

<b>Indsatsområde (titel):</b>	Power-to-X som driver for grøn omstilling og vækst	<b>Evt. nr.:</b>	FORCE 02
<b>Indsatsområde kort (resumé)</b>			
<p>Indsatsområdet vil understøtte Klimaftalens<sup>1</sup> vision og Klimarådets anbefaling om realisering og skalering af Power-to-X (PtX) som et centralt element i omstillingen af energisystemet mod klimaneutralitet i 2050. Der vil over de kommende år være mange indsatser for Power-to-X, hvorfor et centralt element er samarbejde på tværs imellem videninstitutioner.</p> <p>Indsatsområdet sætter sig for at etablere et dansk økosystem for Power-to-X og herunder et samarbejde 'Fælles GTS-indsats for PtX i Danmark'. Økosystemet er centralt for mange mindre virksomheder, da de erhvervsmæssige værdikæder og markedsmuligheder fortsat er usikre og umodne. De centrale udfordringer ved Power-to-X er skalering og effektivisering af kerneteknologier som elektrolyse og katalytiske processer, der omdanner brint til andre brændsler samt system- og procesintegration, brinthåndtering, metrologi og sikkerhed. Disse tekniske udfordringer vil indsatsen også omfatte og omsætte til teknologiske services.</p>			
<b>1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer</b>			
<p><b>Visionen</b> er at udvikle teknologiske services og et økosystem, der understøtter og accelererer omstillingen af energisystemet via Power-to-X (PtX), forstået som elbaseret produktion af brint og afledte energibærere. Indsatsen understøtter Klimalovens<sup>2</sup> mål om en 70 % reduktion af klimagasser i 2030, klimaneutralitet i 2050 og tager desuden afsæt i energiteknologi som dansk erhvervsmæssig styrkeposition.</p> <p>Klimarådet, Regeringens klimaafale og flere Klimapartnerskaber er enige om, at PtX er en nødvendighed i vores energisystem for at kunne udvikle og producere grønne, flydende brændsler, til erstatning af de fossile, for store dele af især transport- og industriktorerne i Danmark. Samtidigt er alle enige om, at PtX fortsat er på et stadie, hvor der er betydelig teknologisk usikkerhed og deraf behov for teknologiudvikling, modning, test og demonstration igennem hele værdikæden.</p> <p><b>Fokuspunkterne</b> er skalering og effektivisering af kerneteknologier som elektrolyse og katalytiske processer, der omdanner brint til andre brændsler, samt system- og procesintegration, brinthåndtering, metrologi og sikkerhed. Indsatsen adresserer alle trin i forsyningskæden fra omdannelsen af grønt produceret elektricitet til e-fuels via procesanlæg og transmissionsnet og hele vejen frem til afregningsmåleren hos forbrugeren (virksomhed eller borger) for at kunne slutte hele kæden.</p> <p>Dermed bliver indsatsen parallelt fokuseret på at løse de teknologiske risici samtidigt med de markedsfejl, der er forbundet med tidlige, usikre og investeringstunge teknologier. De erhvervsmæssige værdikæder og markedsmodeller, hvor innovation og teknologiudvikling skal forankres, er umodne, og indsatsen vil være eksplorativ mod at identificere og udvikle et nationalt, videndelende og vækstskabende økosystem for PtX i Danmark. Med inspiration fra tilsvarende succesfulde økosystemer, vil PtX-økosystemet omfatte virksomheder, klynger, GTS-institutter, universiteter, myndigheder samt branche- og interesseorganisationer. Økosystemet skal også medvirke til at markedsmodne de relevante leverancer, hvor aftagere og leverandører mødes, så markedsfejl afhjælpes og markedsudvikling accelereres.</p> <p>Indsatsen sigter mod at udvikle de involverede teknologier i retning af større pris- og energieffektivitet, øget levetid og sikring af optimal systemintegration samtidigt med, at sikkerheds- og miljøforhold opretholdes på højt niveau. Teknologierne skal skaleres med en faktor 10 og omkostningerne reduceres med en faktor fem, samtidigt med at levetiden af anlæg øges, og sikkerhed for mennesker og miljø fastholdes. Effekten af indsatsen vil være øget pris- og energieffektivitet samt sikring af løsninger, der er kompatible med det øvrige energisystem. Danmark er kendt for sit veludbyggede energisystem og evne til at integrere vedvarende energikilder. Med den store udbygning af havvind til produktion af elektricitet, har Danmark unikke forudsætninger for at sikre produktion af flydende brændsler til eget forbrug og eksport.</p> <p>Elektrolysebaseret brint har i flere år været begrænset til små anlæg med kapacitet på op til 1 MW, hvorfor Energinet anbefaler, at anlægsstørrelsen skal accelereres<sup>3</sup>. Ligeledes anfører Styrelsen for Forskning og</p>			

<sup>1</sup> "Klimaafale for energi og industri mv. 2020", af 22. juni 2020

<sup>2</sup> L117, "Forslag til lov om klima", vedtaget 18. juni 2020

<sup>3</sup> "PtX i Danmark før 2030", Energinet, april 2019

Uddannelse, at brintproduktionen er den begrænsende faktor for fremstilling af e-fuels, idet skala, effektivitet, levetid og pris skal optimeres<sup>4</sup>.

**En af delvisionerne** er således at bidrage til en omkostningsreduktion i takt med, at PtX-anlæg skaleres. Dette vil kræve innovative tiltag på flere områder, fx test og dokumentation af alternative materialevalg, vurdering og optimering af fremstillingsmetoder, optimering af design ved simulering, og at sikkerhedsaspekter indtænkes tidligt i udviklingsprocessen. Den økonomiske benchmarking mod fossil energi er lige nu negativ, men et stærkt samarbejdende økosystem skal gøre det muligt at sætte effektivt ind mod omkostningstunge led i processen ved hjælp af teknologisk innovation. Erfaringerne fra dansk vindindustri viser, at det er muligt at realisere ambitiøse visioner for energisystemet. Dette skal nu realiseres tilsvarende for PtX i Danmark.

**Et erklæret mål** er at identificere og reducere hindringer for markedsadgang for PtX. Eksempler på dette er manglende standarder, metodikker til risikovurdering samt indpasning af grønne brændstoffer i infrastruktur og forbrug. Det er et mål at sikre, at danske målproducenter og danske systemleverandører, der tilbyder afregningsmålinger, kan få markedsgodkendelser til fremtidige grønne brændselstyper, så løsningerne kan udbredes til danske og internationale markeder.

**De innovationsmæssige udfordringer, der adresseres via indsatsen, er bl.a.:**

- Skalering og effektivisering af enkeltkomponenter, fx elektrolyseenheder til produktion af brint eller katalyse af metanol.
- System- og procesintegration på tværs af traditionelt adskilte teknologier, brancher og aktører.
- Overordnet koordinering, transmission og tarifiering af variable brændstoffer.

**Et centralt omdrejningspunkt** er den 'Fælles GTS-indsats for PtX i Danmark' mellem Alexandra Instituttet (AI), DBI, Teknologisk Institut (TI) og FORCE Technology. Målet med samarbejdet er systemisk at indtage en strategisk og missionsbaseret rolle og knytte universitetsbaseret forskning med teknologisk innovation i virksomheder.

**De centrale aktiviteter vil være:**

### **1. Etablering af økosystem indenfor PtX**

Kortlægning af aktører og etablering af økosystem indenfor PtX i regi af GTS-indsatsen, Dansk Industri, Dansk Energi og Brintbranchen. Etablering af faglige netværk i regi af det fælles GTS-initiativ, der forventes at adressere henholdsvis legal metrologi, effektive elektrolyseprocesser og anlæg, brinthåndtering samt sikkerhed og risikovurdering. Vidensspredning og demonstrationsprojekter via det fælles GTS-initiativ samt samarbejde med relevante klynger vil yderligere bidrage til dannelse af et stærkt økosystem. Der vil være særlig opmærksomhed på kortlægning og segmentering af SMV-virksomheders særlige behov og fokus på disse i udviklingen af indsatsen.

### **2. Videnopbygning**

Videnindsamling og -opbygning, nationalt og internationalt, i samarbejde med GTS, universiteter, klynger og virksomheder. Internationalt vil FORCE Technology søge samarbejde via de europæiske initiativer og strategier, der søsættes bl.a. i regi af European Clean Hydrogen Alliance, hvor FORCE Technology er indtrådt som medlem, samt samarbejde med organisationer i Norge, Holland og Tyskland, der alle har formuleret nationale brintstrategier. International viden- og relationsopbygning vil blive koordineret via den fælles GTS-indsats.

### **3. Kompetence- og serviceudvikling**

I samarbejde med virksomheder og videninstitutioner, skal FORCE Technologys eksisterende kompetencer og services udvikles og tilpasses med henblik på løsning af specifikke teknologiske udfordringer relateret til PtX. Identifikation af barrierer i form af regulatoriske begrænsninger, risikovurdering- og styring samt sektorkobling bliver en væsentlig del af indsatsen. Koordinering via det fælles GTS-initiativ vil sikre et relevant og dækkende serviceudbud fra GTS.

### **4. Vidensspredning og -hjemtagning**

Vidensspredning vil ske via den fælles GTS-indsats, relevante klynger samt på temadage og webinarer faciliteret af FORCE Technology. I resten af Europa er der stor fokus på brintteknologi,

<sup>4</sup> "Forskningsbehov og -potentialer i forhold til CO<sub>2</sub>-reduktioner indenfor transport", høringsnotat, Styrelsen for Forskning og Uddannelse, juni 2020

hvorfor international videnhjemtagning og internationale kontakter bliver prioriteret højt. Der vil blive etableret fire nye netværk og/eller fagklubber relateret til PtX i tæt samarbejde med Energy Cluster Denmark.

## 5. Demonstrationsprojekter

Det er en målsætning, at FORCE Technology sikrer en gearing af indsatsen gennem yderligere finansiering fra fx Innovationsfonden, EUDP eller Horizon Europe, der yderligere skal styrke økosystemets samarbejdsmodel, hvor demonstrationsprojekter skabes på tværs af økosystemet med deltagelse fra relevante virksomheder, det fælles GTS-initiativ samt universiteter. Ambitionen er at gennemføre 20 demonstrationsprojekter som en del af indsatsen.

## 6. Facilitetsopbygning

Indsatsen vil, som en del af den fælles GTS-indsats, afdække behov for opbygning af nye specialfaciliteter relateret til udvikling og effektivisering af teknologi relateret til PtX. Fx teknologi til monitorering af elektrolyseceller med henblik på simulering og optimering af processerne.

### Samlet for perioden vil indsatsområdet have følgende indikatorer for værdi og succes:

- 45 samarbejdspartnere. Indsatsområdet vil etablere og løbende udvide økosystemet med samarbejdsrelationer til danske og internationale videncenter og organisationer.
- 20 mio. kr. FoU-omsætning ansøgt. Indsatsområdet vil, for at styrke økosystemet og samarbejdsrelationerne, sikre en øget FoU-indsats igennem ansøgning af min. otte FoU-projekter i partnerskaber omkring indsatsområdet. Budgettet angiver FORCE Technologys andel heraf.
- 800 aktive virksomhedsrelationer Indsatsen vil, baseret på en samlet vidensspredningsplatform, have et højt ambitionsniveau for aktiv deltagelse fra erhvervslivet (fx følgegrupper, demonstrationsprojekter, deltagelse i arrangementer, webinarer m.m.). Dertil kommer en omfattende øvrig vidensspredning (artikler, webtrafik, SoMe m.m.)

## 2) Indsatsens relevans og potentiale

Målet om udfasning af fossile brændsler frem mod 2050 kræver omstilling af energisystemet med langt mere sol- og vindenergi. Det fordrer udbygning af energilagring, der kan udjævne variation i produktion af vedvarende energi og omdannelse af energien til nyt grønt brændsel i bl.a. transport- og industrisektorerne, der ikke umiddelbart kan elektrificeres. Tilsvarende kræver det en langt stærkere sektorkobling mellem el-, gas- og fjernvarmenet. I denne fossilfri fremtid spiller PtX en central rolle.

Med vedtagelse af Klimaaftalen<sup>5</sup> for energi og industri i juni 2020, bliver der sat konkrete politiske rammer for PtX som et centralt omdrejningspunkt for at nå målene i Klimaloven<sup>6</sup> om en 70 % reduktion af klimagasser i 2030 og Parisaftalens<sup>7</sup> mål om at begrænse den globale temperaturstigning til 1,5 grader.

Klimaaftalens mål om etablering af 2 energiøer, én i Nordsøen og én ud for Bornholm, sætter ambitiøse mål for udbygning af havvind med op til 12 GW, og en parallel udbygning af PtX-kapaciteten<sup>8</sup> på 1 GW i 2030 og 3 GW i 2040, og som understøttes af den hollandske investering på 1 mia. kr. i danske PtX anlæg.

Samtidigt varsler Europa-Kommissionens strategi for et integreret energisystem<sup>9</sup> samt den europæiske brintstrategi<sup>10</sup> massiv udbygning af den europæiske PtX-kapacitet. I første omgang i form af brintproduktion, men senere også i høj grad afledte brændsler som metanol og ammoniak. Planen indebærer, at kapaciteten i EU for bæredygtig brint skal udbygges med mindst 6 GW frem til 2024, hvilket samtidigt skal give en produktion på op mod 1 mio. ton grøn brint. De nye elektrolyseværker skal være større og etableres tæt på steder, hvor brændstoffet efterspørges. Inden 2030 skal der udbygges yderligere med 40 GW med en produktion på op mod 10 mio. ton grøn brint til EU. Det kræver investeringer på flere hundrede mia. euro, og en fundamentalt ny opbygning af vores energisystemer. Kommissionen vurderer, at det vil

<sup>5</sup> Klimaafgrete for energi og industri mv. af 22. juni 2020

<sup>6</sup> LOV nr. 965 af 26/06/2020

<sup>7</sup> United Nations, Treaty Collection, Chapter XXVII, Environment, 7. d Paris Agreement, 2015

<sup>8</sup> "Analyseforudsætninger til Energinet", Baggrundsnotat, Energistyrelsen, juni 2020

<sup>9</sup> "Strategy for Energy System Integration", Europa-Kommissionen, juli 2020

<sup>10</sup> "A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe", Europa-Kommissionen, juli 2020

resultere i op mod 1 mio. nye jobs i EU. Norge<sup>11</sup>, Holland<sup>12</sup> og Tyskland<sup>13</sup> har alle formuleret nationale brintstrategier, og alene Tyskland vil investere 10 mia. euro. Indsatsen er derfor afgørende, hvis Danmark skal være med i front af udviklingen, og danske virksomheder skal være leverandører til fremtidens marked.

Energinet peger på, at PtX er svaret på udfordringen med både energilagring, nyt grønt brændsel til transport og sektorkobling<sup>14</sup>. Omstillingen stiller krav til hele den infrastruktur, der skal udbygges, herunder processer, lagre, transport samt målere og standarder, der skal sikre regulering af området. Nærværende indsatsområde understøtter disse behov direkte, og tager afsæt i Energiteknologi som en erhvervsmæssig styrkeposition<sup>15</sup>, men vil samtidig have betydning for mange andre sektorer og følgeindustrier.

Regeringens Klimapartnerskab for Energi- og forsyningssektoren<sup>16</sup> anbefaler en fuld industrialisering af PtX som forudsætning for 70 %-målet og angiver, at Danmark som grøn pionernation vil have et stort potentiale i udvikling og eksport af PtX-teknologier. Danmark har en unik forudsætning via en stærk vindmølleindustri med systemmæssig kobling til PtX, og der peges på, at en fortsat udbygning af offshore vind vil give et stort potentiale for eksport af grønne brændsler. Der er således alle forudsætninger for at skabe vækst i økonomi og arbejdspladser samt endnu en eksportsucces indenfor vedvarende energiteknologi.

Regeringens Klimapartnerskab for Det Blå Danmark<sup>17</sup> samt for Landtransport<sup>18</sup> anfører, at introduktion og industrialisering af PtX vil være afgørende faktorer for branchernes vej til at nå 70 %-målet. Alle tre klimapartnerskaber peger desuden på, at omlægning af energisystemet kræver en langsigtet, strategisk indsats med fokus på innovation og et udstrakt samarbejde mellem stat og industri i hele værdikæden.

Hertil peger DI's plan 'Danmark ud af krisen – tilbage til grøn vækst'<sup>19</sup> på de særlige klima- og erhvervsmæssige potentialer, der rummes i industrialisering og skalering af PtX-teknologier på kort og mellemlangt sigt. Flere aktuelle erhvervsinitiativer, bl.a. drevet af Ørsted og A.P. Møller-Mærsk, der vil bygge en brintfabrik i Danmark, viser, at de store operatører og slutbrugere er motiverede til at investere, og det er essentielt, at danske teknologileverandører får muligheden for at udvikle den teknologi, der efterspørges i fremtiden.

De erhvervsmæssige værdikæder, der skal forme den fremtidige styrkeposition i Danmark, er imidlertid endnu ikke veldefinerede og skal finde deres rette plads og forretningsmodel. Ingen kan det hele, og derfor er en kritisk forudsætning for indsatsen at katalysere samarbejde mellem virksomheder, nærværende indsats, det fælles GTS-initiativ og universiteter. Målgruppen strækker sig derfor langt ud over den af Danmarks Erhvervsfremmebestyrelses velbeskrevne styrkeposition energiteknologi og vil udvides i løbet af perioden, i takt med at enkeltdele af værdikæden modnes.

#### **Den primære målgruppe for indsatsen er initielt:**

- Producenter af udstyr til produktion af brint, metanol, ammoniak m.m. (fx Green Hydrogen, NEL, Kamstrup, Haldor Topsøe)
- Systemintegratorer (fx Holtec, Hobro Rustfri, Lille Gården)
- Operatører (fx Ørsted, GreenLab, Shell)

#### **Den sekundære målgruppe er:**

- Brugere af nye brændsler, transport og industri
- Leverandører af øvrig infrastruktur, fx rør og anlæg
- Rådgivnings- og entreprenørvirksomheder
- Offentlige aktører, fx styrelser og kommuner

Vindmølleproducenter og aftagerside med fx rederierne er vigtige aktører i realiseringen og rammesætningen af en PtX-infrastruktur i Danmark og vil derfor også blive inddragede i indsatsen. Der foreligger endnu ikke en systematisk kortlægning af det danske økosystem for PtX, men økosystemet er

<sup>11</sup> "The Norwegian Government's hydrogen strategy towards a low emission society", Norwegian Ministry of Petroleum and Energy & Norwegian Ministry of Climate and Environment, juni 2020

<sup>12</sup> "Government Strategy on Hydrogen", Government of the Netherlands, juli 2020

<sup>13</sup> "The National Hydrogen Strategy", The Federal Government, Federal Ministry for Economics Affairs and Energy, juni 2020

<sup>14</sup> "Nye vinde til brint – PtX strategisk handlingsplan", Energinet, januar 2020

<sup>15</sup> "Erhvervsfremme i Danmark 2020-2023", Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse, marts 2020

<sup>16</sup> "I mål med den grønne omstilling 2030, Sektorkøreplan for forsyningssektorens bidrag til 70%-målsætningen", Regeringens Klimapartnerskaber, Energi- og forsyningssektoren, 2020

<sup>17</sup> "Vejen mod mere klimavenlig skibsfart", Regeringens Klimapartnerskab for det Blå Danmark, marts 2020

<sup>18</sup> "Landtransport", Regeringens Klimapartnerskab for Landtransport, marts 2020

<sup>19</sup> "Danmark ud af krisen – tilbage til grøn vækst", Dansk Industri, april 2020

karakteriseret af en række større virksomheder, typisk operatører, der trækker udviklingen og herved baner vejen for mindre virksomheder. Fx er producenter af udstyr og systemintegratorer ofte SMV'er og start-ups, mens operatørerne typisk er større virksomheder. De større virksomheder, som driver udviklingen, har typisk en meget stor række af underleverandører, som primært er SMV'er. Fx kan det nævnes, at Kamstrup har over 130 underleverandører. De store virksomheder trækker udviklingen, men det er i høj grad underskoven af SMV'er, som skal levere produkter og services.

Brancheforeningen Brintbranchen vurderer, at de virksomheder, der i dag arbejder med udvikling og produktion af udstyr, samt de virksomheder, der beskæftiger sig med systemintegration, beskæftiger 3-4.000 medarbejdere og har et enormt potentiale for skalering, hvis de hjælpes på vej gennem adgang til viden, samarbejde og demonstrationsprojekter. Den øvrige målgruppe, der enten direkte eller indirekte vil drage nytte af indsatsen med bl.a. operatører, leverandører af infrastruktur, rådgivnings- og entreprenørvirksomheder og ikke mindst vinmøllebranchen og rederier, beskæftiger langt over 100.000 medarbejdere.

FORCE Technology har løbende dialog med virksomheder og universiteter og kender mange af branchens udfordringer og muligheder. Fx har FORCE Technology som forløber til indsatsområdet gennemført en række demonstrationsprojekter indenfor området. Igennem foråret 2020 gennemførte FORCE Technology målgruppeinterviews med ca. 20 virksomheder og har haft dialog derudover med vindmølleproducenter, universiteter og erhvervsorganisationer. Disse målgruppeinterviews viser bl.a., at der er behov for koordination af initiativer og proaktiv etablering af samarbejder, hvis erhvervspotentialet skal udnyttes fuldt.

Flere kommentarer på Bedreinnovation.dk viser, at der er behov for en særlig indsats, ikke kun i form af teknologisk push, men også som enabler for at opnå markedsmæssigt pull, herunder at fjerne barrierer for industrialisering af PtX. Dette har været en gennemgående kommentar fra såvel start-ups og SMV'er som fra store, toneangivende internationale virksomheder samt uddannelsesinstitutioner, centre og klynger, herunder bl.a. A.P. Møller Maersk, Siemens Gamesa, Bio2Oil ApS, Green Hydrogen Systems, Energinet, Dansk Gasteknisk Center, Dansk Industri samt Aalborg Universitet.

**Blandt de talrige konstruktive kommentarer, som forslaget modtog på Bedreinnovation.dk, er her gengivet nogle få, som viser interessen og behovet hos forskellige typer aktører:**

*"Selvom vi befinder os i den lavpraktiske del med smede- og montagearbejde, så mærker vi også stadig stigende krav til kvalitet, sporbarhed, dokumentation og overholdelse af produktstandarder og direktiver. ...Derfor ser vi også fornuften ved at få etableret et PtX økosystem og få skabt synlighed omkring aktørerne og den knowhow, erfaring og de forudsætninger, som aktørerne kan bidrage med."*, **Kaj G. Gimm, Sales Manager, Hobro Rustfri Procesteknik A/S**

*"...for at overkomme de udfordringer vi nu alle står overfor, så skal der opskaleres og opgraderes markant på flere områder – og det giver altid overraskelser og behov for teknologispring. Så et utroligt vigtigt projekt set også fra vores ende af værdikæden."*, **Jan Flensted Poulsen, Global Technology Manager, F&B Business Unit, Pentair**

*"For at fremme den grønne omstilling er det essentielt at reducere omkostningerne af Power-to-X teknologierne. Med de forventede markedsstørrelser vil der komme en øget grad af industrialisering af produktionen, derudover er der stadig et stort potentiale for teknologisk udvikling, der kan bringe visse Power-to-X teknologier ned på et omkostningsniveau, som er sammenligneligt med fossile produkter. Det er af stor vigtighed at udvikle kompetencer og viden der kan bringe Power-to-X teknologierne videre."*, **Kasper T. Therkildsen, Senior Development Manager, Green Hydrogen Systems**

*"I Danmark er der, i lyset af de væsentlige vindressourcer, et stort potentiale for at producere forskellige typer grønne brændsler via PtX. Energinet vurderer, at Power-to-X (PtX) bliver en vigtig nøgle i omstillingen væk fra fossile brændsler."*, **Stine Grenaa Jensen, Afdelingschef, Energinet**

### 3) Markedssvigt og konkurrencesituation

Klimarådet fremhæver<sup>20</sup>, at Power-to-X er langt fra en moden teknologi og deraf uden et eksisterende marked for brugere og leverandører. Der er en gryende interesse blandt danske virksomheder for i fremtiden at levere teknologi og knowhow til PtX-omstillingen - helt fra små iværksættervirksomheder, der udvikler

<sup>20</sup> "Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion", Klimarådet, marts 2020

delteknologier, til store og veletablerede virksomheder, der bygger procesanlæg og infrastruktur. Endvidere kender vi nu ikke de teknologier og deraf virksomheder, der i fremtiden kan vise sig relevante i markedet.

Springet fra laboratoriet på et universitet eller fra pilotanlægget hos iværksætteren og over til et procesanlæg i fuld skala er et kvantespring snarere end en simpel opskalering. På nuværende tidspunkt findes således en række teknologier på forskellige områder med højt TRL, men hvor det ikke er rentabelt at starte en større produktion. Virksomhederne er typisk specialiserede i en teknologi eller proces, men der er 'huller i økosystemet'. Koblingerne mellem teknologierne er endnu ikke etablerede, og der mangler regulering.

Derfor er denne tidlige indsats afgørende for at stimulere den nødvendige modning, ligesom kapløbet imellem mange forskellige teknologier, der vil have stor samfundsmæssig betydning og skal tilkobles mange sektorer i forbundne systemer, kræver en uvildig part i test, demonstration, dokumentation, standardisering, metrologi og ikke mindst videnspredning.

Implementering af Klimaaftalens vision om PtX kræver, at mange innovationsmæssige barrierer skal overvindes som forudsætning for succesrig kommerialisering af PtX-teknologier i stor skala. GTS-institutterne, både hver for sig, men i særdeleshed sammen, har særlige forudsætninger til at bistå såvel virksomheder og universiteter i at overvinde disse barrierer. I evalueringen<sup>21</sup> af det danske innovationssystem, der blev gennemført i 2019, peger anbefalingerne på, at GTS-institutterne har et stort uudnyttet potentiale i at indtage en mere strategisk og missionsbaseret rolle i at knytte universitetsbaseret forskning med teknologisk innovation i virksomheder. Herudover peger anbefalingerne på behovet for at have fokus på udvikling af økosystemer og innovation via multi-aktørsamarbejder. Den fælles GTS-indsats skal ses som en direkte ansvarstagen for at udfolde anbefalingerne.

Energisektoren er den største enkeltstående målgruppe for FORCE Technology, der igennem årtier har stået alle dele af energisektoren bi igennem transformationer. Denne nøgleposition har givet et unikt sektorindgreb og position med kompetencer indenfor materialer, specialiserede testfaciliteter, metrologi og modellering, hvilket alt sammen er kompetencer, der kan blive afgørende for kommerialisering og effektivisering af PtX fremover. FORCE Technology har med relevante kompetencer og serviceydelser været aktiv medspiller for virksomheder og myndigheder gennem alle de tidligere transformationer af energisektoren (olie, kul, naturgas, biomasse, vindenergi).

FORCE Technologys rolle som Danmarks energi-GTS, foruden at være facilitets- og serviceudbyder, er at være bindeled i facilitering af udbygningen og koblingen mellem iværksættere, etablerede virksomheder og universiteterne. De små iværksættere kan drage nytte af den specialviden, testfaciliteter og brede virksomhedskontakt, som FORCE Technology besidder.

En helt central indsats bliver etablering af netværk, der skal binde aktører fra alle dele af markedet sammen. Det drejer sig både om små opfindervirksomheder og større, veletablerede virksomheder og institutioner. Hermed identificeres også i højere grad de barrierer, som det kræver en særlig indsats at fjerne, fx. i forhold til sektorkobling og markedsskabelse.

Indsatsens **følgegruppe**, der omfatter de væsentligste aktørgrupper indenfor området, vil sikre, at indsatsen rammer et faktisk samfunds- og virksomhedsbehov og dermed fylder et hul i værdikæden, der hjælper med at løfte den samlede nationale indsats indenfor PtX. Endvidere har følgegruppen den væsentlige funktion at undgå etablering af parallelkompetencer på områder, hvor der allerede er udbydere.

#### 4) Videnspredning og inddragelse i indsatsområdet

Den kommende nationale klynge for energi, Energy Cluster Denmark, vil være et centralt omdrejningspunkt for videnspredning, samarbejde og interaktion med den direkte målgruppe, men også i særdeleshed videnspredning til det øvrige økosystem for PtX i Danmark - videninstitutioner, brancheorganisationer og myndigheder. FORCE Technology har allerede et tæt samarbejde med de tre eksisterende energiklynger, og dette samarbejde vil fortsætte i den samlede nationale klynge. FORCE Technology har sæde i bestyrelsen i det nye Energy Cluster Denmark samt i klyngens 'bevillingsudvalg', hvor samarbejdsprojekter udfoldes og konkretiseres. FORCE Technology har hermed et godt udgangspunkt for at skabe stærke samarbejdsrelationer til klyngen og dens mange aktører samt gennemføre en omfattende videnspredning.

DI er centralt placeret i PtX-landskabet, og indsatsområdet skal derfor udvikles i tæt dialog med DI og deres medlemmer, men også interesseorganisationerne Brintbranchen og PtX-Alliancen vil blive inddraget tæt i

<sup>21</sup> "Peer Review of the Danish R&I System – Ten steps; and a leap forward: taking Danish innovation to the next level", European Commission, 2019

udviklingen af økosystemet. Dertil vil økosystemets omdrejningspunkt netop være at samle områdets aktører og derigennem opretholde en høj vidensspredning igennem alle årene.

**Følgegruppen** får afgørende betydning for, at indsatsen bliver en succes. På grund af den meget store hastighed i udvikling på PtX-området, er det ikke muligt at forudsige det teknologiske innovationsbehov i detaljer i en fireårig periode, og derfor får den løbende dialog med følgegruppen afgørende betydning for en kontinuerlig kalibrering af indsatsen, så innovationen afstemmes med relevant teknologi og en dynamisk markedssituation. Med udgangspunkt i den nuværende målgruppe for indsatsen, har FORCE Technology etableret en følgegruppe, der dækker de væsentligste områder indenfor PtX. Følgegruppen vil dynamisk udvikle sig i løbet af perioden.

**Følgegruppen har ved indsatsens start følgende sammensætning:**

- Søren Bjerregaard Pedersen, CEO, Hydrogen Valley DK
- Finn Daugaard Madsen, Innovation Manager, Siemens Gamesa
- Jan Jensen, Vicedirektør, DGC
- Tonny Frederiksen, CTO, Flonidan A/S
- Ib Johannsen, CEO, Bio2oil ApS
- Stine Grenaa Jensen, Afdelingschef, Energinet
- Jesper Hørlyk-Jensen, Head of project department, BioGasclean A/S
- Visweswara Chakravarthy Gudla, R&D Manager, Hymeth Aps
- Lars Udby, REintegrate Aps
- Lasse Rosendahl, Instituttleder, professor, Institut for Energiteknik, Aalborg Universitet
- Kasper T. Therkildsen, Senior Development Manager, Green Hydrogen Systems
- Peter Bjerregaard, Markedsreguleringschef, E.ON
- Laurent Lardon, Senior Process Engineer, Electrochaea.dk
- Claus Møller, Adm. dir., Siemens A/S
- Jan Flensted Poulsen, Global Technology Manager, F&B Business Unit, Pentair
- Søren Linderoth, Institutdirektør, professor, DTU Energi
- Anders Christian Nordstrøm, Vice President for Hydrogen, Ørsted
- Pia Larsen, Teknisk sagsbehandler, Sikkerhedsstyrelsen

Ovenstående følgegruppe giver indsatsområdet en stærk og bred kontakt til det relevante teknologiske miljø i Danmark, og det giver et godt grundlag for den nødvendige etablering af et økosystem for PtX.

Følgegruppen vil blive brugt til løbende strategisk kalibrering af indsatsen med henblik på at sikre den innovations- og samfundsmæssige relevans. Desuden vil følgegruppen blive hørt ifm. etablering af demonstratorer og demonstrationscases. Følgegruppen vil især i år et være aktivt involveret i etablering af netværk på definerede delområder indenfor PtX, fx indenfor brinthåndtering, sikkerhed og risikovurdering. Resultater vil løbende blive formidlet via webinarer og temadage samt på SoMe-platforme.

## 5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

I maj 2020 meldte et stort erhvervskonsortium med bl.a. A.P. Møller Maersk, Ørsted, DSV og Københavns Lufthavne ud, at konsortiet vil bygge et PtX anlæg på 1,3 GW på Avedøre Holme. Det er sådanne størrelser på anlæg og konsortier, der er nødvendige for at få den forventede omstilling til PtX.

I juni 2020 meldte et stort internationalt erhvervskonsortium med A.P. Møller Maersk i spidsen, og ellers bestående af American Bureau of Shipping, Cargill, MAN Energy Solutions, Mitsubishi Heavy Industries, NYK Lines og Siemens, at de tilsammen vil investere 400 mio. kr. i et forskningscenter i Danmark – Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping - hvor PtX vil komme til at spille en central rolle. Den danske erhvervsmæssige dagsorden ift. PtX er således højaktuel og vil være det i mange år frem. Det nationale ambitionsniveau er højt, hvorfor indsatsområdet har et tilsvarende højt ambitionsniveau for at samle kræfterne bag PtX i Danmark.

Der er en række barrierer, der skal overvindes. Ambitionerne for indsatsen følger tæt de mange forsknings- og udviklingsbehov, der er kortlagt af bl.a. Styrelsen for Forskning og Uddannelse<sup>22</sup>. Virkningsgraden for de

<sup>22</sup> ”Forskningsbehov og -potentialer i forhold til CO<sub>2</sub>-reduktion inden for energiproduktion og -infrastruktur, -lagring og konvertering, samt fangst, lagring og udnyttelse af CO<sub>2</sub>”, høringsnotat, Styrelsen for Forskning og Uddannelse, juni 2020

eksisterende elektrolyseteknologier er 60-80 %, men skal øges markant for at gøre PtX økonomisk bæredygtigt.

Udviklingen skal fokusere på længere levetider, større enhedssystemer, reducerede omkostninger (særligt materialeomkostninger), implementering af tryksatte systemer med henblik på at undgå efterfølgende tryksætning af det producerede brint og ikke mindst at udvikle fleksible systemer, der kan fungere i de fluktuerende strømkilder, som sol og vind afgiver. Alt i alt behov, der understøttes direkte af nærværende indsats og fortsat befinder sig på forskningsstadiet.

Herudover kommer infrastrukturen omkring den producerede brint og andre brændsler, hvor det skal sikres, at de fremtidige mængder og typer af brændsler kan både måles, lagres og transporteres. Det vil have indvirkning på en lang række sektorer, der ikke er i indgreb med forskning og udvikling, herunder infrastruktur, transport, byggeri m.fl. GTS-institutterne, og i særdeleshed FORCE Technology, har en oplagt rolle at spille til at understøtte denne udvikling, hvor særligt SMV'er inddrages.

Realiseringen af et stærkt økosystem for PtX i Danmark er vigtig for at kunne indfri den nationale ambition om PtX, vækst, jobskabelse og eksport. Med inspiration fra tidligere transformationer, trækker FORCE Technology på erfaring med opbygning af økosystemer, når teknologiske nøgleområder kræver et underliggende økosystem. Senest ifm. med etableringen af Nordic IoT Centre<sup>23</sup> og AM Link, som har givet stærke erfaringer, der kan bygges videre på.

Alt i alt forventes det, med den tætte inddragelse af hele værdikæden, at de kompetencer og serviceydelser, der udvikles som en del af indsatsen, vil være udviklede til markedet senest i 2025.

## **6) Indsatsområdets kobling til videns- og innovationssystemet**

De tre GTS-institutter, Alexandra Institutet, DBI og Teknologisk Institut, indsender parallelt med FORCE Technology indsatsbeskrivelser, der adresserer grøn omstilling af energisystemet og med et fuldt eller betydeligt fokus på PtX. De tre indsats er for Alexandra Institutet: 'Digitale teknologier til datadrevet, bæredygtig vækst', DBI: 'Brand og sikkerhed ved Power-to-X' og Teknologisk Institut: 'Energilagring og -konvertering'. I regi af 'Fælles GTS-indsats for PtX i Danmark' gennemføres aktiviteter omkring økosystem og videnspredning, kapacitetsopbygning og demonstrationsaktiviteter.

Den fælles GTS-indsats vil være et centralt omdrejningspunkt for indsatsens kobling til det øvrige innovationssystem. Ikke alene for samarbejdet med de øvrige GTS-institutter, men også ift. samarbejde med universiteter og klyngeorganisationer.

Samarbejdet skal samtidigt øge muligheden for at styrke GTS-systemets samarbejde til andre nationale initiativer på området. Her tænkes fx på initiativet omkring 'Dansk Center for Energilagring', der ledes af ATV og Dansk Industri eller eventuelle kommende missionsdrevne udbud fra Innovationsfonden. Dertil er et samlet dansk økosystem nødvendigt for at kunne gøre sig internationalt gældende og indtræde i store konsortier og hjemtage international viden eller sikre internationale investeringer i dansk PtX.

FORCE Technology samarbejder allerede med DTU og AAU, der er de helt centrale forskningsinstitutioner indenfor PtX, og dette samarbejde vil blive udbygget og konkretiseret som en del af indsatsen. Dansk Gasteknisk Center vil indgå i fælles videnspredning med fokus på hydrogenteknologi (transport, lagring og anvendelse). Dertil kommer det beskrevne klynge-samarbejde, samt samarbejde med erhvervshusene. Arbejdsfordelingen mellem de forskellige aktører skal afklares yderligere, men FORCE Technology forventes især at bidrage indenfor materialer, specialtest, risikovurdering og metrologi. Ved indsatsens begyndelse vil en vigtig opgave være at aftale samarbejdsplaner og arbejdsdeling mellem aktørerne.

Aktiviteter indenfor legal metrologi sker i samarbejde med Sikkerhedsstyrelsen, virksomheder og brancheorganisationer samt europæiske metrologiorganisationer, fx WELMEC, EURAMET, OIML. I det første år af indsatsen etableres yderligere samarbejde med videnssystemet i Danmark og i Europa med henblik på det videst mulige udsyn og koordinering med især tilgrænsende lande, fx Sverige, Norge og Tyskland.

## **7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer**

<sup>23</sup> www.nordiciot.dk



Indsatsområdet understøtter ambitionen for GTS-systemet og strategien for FORCE Technology om at indtage en strategisk og central position i den danske forsknings- og innovationsstruktur, her på Power-to-X, der kan blive en fremtidig, central dansk styrkeposition for energiområdet, der er en kernemålgruppe for FORCE Technology. Indsatsen medvirker til at realisere strategien om flere samarbejdsrelationer, øget FoU-indsats og at nå ud til flere virksomheder, hyppigere og dybere. Indsatsens fokusering på grøn omstilling og digitalisering i hele værdikæden, og omlægningen af den danske energisektor, sikrer FORCE Technology et øget teknologisk lederskab og yderligere cementering af FORCE Technologys høje placering i værdikæden.

FORCE Technology har gennem mange år været med i transformation af energisektoren, fra iværksættelse af efterforskning og udvinding af olie og naturgas til dekommissionering af anlæg, energioptimering og minimering af emissioner til den igangværende omstilling til vedvarende energiformer. Den foreslåede indsats er strategisk helt central, da PtX må anses for et af de væsentligste nationale indsatsområde ifm. grøn omstilling og dermed det naturlige næste led i udviklingen hos FORCE Technology.

FORCE Technology har en faglig stærk styrkeposition allerede i de første faser af Power-to-X. I EEEHy-projektet, omhandlende udvikling af energi- og kosteffektive elektroder til brintproduktion, arbejder FORCE Technology med tests og valg af materialer med høj holdbarhed. I et andet projektsamarbejde med Green Hydrogen Systems, undersøges holdbarheden af overfladebehandlede komponenter til alkalisk elektrolyse. FORCE Technology er udpeget af Sikkerhedsstyrelsen som nationalt referencelaboratorium (DI) indenfor gasflowmåling samt måling af flow i andre væsker end vand og blandt de to første i verden, der er godkendt til typeprøvning af hydrogenmålere i henhold til OIML CS (R139).

Etableringen af specialiserede testfaciliteter til evaluering af indflydelse af brint på materialer og komponenter samt til kontrol af brintpermeabilitet i materialer, vil være en naturlig forlængelse af eksisterende faciliteter. FORCE Technologys eksisterende karakteriseringsfaciliteter vil blive suppleret af nye karakteriseringsmetoder baseret på røntgen- og neutronteknologier, hvilket er beskrevet i indsatsen 'Neutron- og synkrotronanalyser af industrielle produkter og processer', som TI indsender på vegne af bl.a. FORCE Technology. Ved anvendelse af disse teknikker vil det være muligt at opnå et hidtil uset indblik i fx elektrolyseprocesser in-situ.

## **8) Konkrete aktiviteter**

### **Nedenstående aktiviteter igangsættes i 2021:**

#### **1. Etablering af økosystem til videnindsamling og videnspredning indenfor PtX**

Med afsæt i den fælles GTS-indsats, er etableringen af PtX-økosystem mellem hovedaktører fra GTS, universiteter, klynger og virksomheder, afgørende for indsatsen. Videnindsamling og -opbygning vil ske både nationalt og internationalt. I det første år fokuseres på etablering af kontakter og fora for videnindsamling. Med udgangspunkt i den fælles GTS-indsats, og i samarbejde med DI, Dansk Energi og Brintbranchen, gennemføres en kortlægning af danske aktører indenfor PtX. I det første år etableres den første netværksgruppe, der adresserer tarifiering af grønne brændstoffer. Ligeledes udarbejdes en fælles plan for videnspredning og -formidling, der vil være afgørende fra start for at skabe interesse for og viden om økosystemet.

#### **2. Demonstrationsprojekter**

I løbet af det første år vil der blive defineret mindst fem demonstrationscases (to-tre med afsæt i den fælles GTS-indsats), der udføres i samarbejde med SMV'er. Cases kan være i form af simuleringer, beregninger eller fysiske tests, som kan udføres hos FORCE Technology eller hos industripartnere, videnpartnere eller øvrige GTS-virksomheder.

#### **3. Kompetence- og teknologiudvikling**

Kompetence- og teknologiudvikling sker i tæt samarbejde med industri og øvrige videninstitutioner. Der er identificeret fire områder, hvor der kan initieres demonstrations- og udviklingsprojekter med det samme. I løbet af det første år forventes det, at der defineres mindst fem demonstrationscases indenfor de nævnte områder.

##### **A. Optimering og opskalering af PtX anlæg**

PtX vil kræve reaktorer til fx CO<sub>2</sub>-ekstraktion eller methanisering. Pilotanlæg skal opskaleres enten som seriel forbindelse af enkelte moduler, ved design af store reaktorer eller ved introduktion af

flowbaserede reaktorer. Heri indgår uvildig vurdering af materialevalg, sikkerhed og multifysisk simulering af flow i reaktorerne.

#### **B. Effektiv elektrolyse**

Der foregår intensiv forskning i firmaer og på universiteter med henblik på øget effektivitet, fx med nye membrantyper, højere temperatur eller ved udvikling af højeffektive elektrodeoverflader og optimering af elektrolytten. Aktiviteten vil udvikle et kombineret simulerings- og testværktøj til optimering af elektrolyseanlæg ved opskalering til kommercielt niveau. Det kombinerer testfaciliteter med viden om materialer, processer og overflader. Vi udnytter samtidigt neutron- og synkrotronanalyse til at verificere simuleringen ved hjælp af imaging af elektrolyse-stacks ifm. hydrogenfremstilling.

#### **C. Hydrogen i metaller og kompositter**

Risikovurdering baseret på beregning og test er essentiel for opskalering og effektivisering af processer og anlæg til kommercielt niveau samt for introduktion af hydrogen og blandingsgasser i gassystemet. Brintoptagelse i metalliske materialer kan medføre skader, der er velkendte i olie- og gasproduktion. Viden og tilhørende specialtests skal overføres til PtX-området for at opnå overblik over sikkerhedsmæssige forhold og levetider af procesudstyr og transmissionsnet. Kvalifikation af materialer vil kræve både viden og tests, som aktiviteten kan bidrage til, fx brintpermeationstest eller sikkerhedsvurderinger. Aktiviteten kan udmunde i etablering af en testfacilitet til prøvning af materialers bestandighed overfor brint og brintpermeabilitet afhængigt af tryk og temperatur.

#### **D. Tarifiering af grønne brændstoffer**

Legal metrologi og måletekniske services udvikles til fremtidens energisystem i sparring med producenter og operatører. Gasblandinger udgør en særlig udfordring, der kræver laboratorietests og måleteknisk udvikling. Indsatsen skal udvikle legal metrologi for hele PtX værdikæden (måling af el, brint, varme, brændstof og gas) til husstande, industri og transport og sikre markedsadgang for målerproducenter og systemleverandører. Endvidere formuleres mindst to FoU-projekter omhandlende brændstoffers indflydelse på måleres levetid og nøjagtighed. Aktiviteterne gears gennem deltagelse i nuværende og kommende EUDP-projekter og projekter i regi af det artikel 185-program eller partnerskab, der med Horizon Europe fra 2021 forventes at afløse det nuværende EMPIR.

#### **4. Facilitetsopbygning**

FORCE Technologys eksisterende specialtestfaciliteter og karakteriseringsudstyr kan bringes i anvendelse til løsning af en række teknologiske udfordringer relateret til PtX. Det er forventningen, at der vil blive opbygget mindst to nye specialfaciliteter. Fx forudser vi et behov for etablering af avanceret monitoring af elektrolyseceller med henblik på multifysisk simulering og optimering af processerne.