmark aktivt søge at underbygge de industrielle styrkepositioner indenfor elektrolyse, brændselsceller til både metanol og brint, samt tankstationer m.v. gennem aktive demonstrations- og udrulningsprojekter. Bl.a. EUDP har traditionelt skabt gode rammer herfor, men i takt med den industrielle satsning, rundt om i Europa, er der tillige behov for målrettet demonstrationsmuligheder, af f.eks. nyudviklede køretøjer med dansk teknologi, som f.eks. brændselsceller.

Danmark bør samtidig styrke promoveringsindsatsen af disse nøgleteknologier på eksportmarkederne. Det er et område, hvor konkurrerende lande fra både Europa og Asien er særdeles aktive, og der er derfor behov for, at Danmark styrker indsatsen, og gør teknologierne (elektrolyse, brændselsceller m.v.) omkring både brint- og PtX-brændsler som metanol, til centrale elementer af den vedvarende værdikæde, der fremhæves i eksportindsatserne.

5 Behov for strategisk forsknings- og udviklingsindsats

En udbredt misforståelse er ofte, at brint og PtX er nye og ukendte teknologier, der først skal udvikles. Det er ikke tilfældet. Brint og PtX kan allerede i dag spille en afgørende rolle som teknologi i industriel skala.

Men det er naturligvis ikke det samme, som at forskning og udvikling ikke bør være en central og strategisk del af den danske brint- og PtX-strategi. Tværtimod. Der er – også i forhold til at nedbringe omkostningsniveauet – behov for en strategisk forsknings- og udviklingsindsats.

Enhver langsigtet strategi på VE-området kræver løbende forskning og teknologisk udvikling, og der er særligt forhold til de avancerede PtX-produkter, et betydelig F&U behov. Derfor bør Danmark målrettet og i tråd med regeringens ambitioner om mere grøn, og målrettet forskning, afsætte en flerårig ramme for forskning i brint og PtX.

Der er brug for en samlet indsats på tværs af TRL-niveauer og både hos universiteter og erhvervsliv. En indsats, der med fordel vil kunne kobles til Dansk Center for Energilagring. Regeringen har allerede annonceret en ny grøn forskningsstrategi (54), der gør PtX til nationalt grønt fokusområde. Det er vigtigt og godt, og Danmark er dermed godt på vej. Der er dog behov for stabile langsigtede rammer, så der opfordres til, at der laves en minimum 5-årig aftale med 500 millioner årligt i målrettede forskningsmidler til PtX.

Indsatsen bør finansieres særskilt, og ikke tages fra de eksisterende energimidler i Innovationsfonden og EUDP.

6

Danmark i front i EU
Standarder, AFID-revison og statsstøtte

Som nævnt er brint centralt i Von der Leyen-Kommissionens indsats i forhold til klimaet såvel som genopretningen af den europæiske økonomi efter COVID-19 krisen. Danmark bør aktivt understøtte Kommissionens arbejde på området, og bidrage aktivt til arbejdet i bl.a. European Clean Hydrogen Alliance, sådan som regeringen også har annonceret.

Det er afgørende, at Danmark sætter sig i spidsen for at sikre at den megen debat om grå (fossilt produceret), blå (fossil produktion med CCS) og grøn (VE) brint i EU, erstattes af et ensidigt fokus på grøn brint. Det er kun brint, der er produceret på baggrund af VE-strøm, der er et reelt redskab i den grønne omstilling, og Danmark bør arbejde aktivt for at sikre, at det også hurtigst muligt bliver en fælles europæisk tilgang.

Danmark bør samtidig arbejde aktivt for, at EU på tværs af en række andre områder, tager initiativer til at styrke brintindsatsen.

Standarder
Der er behov for en hurtig udvikling og implementering af fælles europæiske standarder for grøn brint – herunder certifikater, der sikrer etableringen af et reelt indre marked for grøn brint i hele EU. De fælles standarder skal gælde både for brint og brintbaserede PtX-brændstoffer som f.eks. metanol. Ligeledes skal standarder i forhold til udvikling af rørlagt infrastruktur m.v. etableres hurtigst muligt, og Danmark bør arbejde aktivt herfor.

AFID-revision
Danmark bør arbejde for en ambitiøs og grænseoverskridende indsats for brintinfrastruktur i forbindelse med den kommende revision af Alternative Fuel Infrastructure Directive.

Statsstøtte
Danmark bør aktivt arbejde for en ændring af EU's statsstøtteregler således, at reglerne ikke er en hindring for implementeringen af grønne brintinitiativer, når disse efter planen kommer til revision i 2021, netop med henblik på at tilpasse reglerne til ambitionerne ift. brint og andre initiativer i New Green Deal.

Danmark i front i EU

RED II og EU-ETS

RED II

Ud over den tidligere nævnte nationale implementering af direktivet, bør Danmark i EU sikre, at RED II-direktivet (55) også i EU-systemet implementeres hensigtsmæssigt. Særligt fortolkningen af direktivets artikel 27 er af stor betydning for den kommende brintproduktion, og Danmark bør arbejde aktivt for, at den delegerede retsakt EU-Kommissionen skal præsentere senest ved udgangen af 2021 med regelsættet for produktionen af grøn brint og andre brændstoffer, færdiggøres hurtigst muligt, og muliggør at brint produceret på anlæg tilsluttet det kollektive elnet, også kan betragtes som 100% vedvarende ved opfyldelse af en række kriterier i henhold til direktivet.

EU-ETS

EU's European Trading System (EU-ETS) skaber grundet den gratis tildeling af EU-ETS-kvoter via EU-ETS-systemet til betydelig andel af den fossile brintproduktion, incitament for forbrugere af fossil brint til at fastholde dette forbrug frem for at omlægge til VE-brint.

På kort sigt bør Danmark nationalt sikre en unilateral tildeling af gratis kvoter i forbindelse med produktion af vedvarende brint i henhold til direktivets artikel 24 (56).

Danmark bør i forbindelse med den i EU's brintstrategi annoncerede revision af EU-ETS-direktivet arbejde for at sikre at et princip om at samme slutprodukt får samme kvotetildeling – uanset produktionsform, således at der ikke skabes utilsigtede incitamenter for fossil brintproduktion i EU.

Referencer

(1) https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf

(2) https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf

(3) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

(4) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

(5) BNEF (2020) Hydrogen Economy Outlook

(6) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_20_1692

(7) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

(8) https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2020/jun/regeringen-sikrer-massiv-investering-i-power-to-x

(9) https://www.economie.gouv.fr/presentation-strategie-nationale-developpement-hydrogene-decarbone-france

(10) https://www.government.nl/binaries/government/documents/publications/2020/04/06/government-strategy-on-hydrogen/Hydrogen-Strategy-TheNetherlands.pdf

(11)https://participa.pt/contents/consultationdocument/Estrate%CC%81gia%20Nacional%20para%20o%20Hidroge%CC%81nio%20DRAFT%20publicac%CC%A7ao.pdf

(12) https://www.miteco.gob.es/images/es/h2executivesummary_tcm30-513831.pdf

(13) https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html

(14) https://www.euractiv.com/section/energy/news/franco-german-team-up-aims-to-drive-hydrogen-production-forward/

(15) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1593086905382&uri=CELEX:52020DC0102

(16) https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-miteco-abre-el-periodo-de-informaci%C3%B3n-p%C3%BAblica-de-la-hoja-de-ruta-del-hidr%C3%B3geno-una-apuesta-por-el-hidr%C3%B3geno-renovable/tcm:30-510855

https://www.bloomberg.com/amp/news/articles/2020-10-05/green-hydrogen-industry-in-spain-set-to-be-on-par-with-france-and-germany?sref=qh7vealN&__twitter_impression=true

(17) https://www.reuters.com/article/us-portugal-energy-hydrogen-idUSKCN24T1S5

(18) https://www.gov.uk/government/news/uk-embraces-hydrogen-fuelled-future-as-transport-hub-and-train-announced

(19)https://hoyre.no/aktuelt/nyheter/2020/vi-trenger-flere-jobber-og-mer-hydrogen/

(20) https://www.dn.no/politikk/jonas-gahr-store/erna-solberg/arbeiderpartiet/jonas-gahr-store-ut-mot-erna-solbergs-hydrogenplan-det-er-ikke-noe-vits-a-vente/2-1-874014

(21) https://orsted.com/en/media/newsroom/news/2019/12/945369984118407

(22) https://energiwatch.dk/Energinyt/Renewables/article12395520.ece

(23)https://orsted.com/da/media/newsroom/news/2020/08/771688610350719

(24) https://www.everfuel.com/wp-content/uploads/2019/12/2019_12_18_HySynergy.pdf

(25) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

(26) https://www.danskenergi.dk/sites/danskenergi.dk/files/media/dokumenter/2020-03/I_maal_med_den_gronne_omstilling_2030_klimapartnerskab_energi_forsyningssektor.pdf

(27) https://www.danskenergi.dk/sites/danskenergi.dk/files/media/dokumenter/2020-03/I_maal_med_den_gronne_omstilling_2030_klimapartnerskab_energi_forsyningssektor.pdf

(28) https://energinet.dk/Om-nyheder/Nyheder/2020/09/20/Elnettet-udfordres-af-solcelleboom-nyt-kort-viser-muligheder-og-begraensninger

(29) https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.pdf?__blob=publicationFile&v=6

(30) https://www.industry.gov.au/news-media/australia-germany-working-together-on-renewable-hydrogen

(31) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

(32) https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/media.newore.catapult/app/uploads/2020/09/07105124/Solving-the-Integration-Challenge-ORE-Catapult.pdf

(33) https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/media.newore.catapult/app/uploads/2020/09/07105124/Solving-the-Integration-Challenge-ORE-Catapult.pdf

https://www.danskenergi.dk/klimapartnerskab-energi-forsyning#:~:text=Regeringen%20har%20sammen%20med%20erhvervslivet,klimapartnerskaber%20omhandler%20energi%2D%20og%20forsyningssektoren

Samt Brintbranchens egne beregninger

(34) https://www.ft.dk/samling/20182/almdel/kef/spm/36/svar/1591755/2080663/index.htm

(35) https://energinet.dk/Om-nyheder/Nyheder/2020/09/20/Elnettet-udfordres-af-solcelleboom-nyt-kort-viser-muligheder-og-begraensninger

(36) https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/simson/announcements/speech-commissioner-simson-high-level-conference-hydrogen_en samt egne beregninger

(37) https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/simson/announcements/speech-commissioner-simson-high-level-conference-hydrogen_en

(38) https://www.eu.dk/da/aktuelt/nyheder/2020/sep/eus-genopretningsfond-danmark-faar-9-mia-kr#:~:text=Danmark%20forventes%20at%20modtage%209,igen%20efter%20covid%2D19%20krisen.

(39) https://energinet.dk/-/media/DB8C23DA02B944F3A5BC8F7A4E89261A.pdf

(40) https://fm.dk/media/18085/klimaaftale-for-energi-og-industri-mv-2020.pdf

(41) Brintbranchens egne beregninger

(42) https://www.trm.dk/publikationer/2020/klimapartnerskabsrapport-landtransport/

(43) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=fr

(44) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019L1161&from=EN

(45) http://www.dansk-luftfart.dk/wp-content/uploads/2020/05/Luftfartens-Klimapartnerskab-afrapportering_Endelig-MAJ2020.pdf

(46) https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html

(47) https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2020/09/airbus-reveals-new-zeroemission-concept-aircraft.html

(48) https://www.trm.dk/publikationer/2020/klimapartnerskabsrapport-landtransport/

(49) https://h2.live/en/h2mobility

https://www.miteco.gob.es/images/es/h2executivesummary_tcm30-513831.pdf

(50)https://www.trm.dk/publikationer/2020/klimapartnerskabsrapport-landtransport/
(51) https://hoyre.no/aktuelt/nyheter/2020/vi-trenger-flere-jobber-og-mer-hydrogen/

(52) https://gasforclimate2050.eu/sdm_downloads/european-hydrogen-backbone/

(53) https://www.euractiv.com/section/energy/news/franco-german-team-up-aims-to-drive-hydrogen-production-forward/

(54) https://ufm.dk/publikationer/2020/filer/1-fremtidens-gronne-losninger-strategi-for-investeringer-i-gron.pdf

(55) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN

(56) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0410&from=EN

Brintbranchen

Hydrogen Denmark