



Industriens
Uddannelser



Dansk
Industri



Industri

Analyse af kompetencebehov

For IF's målgruppe
ved industriel produktion
af PTX og beslægtede teknologier

Christina Stougaard Hansen
Louisa Riesel
December 2024



Formål

Projektet har til formål at afdække, hvilke kompetencebehov, der er for IF's målgruppe i relation til PtX og beslægtede teknologier. Det er også projektets formål at vurdere, hvorvidt de identificerede kompetencebehov kan uddannelsesdækkes af de eksisterende AMU-kurser, eller om der er behov for nyudvikling af AMU-kurser specifikt i relation til PtX og beslægtede teknologier.

For at besvare ovenstående, har projektet følgende fire mål:

- 1) At få kortlagt, hvilke arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe, der findes i forhold til PtX (PtX) og beslægtede teknologier, samt få kortlagt eksisterende viden om forventede udviklingstendenser for PtX og beslægtede teknologier i de kommende 5 år.
- 2) At få identificeret jobprofiler i relation til fremstilling og distribution af PtX og beslægtede teknologier, som er relevant for IF's målgrupper.
- 3) At få afdækket, hvilke kompetencebehov, der knytter sig til de identificerede jobprofiler
- 4) At få vurderet, om de eksisterende kompetencebehov kan dækkes via eksisterende AMU-kurser, eller om der er behov for nyudvikling og/eller revision af eksisterende AMU-kurser for at dække kompetencebehovet.

De endelige resultater for projektets fire mål, fremgår af rapportens fire hovedafsnit og konklusion.

Der redegøres for projektets metode og gennemførte aktiviteter i forhold til at kunne opfylde projektets fire mål i bilag 1.

Hovedresultater

Projektet har gennemført desk research, interviews med virksomheder og eksperter samt en survey undersøgelse blandt 15 virksomheder inden for branchen.

PtX-branchen i Danmark er i dag stadig under udvikling og vurderes at være i en tidlig fase. Det er særligt den del af branchens værdikæde, som handler om udvikling og drift af PtX samt fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg, som for nuværende og de kommende fem år repræsenterer nye arbejdsområder og jobprofiler, som er relevant for IF's målgruppe.

Projektets undersøgelse peger på, at væksten i den danske PtX-brancher lige nu er hæmmet grundet en række markeds-mæssige og politiske faktorer. Derfor må der forventes en mere afdæmpet efterspørgsel efter medarbejdere til branchen i de kommende fem år end tidligere antaget. Dette billede kan dog ændre sig, hvis der kommer nye politiske initiativer målrettet PtX-branchen - enten fra et nationalt niveau eller fra EU.

Projektets resultater har ikke identificeret beslægtede teknologier til PtX i Danmark, som i de næste fem år forventes at medføre nye jobprofiler, som er relevant for IF's målgruppe.

Projektet har identificeret følgende jobprofiler i relation til PtX produktion, der er relevant for IF's målgruppe:

Udvikling og drift af PtX storskalaanlæg

- Udviklingsmedarbejder (teknisk-faglig)
- Driftsmedarbejder
- Vedligeholdelses- og reparationsmedarbejder

Fremstilling af elektrolyseanlæg

- Svejser
- Montagearbejder
- Kvalitets- og testmedarbejder

Fremstilling af dele af elektrolyseanlæg

- Produktionsmedarbejder/industrioperatør

I forhold til kompetencedækning af disse jobprofiler, er det projektets konklusion, at størstedelen af de identificerede kompetencebehov for disse jobprofiler, kan dækkes af eksisterende AMU-kurser. Der er dog enkelte kompetencebehov for nogle af jobprofilerne, som vi vurderer ikke kan dækkes via eksisterende AMU-kurser. Det drejer sig om følgende kompetencebehov:

(i) For jobprofilerne inden for udvikling og drift af PtX storskalaanlæg kan følgende kompetencebehov ikke dækkes via eksisterende AMU-kurser:

- Forståelse for materialer og deres egenskaber, fx ved valg af komponenter og konstruktion af PtX anlæg
- Kompetencer i forhold til at kunne bidrage til optimering af PtX anlæg ved hjælp af automatisering og robotter

(ii) For jobprofilen montagearbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg kan følgende kompetencebehov ikke dækkes via eksisterende AMU-kurser:

- Materialekendskab: Grundlæggende viden om brints egenskaber, så man har forståelse for, hvad modificeringer i montageprocessen kan betyde for egenskaberne ved det færdige elektrolyseanlæg
- Workmanship: Grundlæggende kompetencer i forhold til at kunne planlægge samling af delemner og emner til montering, samt til at kunne overskue den samlede arbejdsgang i monteringen og foretage de påkrævede tjeks undervejs i processen.

Derudover, er der en af de identificerede jobprofiler, som det vurderes i dag ikke kan kompetencedækkes af eksisterende AMU-kurser. Det drejer sig om **(iii) jobprofilen**

kvalitets- og testmedarbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg. Der er tale om meget specialiserede kompetencebehov, der specifikt adresserer de teknisk-faglige færdigheder, der er brug for til at arbejde med de testsystemer, som er udviklet specifikt til at teste elektrolyseanlæg - både på systemisk niveau og på komponentniveau. Det vurderes, at i forhold til evt. udvikling af AMU-kurser til denne jobprofil, bør det indledningsvist afklares, hvorvidt målgruppen for de udviklede kurser er tilstrækkelig stor til, at der er grundlag for at udvikle ét eller flere AMU-kurser til netop denne jobprofil.

På baggrund af projektets resultater anbefaler vi, at det videre arbejde med uddannelsesdækning af PtX-branchen med AMU-kurser er et opmærksomhedspunkt i Industriens Fællesudvalg, samt hvorvidt AMU-systemet har de nødvendige kompetencer og volumen til at kunne uddannelsesdække, når PtX-branchen igen oplever vækst.

Indholdsfortegnelse

Formål.....	2
Hovedresultater.....	2
1. Kortlægning af arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe i forhold til PtX (PtX) og beslægtede teknologier, samt forventede udviklingstendenser.....	6
1.1 PtX og beslægtede teknologier	6
1.2 PtX storskalaproduktion i Danmark	12
1.3 Arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe i forhold til PtX storskalaproduktion i Danmark.....	12
1.4 Udviklingstendenser for PtX storskalaproduktion fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg i Danmark i de kommende 5 år	16
2. Jobprofiler i relation til drift af PtX- storskalaanlæg samt i relation til fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg	21
2.1 Jobprofiler i relation til udvikling og drift af PtX storskalaanlæg	21
2.2 Jobprofiler i relation til fremstilling af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg	22
3. Afdækning af kompetencebehov for de identificerede jobprofiler	23
3.1 Kompetencebehov for jobprofiler indenfor udvikling og drift af PtX storskalanlæg.....	25
3.2 Kompetencebehov for jobprofiler indenfor fremstilling af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg	31
3.3 Kompetencebehov for jobprofiler inden for fremstilling af dele til elektrolyseanlæg	33
3.4 Kompetenceforsyningsstrategier i forhold til de identificerede jobprofiler	34
3.5 Opsummering	36
4. Vurdering om de eksisterende kompetencebehov kan dækkes af nuværende AMU-kurser eller om der er behov for revision/nyudvikling af kurser.....	37
4.1 AMU-kursus kompetencedækning af jobprofiler inden for udvikling og drift af PtX storskalaanlæg	37
4.3 AMU-kompetencedækning af jobprofiler inden for fremstilling af dele til elektrolyseanlæg	45
5. Konklusion.....	48
Bilag 1: Projektets metode og gennemførte aktiviteter	50
Bilag 2: Udenlandsk undervisningsmateriale omkring PtX produktion, som kan hentes gratis	53
Kildefortegnelse	54

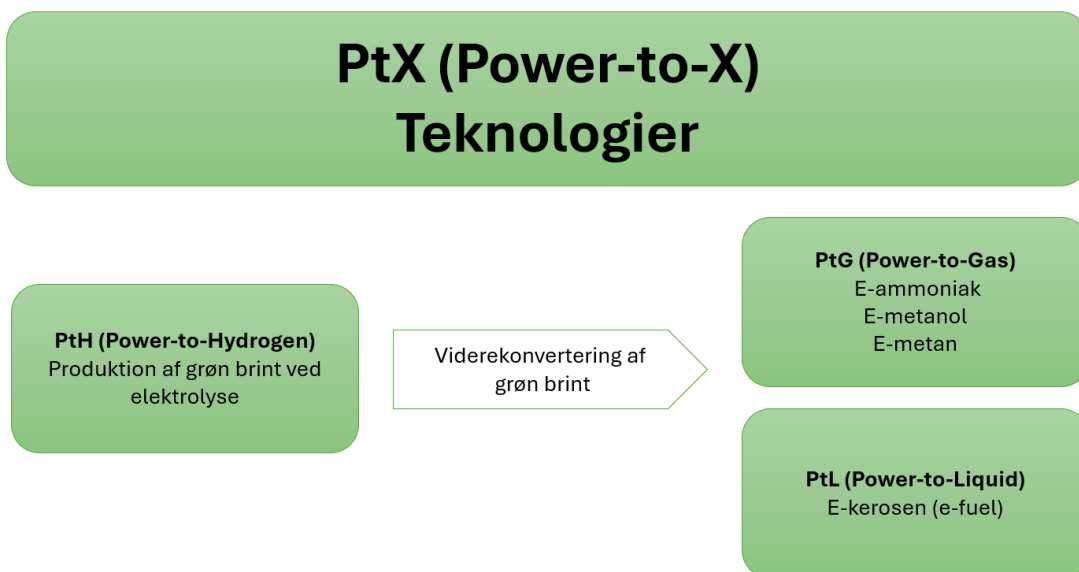
1. Kortlægning af arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe i forhold til PtX (PtX) og beslægtede teknologier, samt forventede udviklingstendenser

For at kunne foretage en kortlægning af arbejdsområder inden for PtX, som er relevante for IF's målgruppe, er det nødvendigt at afgrænse, hvad PtX og beslægtede teknologier er i en dansk kontekst. Dette fremgår i følgende afsnit.

1.1 PtX og beslægtede teknologier

PtX er en paraplybetegnelse for teknologier, hvor man populært sagt "omformer energi til kemi" eller "laver elektricitet om til noget andet". I nedenstående figur ses en simplificeret illustration af, hvilke teknologier og slutprodukter som PtX betegnelsen bl.a. dækker over.

Figur 1: Simpel oversigt over PtX teknologier



Den PtX teknologi, som har haft mest politisk og kommerciel bevågenhed i Danmark i de seneste år, er fremstilling af grøn brint og dets derivater ved hjælp af PtX teknologier. Ved disse processer kan elektricitet omdannes til CO2 neutrale brændstoffer eller platformskemikalier, der kan anvendes bredt i industrien¹.

Ved fremstilling af grøn brint, og andre grønne brændsler, anvender man grøn strøm fra vedvarende energikilder (VE) som fx vindmøller eller solcelleanlæg, samt vand som input faktorer i produktionen. Disse inputfaktorer ledes ind i et **elektrolyseanlæg**, hvilket giver slutproduktet **grøn brint** og ilt. Processen med at omforme energi til brint kaldes også PtH (Power-to-hydrogen).

Brint kan bruges direkte som brændsel til f.eks. lastbiler og biler. Alternativt kan det viderekonverteres til dets derivater gennem en katalyseproces til enten **e- ammoniak**, **e-methanol**, **e-metan** eller **e-kerosen**. Samlet set kaldes disse produkter for PtX-produkter.

Viderekonverteringen til e-ammoniak sker ved at "parre" (syntetisere) brint med nitrogen (N).

Viderekonverteringen til e-methanol, e-metan eller e-kerosen sker ved at "parre" brint med CO₂.

E-ammoniak: Er en flydende gas, der kan bruges som brændstof i skibe og til fremstilling af kemiske produkter og gødning. Processen med at omdanne grøn brint til e-ammoniak kaldes også PtG (Power-to-Gas)².

E-metanol: Er ved stuetemperatur en farveløs og flygtig væske. E-metanol kan anvendes som bl.a. tilsætning til fossil benzin, som et grønnere alternativ til fossil benzin. E-metanol kan også anvendes som platformskemikalie i industrien, hvor den bl.a. kan bruges til plastproduktion³. Processen med at omdanne grøn brint til e-metanol kaldes også PtG (Power-to-Gas).

E-metan: Kan bruges til opvarmning, elproduktion, belysning og i den kemiske industri som råstof for fremstilling af carbon black (kønrøg), acetylen, syntesegas (til især ammoniak og methanol) og klorerede metaner. E-metan kan anvendes direkte i det eksisterende danske gastransmissionsnet. Processen med at omdanne grøn brint til e-metan kaldes også PtG (Power-to-Gas).

E-kerosen (e-fuel): Er en flydende olie, som kan iblandes direkte i det brændsel, som anvendes til de flymotorer, som der er på markedet i dag. Processen med at omdanne grøn brint til e-kerosen kaldes også PtL (Power-to-Liquid).

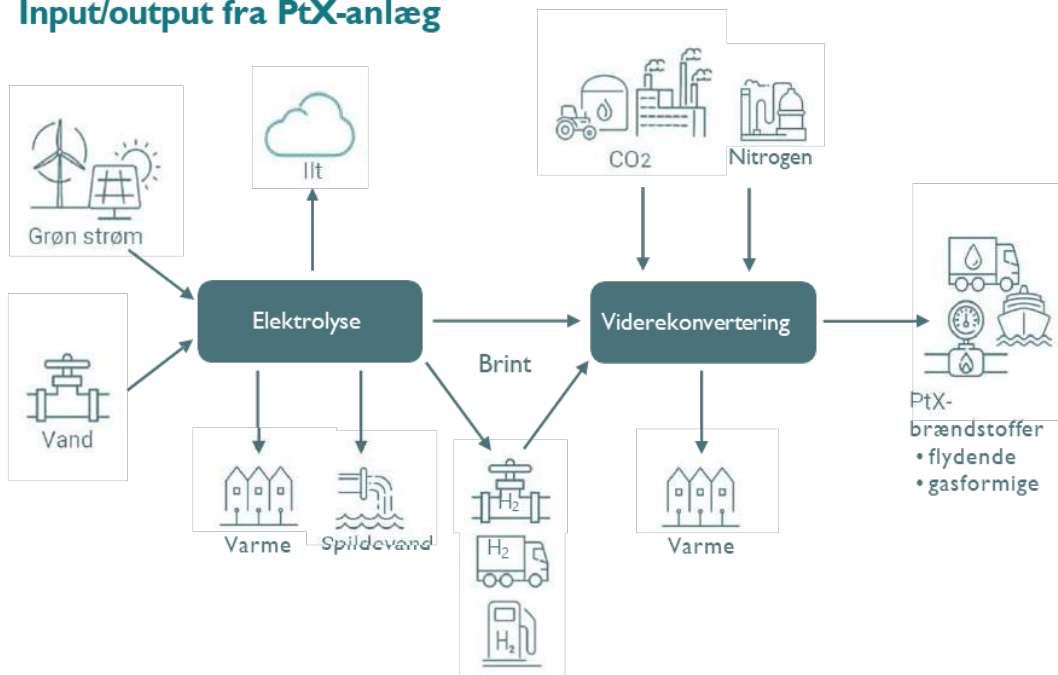
Ovenstående produkter kan være med til at dekarbonisere produktionen af traditionelt fremstillet ammoniak, metanol, metan og kerosen.

PtX-teknologier, som ved hjælp af synteseprocesser viderekonverterer brint til e-metanol, e-metan eller e-kerosen, ved brug af CO₂, er en delmængde af det forretningsområde som hedder Carbon Capture and Utalization (CCU). Fokus i disse forretningsområder er, at "fange" CO₂ og bruge den til fremstilling af f.eks. grønne brændsler eller som kemikalieplatform for industrielle produkter. Det CO₂, som anvendes til disse processer, er i dag opfanget ved en CO₂-punktkilde, som fx et kraftværk eller affaldsforbrændingsanlæg. Det er også muligt at opfange CO₂ direkte fra atmosfærisk luft via Direct Air Capture⁴.

Et overblik over input/output af et PtX anlæg, som producerer brint og evt. viderekonverterer til andre brændstoffer eller materialer fremgår af figur 2.

Figur 2: Input/output fra PtX anlæg⁵

Input/output fra PtX-anlæg



En central komponent i PtX-fremstillingsprocessen er den elektrolyse, som anvendes til at omforme grøn strøm og vand til brint. Der er i dag tre forskellige industrielle elektrolyse-teknologier, som kan anvendes til at omdanne vand og grøn strøm til brint⁶:

- AEC (Alkaline Electrolysis Cells)
- PEM (Proton Exchange Membrane Electrolyser Cell)
- SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell)

Funktionsmåden af de tre elektrolyse-teknologier er forskellige. Ved AEC og PEM elektrolyseprocesser skal der anvendes vand i flydende form og desuden indgå elektricitet med høj spænding.

Ved SOEC-teknologien anvendes vanddamp og elektricitet med en lavere spænding⁷.

I dag, er AEC-teknologien globalt set den mest kommercielt udviklede elektrolyse-teknologi til PtX-produktion. PEM og SOEC er mere avancerede elektrolyseteknologier, der stadig arbejdes med at modne teknologisk - i forhold til dets anvendelse i industriel PtX storskalaproduktion⁸.

Der findes i dag fem forskellige industrielle teknologier, når man viderekonverterer brint til grønt brændsel/platformskemikalie vha. katalyse⁹:

- Methane Synthesis

- Methanol Synthesis
- DME (Dimethyl ether) Synthesis
- Ammonia Synthesis via Haber-Bosch
- Electrocatalytic ammonia Synthesis

Beslægtede teknologier

Der er i projektets desk research ikke identificeret andre CCU-teknologier (Carbon Capture and Usage) end PtX til produktion af grøn brint og dets derivater, der er i dets kommercielle fase på det danske marked.

Carbon Capture and Storage (CCS) er den samlede betegnelse for en række teknologier, der kan fange CO₂, fra f.eks. cementproduktion og affaldsforbrænding, og lagre det i undergrunden¹⁰. CCS-teknologien er en væsentlig anden type teknologi end PtX teknologien, selvom CCS nogle gange omtales i sammenhæng med CCU-teknologi (primært fordi sidstnævnte er en CCU-teknologi, dvs. en teknologi, som kan anvende CO₂ til fremstilling af grønne brændsler/kemikalier).

Selvom CCS teknologien differentierer sig fra PtX teknologien (som en delmængde af CCU-teknologier – Carbon Capture and Usage), så har de to teknologier nogle ligheder, når det gælder arbejdsområder. Ligheden består af, at der ved begge områder arbejdes med potentielt farlige gasser i rør, hvor der findes varierende tryk undervejs i processer, og hvor der kan være udfald i rørene.

Markedet for CCS i Danmark er i sin indledende fase, hvor fokus er på at få de politiske rammer på plads, samt fundet investeringskapital til de mulige fremtidige CCS-projekter i Danmark¹⁰. På en dagskonference på Christiansborg den 18. januar 2024, præsenterede CO₂ Hub Europe sine hovedkonklusioner fra deres analyse, lavet i samarbejde med DNV, vedr. vejen frem for udvikling af Danmark som europæisk hub for CO₂. Konklusionerne omfattede bl.a.¹¹

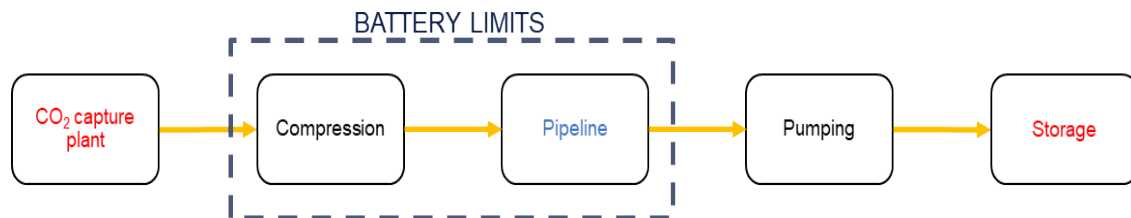
1. Danmark har gode forudsætninger – både geologiske, teknologiske og geografiske for at blive en europæisk CO₂ hub.
2. Det er potentielt 49 mia. samfundsøkonomisk værdi relativt til en 9 mia. investering i CCS infrastruktur.
3. Markedet kan ikke klare at udbygge infrastrukturen på egen hånd og der vil være behov for at staten på kort- og mellemlang sigt tager en aktiv rolle i planlægning, finansiering og risikoafdækning af langsigtede infrastrukturinvesteringer.
4. Hvis der ikke etableres et samarbejde mellem private investorer og staten for etablering af CCS infrastruktur, er der risiko for, at den aldrig vil blive bygget og Danmark ikke bliver en CO₂ hub.

Vores observationer ved deltagelse på dagskonferencen omfattede bl.a., at der på nuværende tidspunkt er usikkerheder om CCS markedet i Danmark overhovedet etableres til det store mia. eventyr, som det omtales som. Yderligere, findes der ikke større anlæg i Danmark på nuværende tidspunkt som bruges til CCS, men primært mindre sites, som befinder sig offshore. Det er derfor for tidligt at beskrive, hvilke

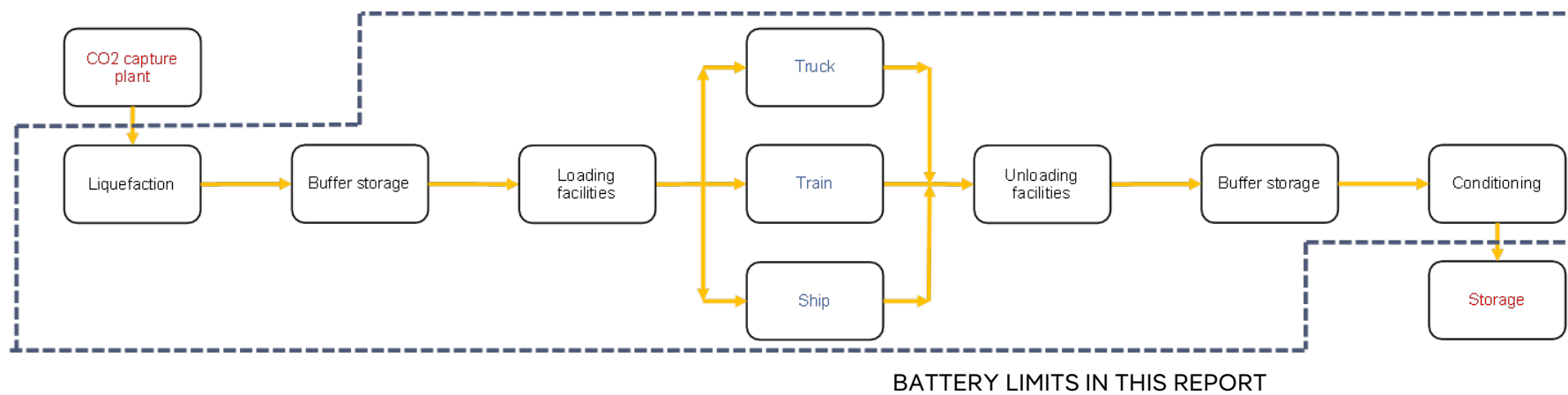
kompetencebehov der knytter sig til både udviklings- og driftsfasen af CCS anlæg i Danmark. Derfor har det, i projektet, ikke været muligt at finde, hverken skriftlige eller mundtlige kilder, som kan bidrage med konkret viden om, hvilken jobprofiler og kompetencebehov arbejdet med CCS anlæg vil afstedføre, når disse er i driftsfasen.

Værdikæden for CO₂ lagring i CCS anlæg ved hjælp af hhv. rørføring eller skibstransport fremgår af nedenstående figur 2 og 3 på næste side.

Figur 2: Værdikæde for CO2 lagring ved brug af rørføring¹²



Figur 3: Værdikæde for CO2 lagring ved brug af skibstransport¹³



1.2 PtX storskalaproduktion i Danmark

Produktion af brint ved hjælp af elektrolyse, er et kendt og gennemprøvet koncept. Det nye er, at man ved regeringens strategi for PtX produktion fra 2021, samt den efterfølgende politiske aftale om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (PtX strategi) fra marts 2022, ønsker at få etableret storskala PtX produktion i Danmark ved brug af grøn strøm (VE kilde). Målet er at få etableret 4-6 GW elektrolysekapacitet i 2030 i Danmark.

Derudover er det en politisk målsætning i Danmark, at der skal etableres en brintinfrastruktur i form af en særlig rørledning (også kaldet "H2 backbone"), som vil kunne distribuere noget af den brint, der produceres vha. storskala PtX produktion i Danmark til aftagere i Danmark og Tyskland. De politiske rammer for etablering af brintrørledning i Danmark er fastlagt i principaftalen "Mulighed for etablering af brintinfrastruktur. 1. delaftale: Ejerskab og drift af fremtidens danske, rørbundne infrastruktur" fra 22. maj 2023.

Den politiske ambition om at tilføje PtX storskala produktion til det danske energiudbud er begrundet i følgende forhold:

- 1) Man kan i højere grad bruge grøn overskudsstrøm (fra vindmøller og solcelleanlæg) til at lave brint vha. storskala PtX-teknologi, som så enten kan anvendes direkte til eksport eller indenlandsk forbrug, eller kan viderekonverteres til en transportabel gas, olie eller til industrielle platformskemikalier til eksport eller indenlandsk forbrug
- 2) Man kan via PtX storskalaproduktion have et drivmiddel klar til de sektorer som har sværest ved at blive elektrificeret direkte – det er særligt skibe og tunge køretøjer, samt visse tunge industrier.

1.3 Arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe i forhold til PtX storskalaproduktion i Danmark

Værdikæden for PtX storskalaproduktion i Danmark består af tre elementer:

- 1) Aktører der leverer grøn energi og CO₂ til PtX storskalaanlæg
- 2) Aktører der driver PtX storskalaanlæg samt aktører der leverer hele eller dele af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg
- 3) Aktører som aftager den brint og/eller grønne brændsler/grønne kemikalier som produceres på PtX storskalaanlæg

På baggrund af den indledende desk research og de gennemførte kvalitative interviews, vurderer vi, at de arbejdsområder med tilhørende arbejdsopgaver, som ligger inden for del 1 af værdikæden ikke som sådan er unikke. Derfor vurderes det også at der ikke er nogle nye kompetencebehov i denne del af værdikæden. Der kan dog være tale om, at der vil blive en større efterspørgsel efter eksisterende kompetencer i denne del af værdikæden i takt med at PtX produktionen udvides i Danmark.

De aktører, som leverer grøn energi til PtX storskalaanlæg vil have opgaven med at levere forbindelse fra transmissionsnettet eller distributionsnettet til PtX-anlægget. Den praktiske opgave der består af at forbinde et PtX anlæg, vil typisk blive udført af faglærte forsyningsoperatører. Det vurderes, at faglærte forsyningsoperatører vil kunne anvende eksisterende kompetencer til at løse denne opgave.

I forhold til de aktører, som leverer CO₂ til PtX anlægget vil der typisk være tale om levering af CO₂ fra eksisterende punktkilder som affaldsforbrændingsanlæg, fjernvarmeverker, kraftvarmeverker, industrieanlæg som er omfattet CO₂-kvoteordningen samt biogasopgraderingsanlæg¹⁴. Det er vores vurdering, at opgaven med at levere CO₂ til PtX-anlæg ikke vil være et arbejdsområde, der kræver nye kompetencer, i forhold til eksisterende arbejdsområder med at distribuere CO₂ fra punktkilder.

På baggrund af den gennemførte desk research og interviews med respondenter fra branchen, vurderer vi, at det stadig er meget usikkert hvilke arbejdsområder, der potentielt vil være i del 3 af værdikæden (aftagning af grøn brint/grønne brændsler/grønne kemikalier). Mange PtX-projekter er fortsat i tidlige faser, og det betyder at projektets slutprodukt kan ændre karakter, afhængig af hvordan markedet for grøn brint og derivaterne e-ammoniak, e-metanol, e-metan og e-kerosen bevæger sig hen. Dette betyder, at markedet for aftagning af brint og/eller grønne brændsler/grønne kemikalier på nuværende tidspunkt er så lidt udviklet, at det er for tidligt at kunne fastslå, hvilke arbejdsområder der kommer til at knytte sig til dette område.

Undervejs i projektet, har vi oplevet at aftagermarkedet for særligt grøn brint i Danmark lige nu er i tilbagegang. Dette skyldes især to forhold: For det første, at virksomheden Everfuel i september 2023 valgte at lukke alle sine danske brintstationer til biler og lastbiler i Danmark, samt stille udvikling af yderligere brintstationer i bero. Begrundelsen for lukningen var følgende fra administrerende direktør i Everfuel Jacob Krogsgaard:

”Den grønne brintproduktion i Danmark er ikke klar endnu. Hverken elektrolysen, tankbilerne eller stationerne har været så modne som forventet, da vi skød vores ambitioner i gang. Kombineret med, at der slet ikke har været nogen volumen fra køretøjsproducenterne, har det gjort det svært at finde forretningsmodellen i at drive brintstationer”¹⁵

Det andet forhold der gør, at aftagermarkedet for grøn brint er i tilbagegang er, at klimaminister Lars Aagaard den 8. oktober 2024 meddelte, at den planlagte etablering af brintrøret til Tyskland, udskydes med flere år, så første fase forventes færdig i 2031 og sidste fase i 2033. Den oprindelige plan var, at første fase af brintrørene skulle stå færdige i 2028¹⁶. Denne udsættelse af muligheden for at transportere den producerede grønne brint i en rørstruktur, vurderes at hæmme aftagemulighederne for danskproduceret grøn brint markant på nuværende tidspunkt.

I del 2 af værdikæden er der flere danske og udenlandske virksomheder, som i dag har et aktivt forretningsområde i Danmark. Hvilke virksomheder der er aktive i denne del af værdikæden, vil blive gennemgået i nedenstående.

Udvikling af PtX storskalaanlæg er et forretningsområde, som flere danskejede virksomheder har engageret sig i. Følgende danske virksomheder har engagementer i udvikling af PtX anlæg i Danmark¹⁷:

- CIP (Copenhagen Infrastructure)
- Everfuel
- Topsoe
- European Energy
- Ørsted
- Arcadia eFuels

Derudover har følgende udenlandsk ejede virksomheder engageret sig i udvikling af PtX anlæg i Danmark:

- Siemens Gamesa
- Shell Danmark
- Yara
- Ineos Oil & Gas Denmark

I forhold til **udvikling og produktion af hele og dele af elektrolyseanlæg til danske PtX-anlæg**, er følgende danskejede virksomheder engageret:¹⁸

- Green Hydrogen Systems
- Everfuel
- DynElectro
- Topsoe

Derudover, har følgende udenlandsk ejede virksomheder engageret sig i udvikling og produktion af hele og dele af elektrolyseanlæg til danske PtX-anlæg:

- Hymeths
- NEL Hydrogen

På baggrund af den gennemførte desk research og kvalitative interviews, vurderer vi, at der allerede nu kan identificeres arbejdsområder og jobprofiler, som er relevante for IF's målgruppe inden for del 2 af værdikæden - aktører der driver PtX storskalaanlæg samt aktører der leverer hele eller dele af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg. Derfor, vil projektets fokus være at identificere arbejdsområder og jobprofiler, som befinder sig i denne del af værdikæden. Disse resultater vil blive præsenteret i rapportens afsnit 2 og 3.

Arbejdsområder ved drift af PtX storskalaanlæg, samt ved fremstilling af specialiserede komponenter til PtX storskalaanlæg

Der findes ikke en "officiel" definition på typer af PtX storskalaanlæg i Danmark. Nedenstående opdeling i typer af anlæg, baseres på den typologi som Energistyrelsens PtX sekretariat har udarbejdet¹⁹.

Figur 4: Typer af PtX anlæg i Danmark

<p>Elektrolyseanlæg – ren brintproduktion Mindre anlæg som er baseret på landbaseret vedvarende energikilder</p> <p>Store anlæg som er baseret på hav vind</p> <p>Anlæg ofte placeret tæt på brintinfrastruktur eller ved anvendelsesstedet</p> <p>Ex: HySynergy ved Crossbridge</p>	<p>Anlæg der viderekonverterer til e-ammoniak eller e-kerosen (e-fuel) Ofte store anlæg</p> <p>Ved e-fuel - ofte placeret et sted hvor der er adgang til rigelige mængder CO₂</p> <p>Ofte placeret steder hvor der er mulighed for udslibning af det færdige produkt</p> <p>Ex: Arcadia eFuels anlæg i Vordingborg</p>
<p>Anlæg der viderekonverterer til e-metanol</p> <p>Typisk mindre anlæg</p> <p>Kræver placering tæt på CO₂ kilder</p> <p>Ex: European Energy anlæg Kassø</p>	<p>Anlæg der foretager biometanisering på biogasanlæg Har et PtX anlæg, der fylder mindre i landskabet end det tilsvarende biogasanlæg</p> <p>Kræver procesintegration, hvilket betyder, at elektrolyseanlæg skal placeres sammen med biogasanlæg</p> <p>Ex: Nature Energy i Glansager på Als</p>

Udvikling og drift af PtX storskalaanlæg

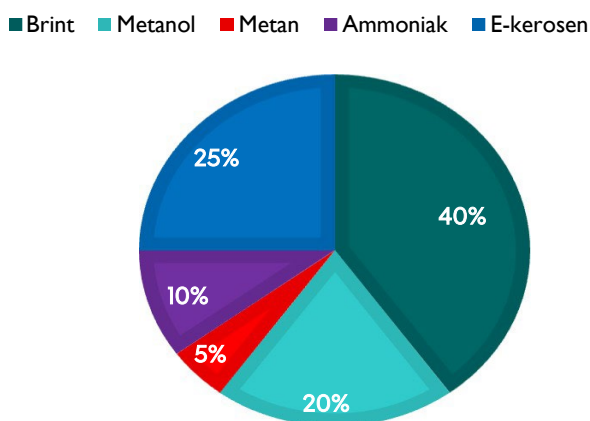
De processer, som typisk indgår i drift af et PtX-storskalaanlæg er følgende²⁰:

- Omformning af højspænding til mellemspænding
- Elektrolyse
- Vandbehandling
- Gastørring
- Viderekonvertering til PtX slutprodukt (brændstoffer eller kemikalier)

Hvilke af ovenstående processer, som der er i det enkelte PtX storskalaanlæg, afhænger af, hvilket PtX slutprodukt, det enkelte anlæg producerer, samt hvilke mængder der produceres. Energistyrelsen lavede i april 2023 en opgørelse af fordelingen af

slutprodukter på de PtX projekter, som er udmeldt i Danmark. Denne fordeling er gengivet i figur 5 nedenfor:

Figur 5: Fordeling af slutprodukter fra de udmeldte PtX-projekter fordelt på produkttype²¹



Fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg

De processer, som typisk indgår ved fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg til PtX-storskalaanlæg er følgende²²:

- Fremstilling af elektrolyseceller/starcks
- Lagerstyring i forhold til delkomponenter som anvendes i montage af elektrolyseanlæg
- Svejsning og montage af delkomponenter i forbindelse med fremstilling af elektrolyseanlæg
- Kvalitetskontrol af hele og dele af elektrolyseanlæg (komponenter og system)

1.4 Udviklingstendenser for PtX storskalaproduktion fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg i Danmark i de kommende 5 år

Fremstilling af brint ved hjælp af PtX teknologi i stor skala er kompliceret, fordi der er mange faktorer, som skal være på plads, for at kunne etablere et storskala PtX anlæg.

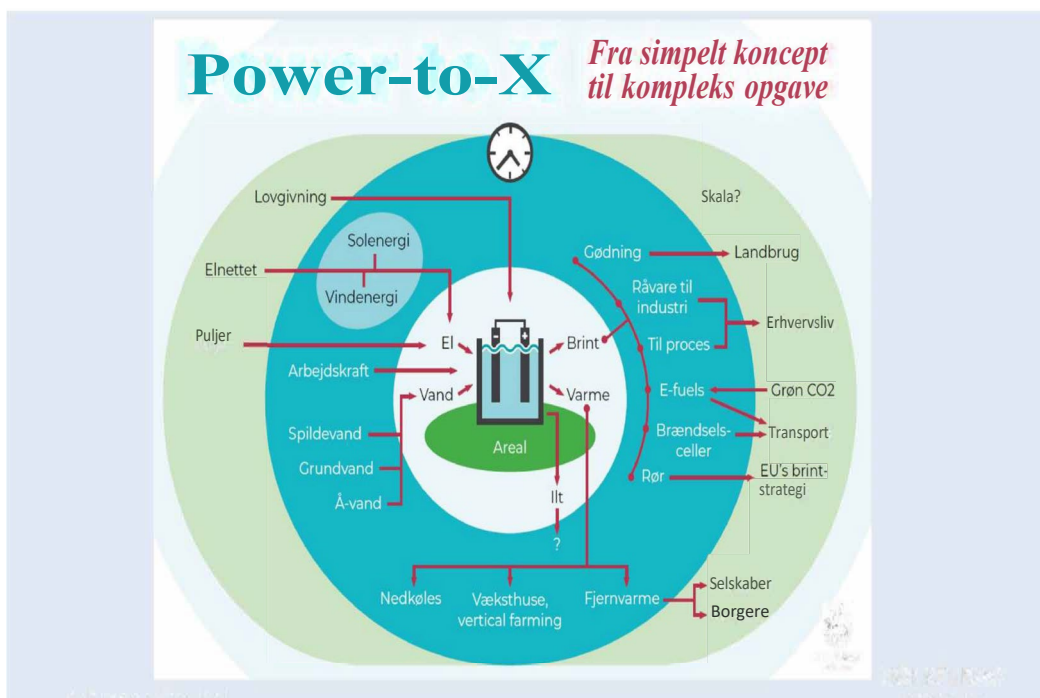
Disse faktorer er følgende²³:

- En grund, som er egnet til en risikovirksomhed, da der er eksplosionsfare ved PtX anlæg
- En grund, som er egnet til en virksomhed, som genererer meget støj
- Et stort areal, minimum 5 hektar. Det kræver ca. 1-1,5 hektar pr. produceret 100 MW
- Et areal som er terrænreguleret
- En grund som har nærhed til:
 - 400 kV-højspændingsnettet (som ikke er fuldt udbygget i hele Danmark)
 - Rigelige mængder vand
 - En brint infrastruktur i form af rørledning (en såkaldt H₂ backbone)

- Mulighed for afsætning af overskudsvarme, f.eks. via lokalt fjernvarmeanlæg
- Evt. til en CO2 punktkilde

En grafisk oversigt over kompleksiteten ved etablering af storskala PtX produktion i Danmark fremgår af illustrationen i figur 6²⁴:

Figur 6: PtX – fra simpelt koncept til kompleks opgave



De mange faktorer, som skal være til stede ved etablering af PtX anlæg gør, at mange projekter i Danmark i dag er i en meget tidlig projekteringsfase, hvor man fortsat er i gang med at afklare mulig beliggenhed, samt at indhente både kapital og relevante miljøtilladelser til et muligt projekt.

De fleste af de danske PtX projekter, som er igangsat, har ikke fået det, som man i branchen, kalder "Final Investment Decision" (FID). Det betyder, at projekternes indhold og omfang stadig er i proces, og kan ændre sig relativt til udviklingen både i markedet og i teknologien, særligt elektrolyseteknologien. En af de faktorer, som er kritisk i forhold til etablering flere PtX anlæg i Danmark, er adgangen til en brint infrastruktur i form af en rørledning. Denne er endnu ikke etableret og der er pt. udsigt til yderligere forsinkelser, hvilket har en negativ effekt på investeringscasen for nogle af de igangværende PtX projekter i Danmark. En anden ting, som er kritisk for udvikling af flere PtX anlæg i Danmark er, at elektrolyseteknologien udvikles til en modenhed, som gør at den kan vise sig driftssikker på større PtX anlæg med kapacitet på 1 GW eller mere. Elektrolyseteknologien er stadig for umoden til at kunne at levere dette resultat.

Tålmodigheden hos investorerne er lige nu i tilbagegang, og det betyder at Danmark er udfordret på at nå målet om at få etableret elektrolysekapacitet nok til at få produceret 4-6 GW i 2030. Der er i efteråret 2024 sket en del tilbagetrækning hos flere investorer i forhold til fortsatte investeringer i danske PtX projekter.

I september 2024 var elektrolysekapaciteten på danske anlæg under en kvart gigawatt, og uden nye initiativer kan kapaciteten maksimalt nå op på én gigawatt inden 2030²⁵. Ingeniøren kunne den 7. oktober 2024 berette, at 14 ud af 17 danske PtX anlæg er forsinkede eller nedlagte.

Samlet set, er udviklingen af PtX-anlæg i Danmark på nuværende tidspunkt begrænset af en række faktorer, som er opsummeret nedenfor:

- Mangel på konkurrencedygtighed som følge af der er statsstøtte til PtX i flere andre europæiske lande
- Mangel på sektorkobling (PtX anlæg har brug for 400 kW højspænding som der ikke er alle steder i DK)
- Mangel på hjemmemarked for afsætning (manglende brintrør)
- Mangel på konkurrencedygtige tariffer
- Mangel på de ressourcer der indgår både i brintproduktionen (vedvarende energi) samt i forhold til viderekonverteringen af brint til andre grønne brændsler: Biogent CO₂, vand, vedvarende energi

Den begrænsede udvikling blev bekræftet af flere af projektets interviewvirkomheder og eksperter. Flere respondenter stillede sig skeptiske omkring mulighederne for vækst i danske PtX-anlæg under de nuværende rammevilkår. Følgende citat er fra et af vores interviews:

”Jeg mener, at man fra politisk side ikke har et begreb om, hvad det her koster at lave, og at der ikke er et afsætningsmarked, der er realistisk lige nu nogen som helst steder” (Respondent J)

Teknologisk Institut gennemførte i 2022 en undersøgelse af vækstpotentialet i PtX området i Danmark. Som en del af undersøgelsen, blev der udarbejdet økonomiske nøgletal for PtX branchen i Danmark, samt et estimat for disse nøgletals udvikling ved udgangen af 2025. Det fremgår af denne undersøgelse, at der i 2022 var 736 danske medarbejdere, der arbejder med PtX. På baggrund af en gennemført survey undersøgelse i branchen var det forventningen, at den forventede årlige vækst i antal medarbejdere i PtX branchen frem mod 2025 ville være 39%. På baggrund heraf, estimerer undersøgelsen, at der i 2025 ville være 4.560 danske medarbejdere, der arbejder med PtX²⁶. Grundet den aktuelle sænkning i udviklingstempoet i PtX branchen, er det vores vurdering, at arbejdskraftsbehovet frem mod 2025 vil være mindre end hvad Teknologisk Institut estimerede i undersøgelsen fra 2022.

Det betyder også, at efterspørgslen efter faglært og ufaglært arbejdskraft til PtX branchen forventes, at blive relativt afdæmpet frem til 2025. Dette kan dog ændre sig,

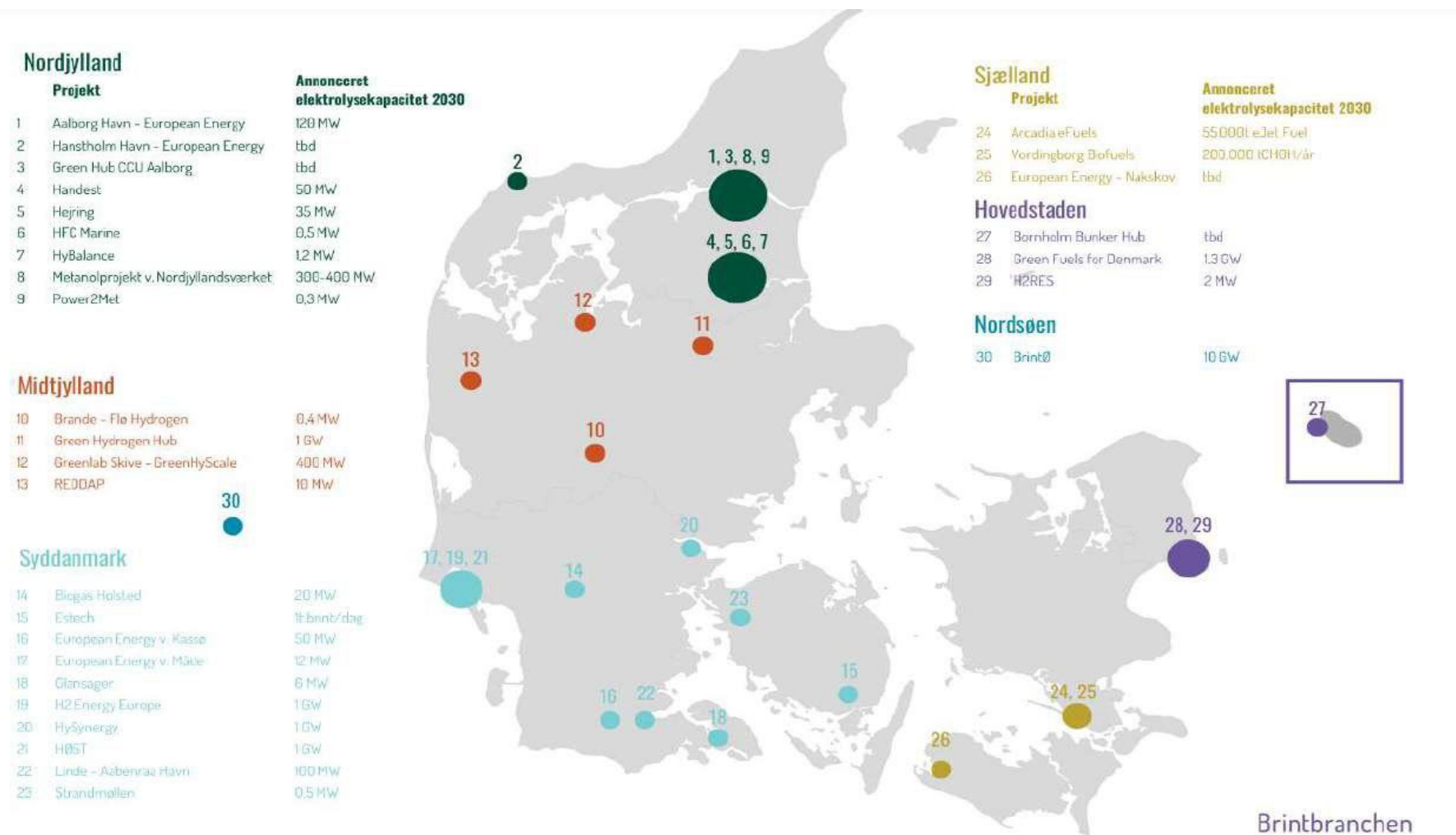
hvis der kommer ændringer i de politiske rammevilkår. Det kan både være nye politiske beslutninger i Danmark og nye politiske beslutninger i EU. Der har bl.a. i EU være tale om en fælleseuropæisk Hydrogen investeringsbank, som vil kunne låne penge ud til PtX projekter på favorable vilkår.

Det fremgår af figur 7, at der pt. en del PtX-projekter i Danmark, som har til formål at udvikle anlæg, som kan producere enten brint eller viderekonvertere brint til andre grønne brændsler.

Den nuværende uklarhed i markedet for PtX anlæg betyder dog, at mange af de PtX anlæg som er annonceret i Danmark ikke er så langt, at der er truffet endelig investeringsbeslutning og dermed ikke påbegyndt en reel materialisering af disse projekter.

Den nuværende politiske uklarhed omkring etablering af den brintinfrastruktur i Danmark, kan risikere at forsinke PtX-projekter eller føre til, at udviklerne designer deres produktionsanlæg under antagelse af, at der ikke kommer brintinfrastruktur²⁷. Dette kan betyde, at der i de kommende år, vil manifestere sig andre PtX produkter end forventet og dermed også en ændring i hvilke jobprofiler og kompetenceprofiler, der vil blive efterspurgt.

Figur 7: Oversigt over igangværende PtX projekter i Danmark²⁸:



2. Jobprofiler i relation til drift af PtX- storskalaanlæg samt i relation til fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg

På baggrund af vores desk research og kvalitative interviews, vurderer vi, at der er en række jobprofiler, som er særlig relevante for IF's målgruppe. Disse beskrives i de følgende afsnit.

2.1 Jobprofiler i relation til udvikling og drift af PtX storskalaanlæg

På baggrund af projektets desk research, kvalitative interviews samt survey svar, identificerer vi følgende jobprofiler, som er relevante for IF's målgruppe ved udvikling og drift af PtX-storskalaanlæg²⁹:

- Udviklingsmedarbejder (teknisk-faglig)
- Driftsoperatør
- Vedligeholdelses- og reparationsmedarbejder

Udviklingsmedarbejder (teknisk-faglig):

Denne jobprofil anvendes i forbindelse med udvikling af PtX storskala-anlæg. Profilen sætter sin teknisk-faglige viden i spil i forbindelse med opsætning af testopstillinger af PtX anlæg samt ved indkøring af PtX storskala-anlæg. Denne jobprofil skal kunne sætte sin faglighed i spil på en innovativ og kreativ måde i et udviklingsmiljø, hvor målet er at finde metoder til at opskalere PtX produktion på en måde, der skaber størst mulig produktivitet inden for eksisterende arbejdsmiljø- og miljømæssige rammer. Det er en jobprofil, som typisk har samarbejdsflader på daglig basis med højt specialiserede medarbejdere på tekniker- og ingeniørniveau.

Driftsoperatør

Denne jobprofil anvendes ved drift af PtX storskalaanlæg. Profilen kan også indgå ved indkøring af PtX storskalaanlæg. Profilen styrer og overvåger de anlæg, der anvendes i PtX produktionen med henblik på at sikre, at produktionen lever op til de specificerede kvalitets- og produktionsmål samt krav til sikkerhed. Profilen kan også deltage i den løbende regulering af anlæggets procesparametre med henblik på at få anlægget til at køre optimalt. Denne jobprofil har typisk samarbejdsflader på daglig basis med de medarbejdere som varetager vedligeholdes- og reparationsopgaver på anlægget samt de højt specialiserede medarbejdere på tekniker- og ingeniørniveau som er tilknyttet PtX-produktionen.

Vedligeholdelses- og reparationsmedarbejder

Jobprofilen anvendes ved både indkøring og drift af PtX storskalanlæg. Denne jobprofil arbejder med at vedligeholde og reparere de tekniske installationer, pumper og ventiler mv. der er på PtX-anlægget. Der kan være tale om reparation og vedligehold af både spændingsførende og ikke spændingsførende installationer på anlægget.

2.2 Jobprofiler i relation til fremstilling af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg

Vi har identificeret følgende jobprofiler i forhold til fremstilling af elektrolyseanlæg, som er relevante for IF's målgruppe³⁰:

- Svejser
- Montagearbejder
- Kvalitets- og testmedarbejder

Svejser

Jobprofilen svejsearbejder er en jobprofil som vi alene har fundet omtalt i vores desk research, nemlig i en analyse af jobprofiler i PtX industrien i hele Europa. Vi har ikke kunne genfinde denne profil i de kvalitative interviews vi har gennemført. Dog er det højst sandsynligt at denne jobprofil findes i en dansk kontekst også, da der i projektet er indhentet information om, at der i Danmark eksperimenteres med udvikling af elektrolyseanlæg, hvis kabinet består af sammenføjning af eksisterende industrielt fremstillede komponenter.

Montagearbejder

Denne jobprofil er knyttet til montage af de forskellige komponenter, der indgår i et elektrolyseanlæg. Medarbejdere som varetager jobprofilen, montagearbejder i forbindelse med fremstilling af elektrolyseanlæg, har vi stødt på i et af vores kvalitative interviews.

Kvalitets- og testmedarbejder

Denne jobprofil knytter sig til test af de færdigproducerede elektrolyseanlæg. I vores interview har vi fået oplyst, at jobprofilen arbejder både med test af anlæggene på produktionsstedet (Factory Acceptance Test), inden det sendes til kunden og efterfølgende test af anlægget ude på kundens sted (Site Acceptance Test). Ved testen afprøves det, om anlægget lever op til den aftalte produktivitet og øvrige aftalte kvalitetsparametre. Dette gøres ved at teste både elektrolysecelleren, starcks og anlægget som helhed (systemniveau).

Det bør nævnes, at vi kun har haft mulighed for at interviewe én virksomhed, som har medarbejdere, som varetager jobprofilen *kvalitets- og testmedarbejder*. Vi fik i interviewet ikke mulighed for at få uddybet mere konkrete opgaver, de ansatte kvalitets- og testmedarbejdere udførte i den pågældende produktion. Derfor bygger vores primære viden om, hvad jobprofilen kvalitets- og testmedarbejdere har af specifikke opgaver i større omfang på desk research, end hvad der gælder for de øvrige jobprofiler.

Gennem projektets desk research, har vi analyseret stillingsopslag for såkaldte "test teknikere" fra udenlandske virksomheder, som arbejder med produktion af

elektrolyseanlæg. Ud fra denne desk research, kan vi identificere følgende opgaver for kvalitets- og testmedarbejdere ved fremstilling af elektrolyseanlæg:

- Test af at elektrolyseanlæggets komponenter og anlægget som systemisk helhed lever op til de krav til brug, som der er aftalt med kunden samt dokumentation af dette. Dette gøres ved at teste de specifikke komponenter og teste hele anlægget på særlige testanlæg samt test af hele anlægget hos kunden
- Identifikation og diagnosticering af evt. fejl i elektrolyseanlæggets komponenter og/eller fejl i anlægget på et systemisk niveau samt kunne udføre reparationer, som kan løse disse fejl.
- Give input til forbedringer af produktionsprocessen, der kan medvirke til at hindre systemiske fejl i det færdige elektrolyseanlæg
- Give input til optimering af testprocesser

2.3 Jobprofiler i relation til fremstilling af dele til elektrolyseanlæg

Ved fremstilling af dele til elektrolyseanlæg (dvs. produktion af komponenter til elektrolyseanlæg) har vi identificeret følgende jobprofil, som er relevant for IF's målgruppe:

- Produktionsmedarbejder/industrioperatør

Produktionsmedarbejder/industrioperatør

Denne jobprofil arbejder med at styre og overvåge fremstillingen af komponenter til elektrolyseanlæg. Jobprofilen er identificeret hos en af de interviewede virksomheder, som planlægger at producere elektrolyseceller i Danmark. Elektrolyse-celler er det komponent i elektrolyseanlægget, der muliggør at det indkomne vand og el kan omformes til brint. Produktionen af netop denne type elektrolyseceller består af fremstilling af en særlig keramisk plade, som skal skæres ud til nogle bestemte mål som samles i såkaldte starcks.

Den pågældende virksomhed er i gang med at rekruttere medarbejdere til den planlagte produktion af elektrolyse-celler i Danmark. Virksomheden oplyser, at der vil blive tale om en fuldautomatisk fremstillingsproces, som vil blive styret og overvåget af en jobprofil svarende til en produktionsmedarbejder/industrioperatør.

3. Afdækning af kompetencebehov for de identificerede jobprofiler

Jobprofilerne, som er identificeret i afsnit 2. Jobprofiler i relation til drift af PtX-storskalaanlæg samt i relation til fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg, er alle erhvervsfaglige jobprofiler. Det vil sige, at der er tale om jobprofiler, som besidder viden, know-how, information, værdier, færdigheder og kompetencer - enten i forhold til et specifikt job eller en tværgående rolle, som efterspørges i et bestemt beskæftigelsesområde eller på et bredere arbejdsmarked³¹.

De erhvervsfaglige jobprofiler kan bestå af færdigheder, kompetencer og kvalifikationer, som i rapporten defineres på følgende vis:

Færdigheder betyder evnen til at anvende viden og know-how til at færdiggøre opgaver og løse problemer³².

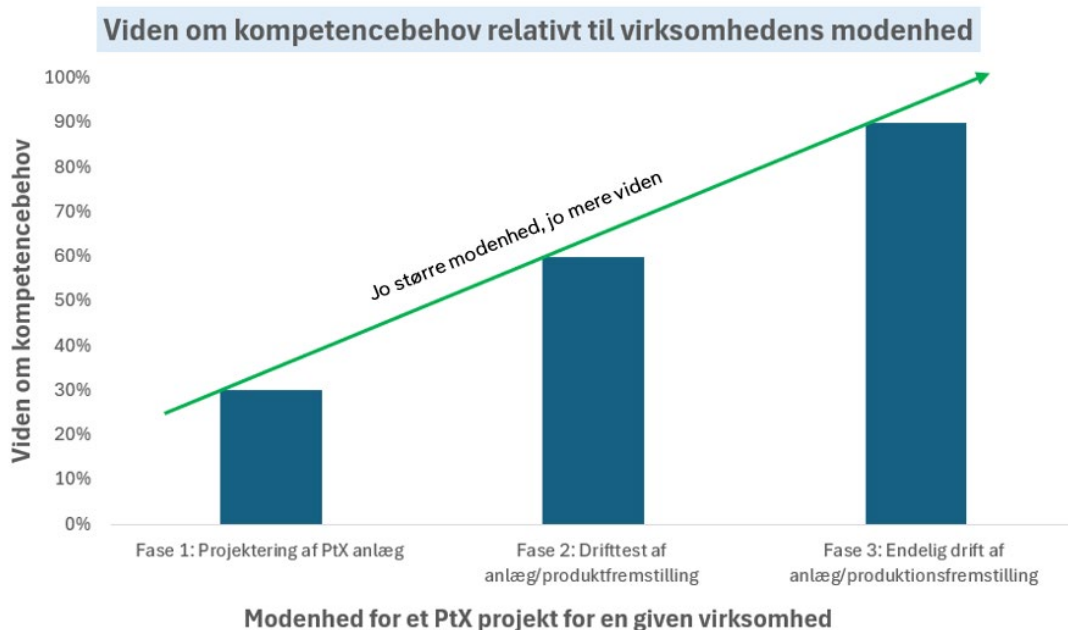
Kompetencer betyder den beviste evne til at anvende viden, færdigheder og personlige, sociale og/eller metodiske evner i arbejds- eller studiesituationer og i professionel og personlig udvikling³³.

Kvalifikationer er det formelle resultat af en vurdering og valideringsproces og er opnået når en kompetent myndighed/organisation bestemmer, at et individ har opnået et læringsresultat som lever op til en bestemt standard³⁴.

I forhold til at afdække de konkrete kompetencebehov, der knytter sig til de identificerede jobprofiler, er det i projektet blevet tydeligt, at mange af de virksomheder som arbejder med PtX-storskalaanlæg, samt fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg, i stort omfang, stadig arbejder med projekter, som er i deres tidlige fase. Dvs. før projektet har materialiseret sig i en endelig form, hvor det er muligt at producere i industriel storskala.

Dette forhold har haft betydning for, hvor præcise informationer vi har kunnet få i vores kvalitative interviews om kompetencebehov ved drift af PtX storskalaanlæg, samt fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg. Denne sammenhæng er illustreret i figur 8 på næste side.

Figur 8: Sammenhæng mellem respondenters viden om kompetencebehov og projektets fase.



Bemærk at procentsatsen på y-aksen er fiktiv, men skal illustrere at viden stiger i takt med modenhed.

De fleste virksomheder har ved interviewdato befundet sig i fase 1 og 2 i deres PtX projekter, hvor enkelte virksomheder har været i fase 3.

Usikkerheden om kompetencebehov i driftsfasen, betyder blandt andet, at de kompetencebehov, vi har identificeret, kan ikke vurderes om det er på ufaglært/specialarbejder niveau, eller om der er brug for en reel faglært profil med disse kompetencer. Altså, om der er tale om efteruddannelse i forhold til eksisterende profiler eller helt nye erhvervsfaglige profiler.

3.1 Kompetencebehov for jobprofiler inden for udvikling og drift af PtX storskalanlæg

Vi har identificeret følgende liste af kompetencebehov for jobprofiler i relation til udvikling og drift af PtX storskala-anlæg, som er identificeret i afsnit 2.1 Jobprofiler i relation til udvikling og drift af PtX storskalaanlæg:

- Sikkerhed og compliance: Kendskab til sikkerhedsprocedurer og reguleringskrav, som giver sikker og lovlig drift af PtX-anlæg

- Energi- og miljøteknik: Viden om energisystemer og bæredygtige teknologiers produktionsmæssige muligheder
- Kemiteknik: Forståelse for kemiske processer og reaktioner i forbindelse med konvertering af energi til brændstoffer eller kemikalier
- Procesteknik: Evnen til at designe og optimere processer til konvertering af energi er essentiel i PtX-teknologi
- Elektroteknik: Grundlæggende forståelse for elektriske systemer og komponenter, der anvendes ved omformning og lagring af elektrisk energi
- Regulering og kontrol: Evnen til at programmere og overvåge automatiserede systemer for at sikre effektiv drift
- Materialevidenskab: Forståelse for materialer og deres egenskaber, fx i forbindelse med valg af komponenter og konstruktion af PtX-anlæg
- Dataanalyse og modellering: Evnen til at analysere data og bruge modeller til at optimere processer og systemer i forbindelse med drift af PtX-anlæg /CCUS

I nedenstående uddybes kompetencelisten, hvor vi inddrager udsagn og generelle resultater fra de interviewede virksomheder og eksperter.

Ad 1) Sikkerhed og compliance

Sikkerhedskultur og sikkerhedsprocedurer fremhæves iblandt de interviewede virksomheder som værende meget vigtige kompetencer, når der arbejdes med PtX (særligt PtH). Dette gælder både ved drift af PtX anlæg og fremstilling af komponenter til elektrolyseanlæg, hvor flere respondenter udtaler:

”Det er afgørende at forstå sikkerhedsaspekterne ved at arbejde med brint, da det kan være meget flygtigt og farligt i store mængder” (Respondent E).

”Men det er jo lige så vigtigt, at man har meget stor forståelse for sikkerheden ... brint er jo i bund og grund super, superfarligt. Det er endnu mere farligt, hvis du får blandet oxygen og brint sammen, så bliver det jo sprængfarligt, og det kan jo faktisk eksplodere” (Respondent D).

”Der er jo et meget proaktivt sikkerhedsmindset hele tiden. Det er noget af det, som folk, der kommer fra olie- og gasbranchen har” (Respondent E).

”Der er rigtig strenge sikkerhedskrav” (Respondent G).

”Det er ikke lige meget, hverken for dig eller for dine kollegaer, fordi I kan alle sammen komme til skade. Ja. Og det er derfor, at vi er nødt til at have en absolut nul tolerance

overfor det ... Og ikke at overholde procedurer og overholde sikkerhed. Det er jo det samme. Du står heller ikke på en platform i Nordsøen og tænder en cigaret. Det er heller ikke noget, som man bare får en advarsel for. Nej, det er noget af det samme. Så det er noget af den kultur, man skal have ind" (Respondent A).

"Altså sikkerhed og compliance, det er en af de ting, som også når man arbejder inden for kemiindustrien og olieindustrien og sådan noget, den er meget høj, og det er noget, der vil blive rigtig højt, og det skal man have kendskab til" (Respondent J)

"Det er jo drift af et petrokemisk anlæg i princippet også. Det er det, man skal kunne, og det er det, der vil komme til at være efterspørgsel efter" (Respondent I).

Ad 2) Energi- og miljøteknik

Energi- og miljøteknik omfatter en bredere betegnelse af generel viden om PtX, men også en generel viden om grøn energi og fremtidens grønne udvikling:

"Vi arbejder med fremtidens energi. Og jeg tror, der mangler noget viden. Altså noget fuldstændig basal viden omkring, hvad er det her egentlig for noget, og hvad er det, vi har med at gøre? Fordi der er ikke ret mange, der ved noget om det" (Respondent J).

"Så skal man vide noget om det her med energi og miljøteknik. Og det er forstået på den måde, at når vi nu snakker grønne energier, så er det altså vigtigt, at man også har en lille smule baggrund for, hvad er grøn energi? Fordi grøn energi igen, er mange ting ... man snakker om greenwashing og sådan nogle ting, der er mange, der hvis de kan hive noget ned, hvor der er lidt grønt, så er det godt, og så kan man bruge det. Men man skal have kendskab til, hvad betyder det egentlig at være grøn" (Respondent J).

Ad 3) Kemiteknik

PtX teknologier består i korte træk af, at man tager noget energi, og så laver det om til noget kemi. Vores kvalitative data bekræfter, at det er nyttigt med en basisforståelse for relaterede kemiske egenskaber:

"Der skal man i hvert fald have en grundforståelse for, hvad det er, man har med at gøre inden for den her type energi, som man vil lave. Og det behøver sikkert ikke at være sådan noget, man behøver sikkert ikke være Ph.d. forsker, men man skal bare have en eller anden grundforståelse for, hvad er det vi har med at gøre her i forhold til gas, i forhold til diesel, i forhold til andre energiformer" (Respondent J).

"Grundlæggende viden om brints egenskaber, både kemisk og fysisk, så de har forståelse for, hvad modificeringer i montageprocessen kan betyde for slutproduktet" (Respondent E).

"Det er måske ikke det her med selve kemien, at du blander noget. Nej. Det er mere det her med, at du kommer med forskellige processer i sådan et anlæg, sådan en fabrik, der

bygger f.eks., eller der laver metanol. Den er noget mere kompliceret, hvis du tager det hele med i forhold til et kemianlæg” (Respondent J).

Ad 4) Procesteknik

Elektrolyse er ikke en ny proces, som sådan, men projektets respondenter udtaler, at det er vigtigt, at man som produktionsmedarbejder både har en forståelse for processerne, men også følger dem procesteknisk kan også være en vigtig del af de andre kompetenceområder som b.la. ad 1) sikkerhed og compliance. De interviewede eksperter udtaler:

”Procesteknikken, som jeg også sagde før ... i PtX er kompliceret, fordi du har med flere typer processer at gøre. Du har meget med el-teknik at gøre, du har meget med nogle væsker, der skal transporteres, du har meget med nogle gasser at gøre, du har med nogle tryk at gøre, nogle temperaturer at gøre. Alt det der er noget, som vi godt kunne tænke os, at de teknikere, der kommer ud på markedet i fremtiden, de i hvert fald har en rimelig god forståelse omkring” (Respondent J).

”Man følger sine procedurer, og man sætter sig ind i sine procedurer, fordi man har trænet i, at det faktisk er vigtigt. Det er ikke lige meget” (Respondent A).

”Så det, jeg mener med procesteknik, det er det der med at kende forskellige processer, og når du sammensætter det i en stor fabrik, det er ikke så nemt, som det lyder” (Respondent J).

Ad 5) Elektroteknik

Elektroteknik er en kompetence, som virksomheder og eksperter vurderer, er vigtige for medarbejderen at have viden om:

”Elektroteknik-området, hvor vi er inde at snakke grundlæggende forståelse og elektroteknik, og det er jo helt nede på PLC-programmeringsplanen at få tingene til at fungere ... Altså alt det her med materialekendskab, have en forståelse for, hvilke materialer man kan anvende, hvor henne i processerne, og hvordan det ville være godt, hvis de havde en viden også omkring det” (J).

”Specialisering inden for forskellige områder som maskinteknik, elektroteknik og kemi teknik” (Respondent I).

Ad 6) Regulering og kontrol

Regulering og kontrol er allerede velkendte kompetencer og læringspunkter for f.eks. procesoperatører: ”Procesoperatøren overvåger og vedligeholder større, automatiske produktionsanlæg i industrivirksomheder ... Procesoperatøren opbygger, indstiller og styrer anlæggene, monterer udstyr samt finder og retter fejl, så anlæggene kører som de skal”³⁵.

De gennemførte virksomhedsbesøg bekræfter, at regulering og kontrol, er vigtige kompetencer for produktionsmedarbejdere, som skal arbejde med fremtidige PtX-anlæg.

Ad 7) Materialekendskab

I afsnit 1.1 PtX og beslægtede teknologier har vi beskrevet forskellige teknologier, som er under den generelle paraplyfortegnelse – PtX. Det betyder at man som produktionsmedarbejder kan komme til at arbejde med forskellige (PtX) materialetyper, og derfor vurderes det også, at der er brug for generelt materialekendskab inden for PtX. En virksomhed udtaler bl.a.:

”Kompetencer inden for biogasproduktion og håndtering af biogasanlæg er også nødvendige” (Respondent G).

Ad 8) Dataanalyse og modellering

Vi oplever generelt, at dataanalyse er et stigende fokuspunkt for mange virksomheder, hvilket uddannelses- og forskningsministeriet bekræfter.³⁶ Dette bekræfter vores ekspertinterview:

”Noget, som er vigtigt inden for PtX, som måske andre steder ikke er så vigtigt. Vi har meget med det her med dataanalyse. Igen fordi vi har med rigtig mange forskellige gasser og el og alt muligt, der kommer sammen, og der skal du kunne analysere, hvordan du bedst får din fabrik til at fungere, hvis man kan sige det populært. Og det kan du kun gøre i dag ved at databehandle det. Du kan ikke gøre det som i gamle dage, hvor du egentlig kunne kigge på nogle parametre, og så havde du en eller anden idé om det. Du er nødt til at bruge computer for at finde ud af, hvordan sådan en fabrik skal køre bedst muligt, og det skal man også have” (Respondent J).

Opsamling

På baggrund af ovenstående udtalelser, samt øvrig dataindsamling ved bl.a. virksomhedsbesøg, vurderer vi, at kompetencer der vedrører sikkerhed og compliance, vægtes højt i PtX branchen og fremgår som vigtige kompetencebehov for de identificerede jobprofiler på IF's område. Vores vurdering bekræftes yderligere ved kvalificering af de analytiske resultater ved brug af survey, da 80% af respondenterne vurderer, at sikkerhed og compliance er en meget vigtig kompetence for medarbejdere i produktionen i relation til PtX.

Det fremgår af de gennemførte interviews, at de forskellige typer af anlæg, som er beskrevet i figur 4, giver reelle forskelle i de kompetencebehov der er for de personer, som skal varetage udvikling og drift af PtX anlæg. Derfor vil dybden og omfanget af hver af de otte kompetencebehov både variere i forhold til hvilken af de tre jobprofiler der er tale om, samt i forhold til hvilken type af anlæg den specifikke jobprofil skal arbejde med.

3.1.1 Særlige kompetencebehov i forhold til jobprofilen udviklingsmedarbejder (teknisk-faglig)

Udover ovenstående otte generelle kompetencebehov, har vi identificeret nogle kompetencebehov, som specifikt knytter sig til to af de jobprofiler, som er identificeret i forhold til udvikling og drift af PtX storskalaanlæg. Der er tale om følgende særlige kompetencebehov:

Det fremgår af de gennemførte interviews, at jobprofilen – udviklingsmedarbejder (teknisk-faglig) – skal have en solid proces-faglig viden, som kan sættes i spil på en innovativ og kreativ måde i et udviklingsmiljø. Derfor stiller denne jobprofil også krav om, at man har kompetencer i innovation og kreativ problemløsning i forhold til eget fagområde. Det fremgår også af de gennemførte interviews, at de personer, som arbejder med den del af PtX-anlægget, hvor der er spændingsførende installationer, fx højspændingsinstallationer, transformatorstationer og lign. skal have kompetencer i at arbejde med højspænding. Afhængig af anlæggets konstruktion, kan der også være behov for, at personen har de nødvendige kompetencer i forhold til at arbejde med installationer, hvor der er et højt tryk (over 40 bar). Desuden viser stillingsopslag for denne profil, at der også efterspørges kompetencer til at kunne optimere produktionsprocesserne i forbindelse med udviklingsproduktionen.

Én af de interviewede virksomheder efterspørger flere kompetencer inden for automatisering af procesanlæg. Det er virksomhedens erfaring, at de procesoperatører, de har ansat til udvikling af PtX anlæg, mangler automationsfokus og kan derfor ikke bidrage så meget som ønsket til, hvordan PtX produktionen kan optimeres, ved hjælp af automatisering og robotter.

3.1.2 Særlige kompetencebehov i forhold til jobprofilen driftsoperatør

Jobprofilen driftsoperatør, som har en procesfaglig viden på et konkret teknisk-fagligt niveau, kan sættes i spil i forbindelse med drift af PtX storskala-anlæg. Der vil blandt andet være behov for, at medarbejdere har de nødvendige kompetencer i forhold til at arbejde med installationer, hvor der er et højt tryk (over 40 bar), samt at medarbejderen har kompetencer til at arbejde med processer, hvor der indgår materialer i rør som giver udfald og udsving undervejs i processen samt processer, hvor der indgår ventiler og forskellige tryk undervejs (Respondent B).

Én af de interviewede virksomheder, som anvender egenproduceret grøn brint i forbindelse med forarbejdning og raffinering af råolie oplyser, at man oplever at fremstilling af disse to produkter i høj grad kan varetages af den samme type medarbejdere. De oplyser i forlængelse heraf, at der er et stærkt behov for at alle medarbejdere, også driftsoperatørerne, deler den viden de har om anlæggets drift, da tilbageholdte informationer kan blive en kritisk risikofaktor, og kan føre til eksplosionsfare på anlægget pga. manglende viden om fejl og mangler. Dette indikerer, at der i denne jobprofil er et kompetencekrav om, at man er proaktiv i sin kommunikation om anlæggets drift og er lydhør for alle faggrupperes observationer i forhold til anlæggets tilstand (Respondent B).

3.2 Kompetencebehov for jobprofiler indenfor fremstilling af elektrolyseanlæg til PtX storskalaanlæg

Svejsere

Vi vurderer, at såfremt jobprofilen svejser i forbindelse med fremstilling af elektrolyseanlæg findes i Danmark, vil der være tale om kendte kompetencebehov, som er typiske for svejsere, uanset hvilken branche de arbejder i.

Der er tale om følgende kompetencebehov:

- Metalforarbejdning: Medarbejderen skal kunne udføre manuel metalforarbejdning: svejsning, boring, slibning, skæring mv.
- Svejseteknikker: Medarbejderen skal have bredt kendskab til svejseteknikker og materialetyper.
- Styring og programmering af svejserobotter: Medarbejderen skal kunne styre og programmere svejserobotter
- Dokumenteret faglig opdatering og materialeerfaring: Medarbejderen skal have de nødvendige svejsecertifikater i forhold til at kunne udføre de anvendte svejseteknikker på de specifikke materialer som indgår i produktionen

Vi har i projektet talt med en virksomhed, som arbejder med fremstilling af elektrolyseanlæg til storskalaanlæg. Virksomheden oplyser, at i forhold til jobprofilen montagearbejder, er der følgende kompetencebehov:

- Dokumentation af produktionsprocessen: Medarbejderne skal dokumentere produktionsprocessen som lever op til de opstillede normer for dokumentation
- Kvalitetsbevidsthed: Medarbejderen har øje for at man ikke sender kritiske fejl videre i produktionsprocessen
- Procesoptimering: Medarbejderen har øje for kritiske punkter i produktionsprocessen og evne til at give input til løbende optimeringer af produktionen
- Workmanship: Medarbejderen kan planlægge samling af delemner og emner til montering, kan udføre samling af komponenter til elektrolyseanlæg efter arbejdstegning, kan overskue den samlede arbejdsgang i monteringen samt kan foretage de påkrævede tjek undervejs i processen
- Compliance: Medarbejderen har øje for, at ens montagearbejde kan udgøre en sikkerhedsrisiko i slutproduktet og gør derfor tingene ordentligt og skal kunne følge de opsatte standarder og procedurer for produktionen
- Materialekendskab: Medarbejderen har en grundlæggende viden om brints egenskaber og kan på baggrund heraf udvise forståelse for, hvad modificeringer i montageprocessen kan betyde for egenskaberne ved det færdige elektrolyseanlæg
- Elektrofaglig viden: Medarbejderen har en forståelse for, hvordan den elektricitet der sendes ind i elektrolyseanlægget vil reagere med det som er monteret inde i anlægget

Kvalitets- og testmedarbejder

Ud fra den udførte desk research kan vi identificere, at kvalitets- og testmedarbejdere ved fremstilling af elektrolyseanlæg har følgende kompetencebehov³⁷:

- Sikkerhed: Medarbejderen skal have kompetencer i forhold til at kunne arbejde sikkert på spændingsførende installationer i forbindelse med testning af elektrolyseanlæg.
- Test og dokumentation: Medarbejderen skal kunne anvende de relevante testsystemer, som anvendes til at teste elektrolyseanlæggets komponenter og anlægget som system samt kunne dokumentere resultaterne af disse tests.
- Dataanalyse: Medarbejderen skal kunne aflæse og fortolke de data, som testene genererer.
- Fejlfinding og reparation: Medarbejderen skal kunne identificere og diagnosticere evt. fejl i anlæggets komponenter og/eller fejl i anlægget på et systemisk niveau samt kunne udføre reparationer, som kan fjerne disse fejl.
- Produktionsoptimering: Medarbejderen kunne komme med input til forbedringer af produktionsprocessen for at hindre systemiske fejl i det færdige elektrolyseanlæg.
- Procesoptimering: Medarbejderne skal kunne bidrage med input til optimering af testprocesser.

Den virksomhed vi har interviewet, som har kvalitets- og testmedarbejdere ansat oplyser, at de oplever, at det er svært at rekruttere tilstrækkeligt med kvalitets- og

testmedarbejdere til produktionen. Dette kan indikere, at der kan være behov for at se på, om der behov for at lave efteruddannelsesstilbud, der kan opkvalificere flere til at kunne varetage denne jobprofil.

3.3 Kompetencebehov for jobprofiler inden for fremstilling af dele til elektrolyseanlæg

Produktionsmedarbejder /industrioperatør

Den virksomhed vi har interviewet, som har denne jobprofil oplyser, at man vurderer, at jobprofilen stiller krav om kompetencer svarende til en industrioperatør. Virksomheden siger selv i interviewet følgende om kompetencebehovene i forhold til denne jobprofil:

“Når du producerer elektrolyseceller, så er det meget mere sammenligneligt med at lave øl, eller lave biler eller sådan noget. Der er tale om produktion af et materiale, det er fysiske ting du står og skærer ud i nogle enkelte dele og derefter står og samler, så det handler meget mere om lean kompetencer, omkring at have “diligence” (oversat: omhyggelig og vedholdende arbejdsindsats) i din arbejdsproces, når du står og skal gøre alt rent. Hvis du ikke gør det ordentligt, så er det pludselig otte timers produktion, der ryger ud i vasken. Det er lidt mere sådan nogle ting der skal på plads” der er 100% tale om en industrioperatør” (Respondent I).

Kompetenceprofil for industrioperatør:

- Overvågning og betjening af anlæg: Medarbejderen skal kunne styre og overvåge produktionsanlæg, herunder kunne programmere og betjene automatiserede anlæg/robotter.
- Kvalitetsbevidsthed: Medarbejderen skal kunne udføre kvalitetskontrol af produkter og forstå betydningen af at overholde givne produktionsforskrifter i forhold til slutproduktets kvalitet. Endvidere skal medarbejderen kunne medvirke ved forebyggelse af fejl, som påvirker produktets slutkvalitet.
- Lean: Medarbejderen skal kunne anvende lean koncepter i produktionen som en metode til at øge produktiviteten og sikre en stabil kvalitet.
- Procesoptimering: Medarbejderen skal kunne bidrage til den løbende optimering af arbejdsprocesser.
- Digital produktion: Medarbejderen skal kunne navigere kompetent i en digitaliseret og automatiseret produktion.
- Vedligehold og fejlfinding: Medarbejderen skal kunne identificere, lokalisere og udføre enkel forebyggende vedligehold og fejlfinding på maskiner og anlæg.
- Dokumentation: Medarbejderen skal kunne dokumentere i henhold de opstillede normer for dokumentation af produktionen.

3.4 Kompetenceforsyningsstrategier i forhold til de identificerede jobprofiler

På nuværende tidspunkt er den mest anvendte kompetenceforsyningsstrategi for virksomheder der udvikler og driver PtX anlæg og/eller fremstiller hele eller dele af elektrolyseanlæg, sidemandsoplæring af personer, som i forvejen har en teknisk-faglig uddannelsesbaggrund. Enkelte virksomheder fortæller, i de kvalitative interviews, at de også bruger AMU-kurser som en grunduddannelse inden deres medarbejdere starter op i produktionen.

I følgende afsnit vil vi beskrive hvilke kompetenceforsyningsstrategier vi har identificeret – hentet fra vores interviews.

3.4.1 Kompetenceforsyningsstrategier i relation til jobprofiler inden for udvikling og drift af PtX storskalaanlæg

Udviklingsmedarbejder (teknisk-faglig)

I forhold til denne jobprofil oplyser flere af de interviewede virksomheder, at de anvender faglærte procesoperatører, men det kan også være andre typer af faglærte, f.eks. bagere, smede mv. Flere af de interviewede virksomheder oplyser, at det vigtigste for dem i forhold til at kompetencedække denne jobprofil er, at man har en teknisk-faglig baggrund som giver en den grundlæggende tekniske forståelse til at gå ind i og arbejde med innovation og kreativ problemløsning ved udvikling af processer og metoder, der kan anvendes i PtX storskalaanlæg.

Driftsoperatør

Flere af de interviewede virksomheder oplyser, at de rekrutterer et bredt spektrum af tekniske og/eller mekaniske fagligheder til at varetage denne jobprofil:

” Udover at vi har mange maskinmestre, så har vi altså også almindelige mekanikere. Vi har cykelmekanikere. Vi har elektrikere. Vi har alt muligt... Alle mulige forskellige håndværk” (Respondent F).

”Det er vigtigt at have en teknisk faglig baggrund, for at kunne arbejde direkte med anlæggene ” (Respondent G).

Det understreges i størstedelen af de gennemførte interviews at, der er brug for helt specifikke kompetencer i tillæg til den tekniske baggrund – altså en opkvalificering af kompetencer, i forhold til jobprofilen driftsoperatør på PtX storskalaanlæg. F.eks. udtales det:

”Hvor vi virkelig har brug for folk, det er jo procesoperatører ... ønskescenariet er jo så lige at have nogen, der har erfaring fra offshore eller noget andet petrokemisk” (Respondent A).

Projektets survey undersøgelse peger på, at det er faglærte profiler som procesoperatør og industrioperatør, som er de mest relevante for IF's målgruppe ved arbejde med drift og produktion af PtX anlæg. Dog fortæller undersøgelsen også, at de adspurgte virksomheder i høj grad efterspørger maskinmestre og andre teknikere, da de fleste PtX anlæg stadig er i udviklingsfasen. På baggrund af disse besvarelser kan vi argumentere for, at der forsat er en behersket efterspørgsel på faglærte inden for IF's målgruppe til udvikling og industriel storskala produktion af PtX i Danmark.

Vedligeholdelses- og reparationsmedarbejdere

Vores interviews viser, at det kan være folk med meget forskellig baggrund, det skal dog være en baggrund inden for et teknisk område. Projektets survey undersøgelse understøtter denne påstand, da de fleste virksomheder vurderer, at de i fremtiden vil have et stigende behov for faglærte. Det kan være både faglærte personer eller personer som er uddannet fx som maskinmestre. Profilen skal kunne arbejde med pumper og ventiler samt kunne arbejde med regulering af procesanlæg. Afhængig af anlæggets konstruktion skal personen nogle gange også kunne arbejde med installationer, hvor der er højt tryk, og hvor der er spændingsførende installationer.

Pointen er, at de identificerede jobprofiler, som er relevante for IF's målgruppe, *kan* udfyldes af forskellige faglærte grupper, men det er vigtigt at lære/have de rigtige kompetencer til at arbejde med PtX. Her fremhæver flere af de interviewede, at det er vigtigt, at man har kompetencer i forhold til at kunne arbejde med strømførende installationer og installationer, som har et højt tryk (over 40 bar). De specifikke kompetencebehov for de identificerede jobprofiler, identificeres i næste afsnit og sammenlignes i afsnit 4 med eksisterende AMU-kurser, så vi kan sikre at der udbydes de nødvendige AMU-kurser til det behov vi, på baggrund af denne rapport, forventer der vil være for IF's målgruppe de næste 5 år i PtX branchen i Danmark.

3.4.2 Kompetenceforsyningsstrategier i forhold til jobprofiler inden for fremstilling af elektrolyseanlæg

Svejsere

Vi har i vores kvalitative undersøgelse ikke haft mulighed for at interviewe nogle virksomheder, som anvender svejsere til fremstilling af elektrolyseanlæg. Det er derfor ikke blevet identificeret, hvilken kompetenceforsyningsstrategi der måtte være i forhold til denne jobprofil.

Montagearbejder

Vores kvalitative data indikerer at de jobprofiler, som arbejder med fremstilling af elektrolyseanlæg, typisk har en faglært uddannelse inden for et teknisk område, kombineret med en relativt solid erhvervs erfaring:

” Smede, elektrikere, elektromekanikere, industrioperatører, industriteknikere og tavlemontører. Disse fagfolk er nødvendige for at bygge og vedligeholde anlægge”
(Respondent E).

Der sondres altså ikke nødvendigvis meget mellem specifikke tekniske uddannelser, som kan udfylde de forskellige jobprofiler, men der lægges vægt på den tekniske/mekaniske baggrund, for at udføre det pågældende job.

Den pågældende virksomhed har oplyst, at denne jobprofil typisk varetages af personer der har en faglært baggrund som mekanikere, smede, automatikteknikere, flymekanikere, industrioperatører mv.

Kvalitets- og testmedarbejder

Virksomheden oplyser, at kvalitets- og testmedarbejdere typisk har den samme faglærte baggrund, som personer der varetager jobprofilen montagearbejder. Det nævnes desuden, at jobprofilen kvalitets- og testmedarbejder også kan varetages af en udlært procesoperatør (Respondent E).

3.4.3 Nuværende kompetenceforsyningsstrategier i forhold til jobprofiler inden for fremstilling af dele til elektrolyseanlæg

Produktionsmedarbejder/industrioperatør

Virksomheden oplyser, at man forventer at denne jobprofil primært vil have baggrund som faglært industrioperatør. Vores desk research viser, at virksomheden i sin rekrutteringsproces til elektrolysecelle produktionen, har lagt vægt på, at de ansatte industrioperatører har erfaring fra et produktionsmiljø indenfor robot-, medicinal- eller fødevarerindustrien.

3.5 Opsummering

Gennem projektets kvalitative dataindsamling, har vi identificeret kompetencebehov, som er relevante for IF's målgruppe og dertilhørende jobprofiler. Der udledes flere specifikke kompetencer iblandt de interviewede virksomheder og eksperter, men kompleksiteten, særligt ved jobprofiler, der indgår i drift af PtX storskalaanlæg opstår som følge af, at jobprofilerne ofte stiller krav om sammenfletning af viden fra forskellige faglige discipliner. Men også viden om forskellige energisystemer, såvel som krav om teoretisk og praktisk viden fra kemiske, industrielle og elektrotekniske discipliner, samt viden om teknikker som vedrører gas, elektricitet og vedvarende energiformer.³⁸ Dette bekræfter desuden tidligere observering vedrørende det brede spektrum af erhvervsfaglige uddannelser, som kan udfylde de identificerede jobprofiler. Det vurderes, at det ikke er en "unormal" situation for en spirende branche, som ikke er veletableret endnu, og som definerer PtX-branchen i Danmark på nuværende tidspunkt.

Ved flere af de identificerede kompetencer, handler det om at få en generel forståelse af det pågældende område. Men kompetencerne som involverer sikkerhed og proces teknik, er der behov for mere dybdegående kompetenceudvikling der knytter sig til PtX. Dette opsummeres iblandt vores ekspertinterviews:

”Det er fordi, at man kan ikke være god til det hele, men når man uddanner fremtidige teknikere, faktisk alle mulige typer, så skal man bare tænke inden for de her forskellige områder, når man bygger sin uddannelse op, fordi det er ret vigtigt, at man udover kan man sige, er dybt indenfor, så er det vigtigt, at man har den der kendskab til et PtX anlæg” (Respondent J).

4. Vurdering om de eksisterende kompetencebehov kan dækkes af nuværende AMU-kurser eller om der er behov for revision/nyudvikling af kurser

4.1 AMU-kursus kompetencedækning af jobprofiler inden for udvikling og drift af PtX storskalaanlæg

Kompetencerne, som der er identificeret i rapporten, for de jobprofiler i relation til udvikling og drift af PtX storskalaanlæg, vurderes det, at de fleste af de efterspurgte kompetencer kan dækkes af de eksisterende AMU-kurser, som ligger i regi af Industriens Fællesudvalg. Der er dog enkelte kompetenceområder, hvor det vurderes, at der i dag ikke er 100% AMU-kursusdækning. Der er tale om følgende områder:

- Forståelse for materialer og deres egenskaber, fx ved valg af komponenter og konstruktion af PtX anlæg
- Kompetencer i forhold til at kunne bidrage til optimering af PtX anlæg ved hjælp af automatisering og robotter.

I tabel 1 på næste side fremgår det, hvilke eksisterende AMU-kurser, der vurderes at være relevante i forhold til de kompetencebehov, som vi har identificeret for de tre jobprofiler inden for udvikling og drift af PtX storskalaanlæg. Der er i tabellen ikke skelnet mellem kompetencebehov for de tre identificerede jobprofiler. Dette er fordi det jf. afsnit 3.1 fremgår af de gennemførte interviews, at kompetencebehovenes omfang og dybde inden for de temaer, som er identificeret for alle tre jobprofiler, vil variere afhængig af, hvilken type af anlæg de enkelte jobprofiler skal arbejde på.

Tabel 1: Relevante AMU-kurser for jobprofiler inden for udvikling og drift af PtX-storskalaanlæg

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
<p>Sikkerhed og compliance Kendskab til sikkerhedsprocedurer og reguleringskrav, som giver sikker og lovlig drift af PtX-anlæg.</p>	<p>21713 Grøn energi & produktion, PtX (10 dage) Kurset har følgende målformuleringer, der adresserer sikkerhed og compliance:</p> <p>Efter gennemført kursus har deltageren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viden om sikkerheds- og driftsmæssigt korrekt overvågning og optimeringen af produktion, håndtering, lagring og transport af PtX og de tilhørende mellem- og slutprodukter • Viden om sikkerheds- og driftsmæssigt korrekt overvågning og optimeringen af produktion. Håndtering, lagring og transport af PtX og de tilhørende mellem- og slutprodukter • Viden om de specielle sikkerhedsmæssige forhold, som er gældende i forbindelse med produktion, håndtering, lagring og transport af PtX og de tilhørende mellem- og slutprodukter samt CO2 fangst, håndtering, lagring og transport <p>Efter gennemført kursus kan deltageren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikkerheds- og driftsmæssigt korrekt overvåge og deltage i optimeringen af Grøn og Sort CO2 fangst, håndtering, lagring og transport • Sikkerheds- og driftsmæssigt korrekt overvåge og deltage i optimeringen af produktion, håndtering, lagring og transport af PtX og de tilhørende mellem- og slutprodukter • Agere i forhold til de specielle sikkerhedsmæssige forhold, som er gældende i forbindelse med produktion, håndtering, lagring og transport af PtX og de tilhørende mellem- og slutprodukter samt CO2 fangst, håndtering, lagring og transport <p><u>Øvrige relevante AMU-kurser:</u> 48756 Safety Passport – industri og procesanlæg (2 dage) 49377 Sikker adfærd i produktionen (1 dag) 49379 Udvikling af sikkerhedskultur i industrien (1 dag) 49543 ATEX – for operatører i procesindustri (1 dag) 44384 Maskin- og el-sikkerhed for operatører, procesind. (2 dage)</p>
<p>Energi og miljøteknik</p>	<p>21713 Grøn energi & produktion, PtX (10 dage)</p>

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
<p>Viden om energisystemer og bæredygtige teknologiers produktionsmæssige muligheder.</p>	<p>Kurset har følgende målformuleringer, der adresserer energi- og miljøteknik:</p> <p>Efter gennemført kursus har deltageren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viden om PtX produktion, processer, produkter og anvendelsen heraf (til hel eller delvis erstatning for de fossile brændsler til lastbiler, skibe, fly, industri mv. som umiddelbart ikke kan elektrificeres) • Viden om fremstilling af brint/hydrogen via elektrolyse med grøn el med tilhørende behandling af rå- og spildevand samt anvendelsesmulighederne af spildet, ilt/oxygen og varme • Viden om anvendelsesmulighederne for Grønt og Sort carbon/kulstofatomet og CO2 fangst, håndtering, lagring og transport <p><u>Øvrige relevante AMU-kurser:</u> 21701 Energi og produktion, Elektrificering (10 dage)</p>
<p>Kemiteknik Forståelse for kemiske processer og reaktioner i forbindelse med konvertering af energi til brændstoffer eller kemikalier.</p>	<p>21713 Grøn energi & produktion, PtX (10 dage) Kurset har følgende målformuleringer, der adresserer kemiteknik:</p> <p>Efter gennemført kursus har deltageren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viden om PtX mellem- og slutprodukters kemiske sammensætninger og specifikationer <p>Efter gennemført kursus kan deltageren med fokus på produktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbejde med PtX mellem- og slutprodukters kemiske sammensætninger og specifikationer <p><u>Øvrige relevante AMU-kurser:</u> 44216 Produktionskemi for operatører (2 dage) 44217 Uorganisk kemi for operatører i procesindustrien (5 dage) 45936 Analyse af proceskemiske problemstillinger (5 dage) 44219 Anvendelse af proceskemiske enhedsoperationer (5 dage)</p>
<p>Procesteknik</p>	<p>21713 Grøn energi & produktion, PtX (10 dage) Kurset har følgende målformuleringer, der adresserer procesteknik:</p> <p>Efter gennemført kursus har deltageren:</p>

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
	<ul style="list-style-type: none"> • Viden om sikkerheds- og driftsmæssigt korrekt overvågning og optimeringen af produktion, håndtering, lagring og transport af PtX og de tilhørende mellem- og slutprodukter <p>Efter gennemført kursus kan deltageren med fokus på produktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbejde med fremstilling af brint/hydrogen via elektrolyse med grøn el med tilhørende behandling af rå- og spildevand samt anvendelsesmulighederne af spildet, ilt/oxygen og varme • Sikkerheds- og driftsmæssigt korrekt overvåge og deltage i optimeringen af Grøn og Sort CO2 fangst, håndtering, lagring og transport • Sikkerheds- og driftsmæssigt korrekt overvåge og deltage i optimeringen af produktion, håndtering, lagring og transport af PtX og de tilhørende mellem- og slutprodukter <p><u>Øvrige relevante AMU-kurser:</u> 45939 Driftsoptimering af produktionsforløb/procesflow (5 dage) 47291 Effektivisering for operatører i procesindustrien (3 dage) 40571 Operatør vedligehold, flydende stoffer/gasser (3 dage) 48185 Operatør vedligehold, vakuum (1 dag)</p>
<p>Elektroteknik Grundlæggende forståelse for elektriske systemer og komponenter, der anvendes ved omformning og lagring af elektrisk energi.</p>	21701 Energi og produktion, Elektrificering (10 dage) 48403 Grundlæggende el-lære for operatører – AC (3 dage) 48427 Grundlæggende el-lære for operatører – DC (3 dage)
<p>Regulering og kontrol Evnen til at programmere og overvåge automatiserede systemer for at sikre effektiv drift.</p>	46881 Styringsteknik for operatører, procesindustri (5 dage) 49555 Procesindustri, Intro digitaliseret automation (5 dage) 49546 Procesindustri, Intro 3D-produktionsenheder/-udstyr (3 dage) 45940 Fejlfinding på automatik og instrumentering (5 dage) 46748 Anvendelse af lokalvisende procesmåleudstyr (2 dage)

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
	49372 Operatør vedligehold, produktionsanlæg/automatik (5 dage) 47290 Produktion for operatører i procesindustrien (3 dage) 40368 Inspektion for operatører i procesindustrien (2 dage)
Materialekendskab Forståelse for materialer og deres egenskaber, fx ved valg af komponenter og konstruktion af PtX anlæg.	Der findes ikke i dag AMU-kurser, der specifikt adresserer materialekendskab i forbindelse med valg af komponenter og konstruktion af PtX-anlæg. Følgende AMU-kurser har muligvis relevante elementer i forhold til at adressere det identificerede kompetencebehov i forhold til materialekendskab: 45940 Fejlfinding på automatik og instrumentering (5 dage) 49372 Operatør vedligehold, produktionsanlæg/automatik (5 dage)
Dataanalyse og modellering Evnen til at analysere data og bruge modeller til at optimere processer og systemer i forbindelse med drift af PtX-anlæg/CCUS.	21199 Digitalisering i produktionen 1 (2 dage) 49644 Digitalisering i produktionen 2 (3 dage) 49383 Operatørstyret optimering af vedligeholdet (5 dage) 14948 Anvendelse af digitaliseret produktionsudstyr (5 dage) 48562 Anvendelse af produktionsdata (3 dage)
Arbejde på spændingsførende installationer Skal kunne arbejde med de dele af PtX-anlægget, hvor der er spændingsførende installationer, herunder højspændingsinstallationer, transformatorstationer og lign.	47995 Ajourføring L-AUS/AUS for operatører i elforsyning (1 dag) 49864 Operatørarbejde på elforsyningsanlæg (5 dage) 49903 Måleteknik og instrumenter i elforsyningsanlæg (3 dage)
Proaktiv kommunikation/vidensdeling Skal kunne kommunikere kritiske informationer vedr. anlæggets drift til kollegaer og andre faggrupper; være lydhør overfor kollegaers og andre faggruppers observationer og input, som kan have betydning for driften af anlægget.	49259 Kommunikation i teams (2 dage) 45369 Videndeling og læring for medarbejdere (3 dage)

4.2 AMU-kursus kompetencedækning af jobprofiler inden for fremstilling af elektrolyseanlæg

Kompetencedækning af jobprofilen svejser ved fremstilling af elektrolyseanlæg

De efterspurgte kompetencer vedrørende jobprofilen svejser, ved fremstillingen af elektrolyseanlæg, vurderes at være allerede velkendte kompetencer. Det vurderes, at disse kompetencer kan dækkes af de eksisterende AMU-kurser, som ligger i regi af Industriens Fællesudvalg.

I tabel 2 nedenfor fremgår det, hvilke eksisterende AMU-kurser, der vurderes at være relevante i forhold til de kompetencebehov, som vi har identificeret i forhold til jobprofilen, *svejser* i forbindelse med fremstilling af elektrolyseanlæg.

Tabel 2: Relevante AMU-kurser for jobprofilen svejser ved fremstilling af elektrolyseanlæg

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
Metalforarbejdning Medarbejderen skal kunne udføre manuel metalforarbejdning: svejsning, boring, slibning, skæring mv.	48597 Introduktion til aluminiumsindustrien (5 dage) 47208 Operatør i metalindustrien, brancheintroduktion (2 dage) 45185 Ind/udvendig gevindskæring på drejebænk (5 dage)
Svejseteknikker Medarbejderen skal have bredt kendskab til svejseteknikker og materialetyper.	46980 Svejseprocesser og kontrol af svejsearbejde (5 dage) 45117 Materialelære, rustfri stål (3 dage) 45118 Materialelære, stål (3 dage) 46981 Kvalitetsstyring af svejsearbejde (5 dage) 44530 Arbejds miljø og sikkerhed, svejsning/termisk (1 dag) 45141 Brandforanstaltninger v. gnistproducerende værktøj (1 dag) I forhold til kompetencer inden for svejseteknikker, findes der en række certifikater inden for svejsning (Lysbuesvejsning, MAG svejsning, TIG svejsning, MIG svejsning mv.). Disse svejsekurser er alle hjemmehørende i FKB 2858 Svejsning, skæring og maritim produktion i metal.
Styring og programmering af svejserobotter Medarbejderen skal kunne styre og programmere svejserobotter.	47225 Betjening og basis programmering af svejserobot (3 dage) 47226 Programmering og optimering af svejserobot (3 dage) 47227 Robotsvejsning med processerne TIG/Plasma (2 dage) 47228 Robotsvejsning med processerne MIG/MAG (2 dage)

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
<p>Dokumenteret faglig opdatering og materialeerfaring Medarbejderen skal have de fornødne svejsecertifikater i forhold til at kunne udføre de anvendte svejseteknikker på de specifikke materialer som indgår i produktionen.</p>	<p>I forhold til dokumentation af svejsecertifikater kan disse dokumenteres af stålsvejsere ved at tilgå www.svejsepas.dk. Her ligger alle beståede svejsecertifikater digitalt. Stålsvejseren kan også dele overblik over sine beståede svejsecertifikater med sin arbejdsgiver.</p>

Kompetencedækning af jobprofilen montagearbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg

De identificerede kompetencer vedrørende montage af elektrolyseanlæg, vurderes at kunne overvejende dækkes af de eksisterende AMU-kurser, som ligger i regi af Industriens Fællesudvalg eller andre udvalg. Der er dog enkelte kompetenceområder, hvor det vurderes, at der i dag ikke er 100% AMU-kursusdækning. Der er tale om følgende områder:

- **Materialekendskab:** Grundlæggende viden om brints egenskaber, så man har en forståelse for, hvad modificeringer i montageprocessen kan betyde for egenskaberne ved det færdige elektrolyseanlæg
- **Workmanship:** Grundlæggende kompetencer i forhold til at kunne planlægge samling af delemner og emner til montering. Derudover at kunne anvende arbejdstegninger ved samling af komponenter af elektrolyseanlæg og kunne overskue den samlede arbejdsgang i monteringen samt at foretage de påkrævende tjek undervejs i processen.

I tabel 3 nedenfor fremgår det, hvilke eksisterende AMU-kurser, der vurderes at være relevante i forhold til de kompetencebehov, som vi har identificeret i forhold til jobprofilen, montagearbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg

Tabel 3: Relevante AMU-kurser for jobprofilen montagearbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
<p>Dokumentation af produktionsprocessen Medarbejderen skal kunne dokumentere produktionsprocessen på en måde, som lever op til de opstillede normer for dokumentation.</p>	<p>48562 Anvendelse af produktionsdata (3 dage) 48238 Produktionsgruppers udarbejdelse af eSOP (2 dage)</p>

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
<p>Kvalitetsbevidsthed Medarbejderen skal have øje for, at man ikke sender kritiske produktionsfejl videre produktionsprocessen.</p>	<p>49250 Kvalitetsmodeller i industrien (1 dag) 49254 Forebyggelse af fejl i produktionen (2 dage)</p>
<p>Procesoptimering Medarbejderen skal have øje for kritiske punkter i produktionsprocessen og evne at give input til løbende optimeringer af produktionen.</p>	<p>49086 Anvendelse af LEAN værktøjer i produktionen (5 dage) 40658 Produktionsoptimering for operatører v.h.a. Lean (1 dag) 43937 Anvendelse af 5-S modellen for operatører (2 dage) 43938 Lean-kortlægning af værdistrøm for operatører (3 dage)</p>
<p>Workmanship Medarbejderen skal kunne planlægge samling af delemner og emner til montering, kunne udføre samling af komponenter til elektrolyseanlæg efter arbejdstegning, kunne overskue den samlede arbejdsgang i monteringen samt kunne foretage de påkrævede tjek undervejs i processen.</p>	<p>Det vurderes, at I forhold til dette kompetencebehov mangler der AMU-kurser, der dækker følgende kompetencebehov:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunne planlægge samling af delemner og emner til montering • Kunne anvende arbejdstegninger ved samling af komponenter i elektrolyseanlæg • Kunne overskue den samlede arbejdsgang i monteringen og foretage de påkrævede tjek undervejs i processen
<p>Compliance Medarbejderen skal have øje for, at ens montagearbejde kan udgøre en sikkerhedsrisiko i slutproduktet og derfor gøre tingene ordentlig, kunne følge de opsatte standarder og procedurer for produktionen.</p>	<p>49430 Kvalitetsstyring i virksomheder (2 dage)</p>
<p>Materialekendskab Grundlæggende viden om brints egenskaber, så man har en forståelse for, hvad modificeringer i montageprocessen kan betyde for egenskaberne ved</p>	<p>Der er ikke fundet nogle relevant AMU-kurser i forhold til dette kompetencebehov</p>

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser der kan imødekomme behovet
det færdige elektrolyseanlæg.	
Elektroteknik Medarbejderen skal have en grundlæggende elektrofaglig viden, så man har forståelse for, hvordan den elektricitet der sendes ind i elektrolyseanlægget, vil reagere med det som er monteret inde i anlægget.	48403 Grundlæggende el-lære for operatører – AC (3 dage) 48427 Grundlæggende el-lære for operatører – DC (3 dage) 49399 El-introduktion for reparatører 1, el-lære (5 dage) 49416 Automatiske anlæg 1-1, el-lære og relæteknik (5 dage)

Kompetencedækning af jobprofilen kvalitets- og testarbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg

På baggrund af analysen vurderes det, at kompetencebehovene for jobprofilen, kvalitets- og testarbejder, ikke umiddelbart kan dækkes af det eksisterende AMU-udbud. Profilen er meget specialiseret i forhold til at kunne udføre kvalitets- og testopgaver specifikt for elektrolyseanlæg. Dette kræver specialiserede kurser som adresserer netop de tekniske fagligheder, der er brug for ved test af elektrolyseanlæg samt diagnosticering af fejl på elektrolyseanlæg og udbedring af disse. Vi oplever ved virksomheden, som gør brug af denne jobprofil, at kompetencebehovet for profilen i dag dækkes via sidemandsoplæring. Såfremt, der skal udvikles AMU-kursus til denne jobprofil, bør det afklares, hvorvidt der er tilstrækkelig volumen i målgruppen, til at udvikle et eller flere AMU-kurser til denne jobprofil.

4.3 AMU-kompetencedækning af jobprofiler inden for fremstilling af dele til elektrolyseanlæg

De identificerede kompetencer vedrørende jobprofiler ved fremstilling af dele til elektrolyseanlæg, vurderes at kunne dækkes af de eksisterende AMU-kurser, som ligger i regi af Industriens Fællesudvalg.

I tabel 4 nedenfor fremgår det, hvilke eksisterende AMU-kurser, der vurderes at være relevante i forhold til de kompetencebehov, som vi har identificeret i forhold til jobprofilen produktionsarbejder/industrioperatør inden for fremstilling af dele til elektrolyseanlæg.

Tabel 4: Relevante AMU-kurser for jobprofilen produktionsmedarbejder/industrioperatør inden for fremstilling af dele til elektrolyseanlæg

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser, der kan imødekomme behovet
<p>Overvågning og betjening af anlæg Medarbejderen skal kunne styre og overvåge produktionsanlæg, herunder kunne programmere og betjene automatiserede anlæg/robotter.</p>	<p>48572 Basis maskinforståelse for operatører (3 dage) 44230 Instruksjon og oplæring på procesanlæg (3 dage) 47290 Produktion for operatører i procesindustrien (3 dage) 48894 Håndtering med industrirobotter for operatører (5 dage) 48905 Robotbetjening for operatører (5 dage) 48904 Robot, periferiudstyr for operatører (5 dage) 44384 Maskin- og el-sikkerhed for operatører, procesind. (2 dage) 49377 Sikker adfærd i produktionen (1 dag) 48562 Anvendelse af produktionsdata (3 dage) 48238 Produktionsgruppens udarbejdelse af eSOP (2 dage) 48395 Etablering af teams (2 dage) 49376 Samarbejde i teams (2 dage)</p>
<p>Kvalitetsbevidsthed Medarbejderen skal kunne udføre kvalitetskontrol af produkter og forstå betydningen af at overholde givne produktionsforskrifter i forhold til slutproduktets kvalitet. Endvidere skal medarbejderen kunne medvirke ved forebyggelse af fejl, som påvirker produktets slutkvalitet.</p>	<p>45370 Kvalitetsbevidsthed ved industriel produktion (3 dage) 49250 Kvalitetsmodeller i industrien (1 dag) 49430 Kvalitetsstyring i virksomheder (2 dage) 48074 Kommunikation om kvalitet i virksomheder (1 dag) 49254 Forebyggelse af fejl i produktionen (2 dage)</p>
<p>Lean Medarbejderen skal kunne anvende lean koncepter i produktionen som en metode til at øge produktiviteten og sikre en stabil kvalitet.</p>	<p>49589 Intro til Lean (1 dag) 49614 Forankring af en LEAN kultur i produktionen (3 dage) 49086 Anvendelse af LEAN værktøjer i produktionen (5 dage) 43938 Lean-kortlægning af værdistrøm for operatører (3 dage) 40658 Produktionsoptimering for operatører v.h.a. Lean (1 dag) 43937 Anvendelse af 5-S modellen for operatører (2 dage) 48676 Six Sigma for produktionsmedarbejdere 1 (2 dage)</p>

Kompetencebehov	Eksempler på AMU-kurser, der kan imødekomme behovet
	48677 Six Sigma for produktionsmedarbejdere 2 (3 dage)
Produktionsoptimering Medarbejderen skal kunne bidrage til den løbende optimering af arbejdsprocesser.	45939 Driftsoptimering af produktionsforløb/procesflow (5 dage) 43943 Logistik for produktionsmedarbejdere (5 dage) 43939 Systematisk problemløsning for operatører (2 dage) 47373 Praktisk problemløsning for operatører (3 dage) 49428 Omstillingseffektivisering for operatører (2 dage)
Digital produktion Medarbejderen skal kunne navigere kompetent i en digitaliseret og automatiseret produktion.	21199 Digitalisering i produktionen 1 (2 dage) 49644 Digitalisering i produktionen 2 (3 dage) 49555 Procesindustri, intro digitaliseret automation (5 dage) 14948 Anvendelse af digitaliseret produktionsudstyr (5 dage)
Vedligehold og fejlfinding Medarbejderen skal kunne identificere, lokalisere og udføre enkel forebyggende vedligehold og fejlfinding på maskiner og anlæg.	49383 Operatørstyret optimering af vedligeholdet (5 dage) 49372 Operatør vedligehold, produktionsanlæg/automatik (5 dage) 49254 Forebyggelse af fejl i produktionen (2 dage) 49639 Styring af aktiver for operatører i industrien (2 dage) 45940 Fejlfinding på automatik og instrumentering (5 dage)
Dokumentation Medarbejderen skal kunne dokumentere i henhold til de opstillede normer for dokumentation af produktionen.	48562 Anvendelse af produktionsdata (3 dage) 48238 Produktionsgruppers udarbejdelse af eSOP (2 dage)

5. Konklusion

Størstedelen af de kompetencebehov, der er identificeret i forhold til de jobprofiler, som indgår ved udvikling og drift af PtX-anlæg eller fremstilling af hele eller dele af elektrolyseanlæg, kan dækkes af nuværende AMU-kurser.

Der er dog nogle enkelte kompetencebehov for nogle af jobprofilerne, som vi vurderer ikke kan dækkes via eksisterende AMU-kurser. Det drejer sig om følgende kompetencebehov:

For jobprofilerne inden for udvikling og drift af PtX storskalaanlæg kan følgende kompetencebehov ikke dækkes via eksisterende AMU-kurser:

- Forståelse for materialer og deres egenskaber, fx ved valg af komponenter og konstruktion af PtX anlæg
- Kompetencer i forhold til at kunne bidrage til optimering af PtX anlæg ved hjælp af automatisering og robotter

For jobprofilen montagearbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg kan følgende kompetencebehov ikke dækkes via eksisterende AMU-kurser:

- Materialekendskab: Grundlæggende viden om brints egenskaber, så man har forståelse for, hvad modificeringer i montageprocessen kan betyde for egenskaberne ved det færdige elektrolyseanlæg
- Workmanship: Grundlæggende kompetencer i forhold til at kunne planlægge samling af dele og emner til montering, samt i forhold til at kunne overskue den samlede arbejdsgang i monteringen og foretage de påkrævede tjeks undervejs i processen.

Derudover er der en af de identificerede jobprofiler, som det vurderes i dag, der ikke kan kompetencedækkes af eksisterende AMU-kurser. Det drejer sig om **jobprofilen kvalitets- og testmedarbejder ved fremstilling af elektrolyseanlæg**. Der er tale om meget specialiserede kompetencebehov, der specifikt adresserer de teknisk-faglige færdigheder, der er brug for i forhold til at arbejde med de testsystemer, som er udviklet specifikt til at teste elektrolyseanlæg, både på systemisk niveau og på komponentniveau. Det er vurderingen i projektet, at i forhold til evt. udvikling af AMU-kurser til denne jobprofil, bør det indledningsvist afklares, hvorvidt målgruppen for de udviklede kurser er tilstrækkelig stor til, at der er grundlag for at udvikle et eller flere AMU-kurser til netop denne jobprofil.

I forhold til det videre arbejde med at uddannelsesdække PtX-branchen med AMU-kurser er det projektets anbefaling, at Industriens Fællesudvalg har det som opmærksomhedspunkt, hvorvidt AMU-systemet har de fornødne kompetencer og volumen til at kunne uddannelsesdække, når PtX branchen igen oplever vækst.

En af de interviewede virksomheder giver udtryk for en bekymring for om AMU-systemet har de fornødne kompetencer, når branchen igen oplever vækst. Denne virksomhed

oplever, at AMU-systemets kompetencer i forhold til PtX-branchen i dag ikke er gode nok. Det gælder især for de jobprofiler inden for udvikling og drift af PtX storskalaanlæg

Noget af det, som kan være en barriere for et kompetent AMU-udbud til PtX-branchen er, at der hersker stor usikkerhed omkring PtX branchens kommende efterspørgsel efter medarbejdere. Dette er en barriere for, at de enkelte AMU-udbydere prioriterer at opbygge underviser-kompetencer inden for PtX produktion

Flere studier peger på, at omskoling af medarbejdere fra olie-og gasindustrien er den mest oplagte kompetenceforsyningsstrategi, særligt for virksomheder, som arbejder med drift med PtX anlæg og/eller planlægger en kommende drift af CCS anlæg. Norge, Holland og Spanien samt Storbritannien har allerede erfaringer med omskoling til PtX-branchen, hvorfor der kan være erfaringer at trække på fra disse lande, hvis der bliver behov for en omskolingsindsats i Danmark i forhold til særlig drift af PtX-anlæg³⁹

Der findes i dag allerede en del udenlandsk undervisningsmateriale til brintproduktion, som sandsynligvis også vil kunne integreres i et dansk AMU uddannelsesstilbud til branchen. En oversigt over eksisterende udenlandske undervisningsmaterialer omkring PtX produktion, som kan hentes gratis, fremgår af bilag 2.

Bilag 1: Projektets metode og gennemførte aktiviteter

Projektet er gennemført i perioden august 2023 til november 2024.

Projektets mål har jf. side 1 i rapporten været følgende:

- At få kortlagt, hvilke arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe, der findes i forhold til PtX (PtX) og beslægtede teknologier, samt få kortlagt eksisterende viden om forventede udviklingstendenser for PtX og beslægtede teknologier i de kommende 5 år.
- At få identificeret jobprofiler i relation til fremstilling og distribution af PtX og beslægtede teknologier, som er relevant for IF's målgrupper.
- At få afdækket, hvilke kompetencebehov, der knytter sig til de identificerede jobfunktioner.
- At få vurderet, om de eksisterende kompetencebehov kan dækkes via eksisterende AMU-kurser, eller om der er behov for nyudvikling og/eller revision af eksisterende AMU-kurser for at dække kompetencebehovet.

Projektet har anvendt fire forskellige metoder til at opnå resultater til projektets opstillede mål. Der er tale om følgende fire metoder:

Desk research

Der har været gennemført en indledende desk research, hvor fokus har været på at give svar på projektets første mål:

At få kortlagt, hvilke arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe, der findes i forhold til PtX (PtX) og beslægtede teknologier, samt få kortlagt eksisterende viden om forventede udviklingstendenser for PtX og beslægtede teknologier i de kommende 5 år.

Der er i desk researchen blevet indsamlet den eksisterende viden om, hvilke arbejdsområder af relevans for IF's målgruppe, der er inden for industriel brug af PtX og beslægtede teknologier. I desk researchen har der også været fokus på, at kortlagt eksisterende viden om forventede udviklingstendenser for de virksomheder, som arbejder med PtX eller beslægtede teknologier i de kommende 5 år. Den indledende desk research har dannet baggrund for beslutning om, hvilke virksomheder og eksperter, der efterfølgende er blevet kontaktet med henblik på interview, for at få en dybere viden om, hvilke jobprofiler og kompetencebehov, der er relevant for IF's målgruppe i forhold til PtX og beslægtede teknologier. Den indledende desk research har også dannet grundlag for at afgrænse, hvilken dele af værdikæden for PtX, der skal indgå i projektets empiriske undersøgelser, samt hvad der forstås med beslægtede teknologier i forhold til PtX.

Undervejs i projektet har der været foretaget opfølgende desk research i forhold til forventede udviklingstendenser for PtX branchen i de kommende fem år. Dette har været gjort ud fra en betragtning om, at PtX branchen i Danmark er inde i en meget dynamisk udviklingsproces, hvor branchen løbende oplever markant ændrede

markedsvilkår, som følge af både politiske og markedsmæssige forhold. Dette har en effekt på, hvilke arbejdsområder og forventede udviklingstendenser der forventes at blive for PtX branchen i Danmark. Det har ud fra dette været vurderingen, at det har været nødvendigt at foretage en løbende desk research i projektet, for at kunne levere et så nøjagtigt og opdateret billede af PtX branchens arbejdsområder og udviklingstendenser i projektets slutrapport.

Kvalitative interviews med virksomheder og eksperter

På baggrund af den gennemførte desk research er der blevet udvalgt 15 virksomheder/eksperter, som det har været vurderet relevant at interviewe. Disse aktører er blevet kontaktet med henblik på gennemførelse af interview, enten som et online interview eller som et fysisk interview. I nogle af de gennemførte fysiske interviews har der også være rundvisning i virksomhedens produktion.

Der er i projektet blevet gennemført interviews med fire eksperter og seks virksomhedsrepræsentanter. Alle interviewede har været ansat i virksomheder, som er en del af PtX værdikæden. Nogle af de interviewede har været at betragte som eksperter, fordi deres viden pga. deres funktion gik på tværs af værdikæden for PtX produktion. Alle interviews har været gennemført på baggrund af en semistruktureret interviewguide, der har indeholdt spørgsmål om følgende temaer:

- Virksomhedens historie
- Virksomhedens produktion
- Virksomhedens organisation
- Jobprofiler, organisering og værdikæde
- Teknologi og produktion
- Udviklingstendenser i fremtiden
- Rekruttering og uddannelse
- Afslutning: Øvrige forhold, som virksomheden ser relevant i forhold fremtidige kompetencebehov

En anonymiseret liste af respondenter, som har deltaget i kvalitative interviews, fremgår af tabel A:

Tabel A: Oversigt over respondenter interviewet i projektet

Respondent	Virksomhed	Ekspert	Virksomhedens produkt
A	X		Udvikling og produktion af Kerosene (flybrændstof) baseret på grøn brint.
B	X		Produktion af olie ved brug af grøn brint, som virksomheden producerer, som et joint venture sammen med en virksomhed som er specialiseret i PtX produktion.
C	X		Drift og udvikling af et PtX anlæg, som er baseret på solcelleenergi.

Respondent	Virksomhed	Ekspert	Virksomhedens produkt
			Anlægget skal producere brint, som herefter forædles til grøn Methanol
D		X	Udvikling og drift af PtX anlæg, der skal producere brint med en kapacitet op til 2 GW.
E	X		Producerer elektrolyseanlæg til PtX anlæg
F	X		Forskning og udvikling af produktion af bl.a. e-metan vha. grøn brint
G	X		Udvikling af produktion af e-metan vha. grøn brint
H		X	Produktion af e-metan vha. grønt brint.
I		X	Produktion af elektrolyseceller samt udvikling af prototyper for PtX anlæg.
J		X	Ved interviewtidspunktet investor i 11 PtX projekter i Danmark, Sverige og øvrige lande.

De gennemførte interviews er blevet analyseret i forhold til at identificere ny viden, der kan bidrage til primært at besvare projektets to mål vedr. jobprofiler og kompetencebehov:

- At få identificeret jobprofiler i relation til fremstilling og distribution af PtX og beslægtede teknologier, som er relevant for IF's målgrupper.
- At få afdækket, hvilke kompetencebehov, der knytter sig til de identificerede jobfunktioner.

Kvalificering af de analytiske resultater ved brug af survey

Der er efter, at de gennemførte interviews er blevet analyseret, blevet gennemført en kvantitativ kvalificering af de analytiske resultater, Der er blevet udarbejdet en survey med 10 spørgsmål, der er har været udsendt til 15 virksomheder, som arbejder med drift og udvikling af PtX eller beslægtede teknologier og/eller fremstilling af elektrolyseanlæg eller dele hertil. I alt fem af de adspurgte virksomheder har besvaret spørgeskemaet. Den relativ beskedne svarprocent tilskrives, at branchen pt. er et udfordret sted, hvor en del projekter er sat på pause, og derfor kan en del af de adspurgte virksomheder pt. ikke udtale sig konkret omkring jobprofiler og kompetencebehov i relation til drift og udvikling af PtX anlæg samt fremstilling af elektrolyseanlæg og dele hertil. De besvarelser, som er modtaget i surveyen bekræfter den viden omkring jobprofiler og kompetencebehov, som er blevet identificeret i de gennemførte interviews.

Udarbejdelse af slutrapport

Som afslutning på projektet er der blevet udarbejdet en slutrapport. Slutrapporten dokumenterer alle resultater og konklusioner fra projektets foregående faser. Endvidere fremgår det i slutrapporten, at projektets mål vedr. uddannelsesdækning af de identificerede kompetencebehov besvares:

- At få vurderet, om de eksisterende kompetencebehov kan dækkes via eksisterende AMU-kurser, eller om der er behov for nyudvikling og/eller revision af eksisterende AMU-kurser for at dække kompetencebehovet.

Bilag 2: Udenlandsk undervisningsmateriale omkring PtX produktion, som kan hentes gratis

<https://fchgo.eu/toolkit/index.html>

<https://www.uib.no/en/hyschool/159158/webinars>

<https://hyresponder.eu/>

<https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/learn-about-hydrogen/education-materials>

<https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/learn-about-hydrogen/training-programmes>

<https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/learn-about-hydrogen/hydrogen-basics>

<https://h2excellence.eu/>

Kildefortegnelse

- ¹ Teknologisk Institut (2024). *Teknologiudvikling blandt leverandører af PtX*, s. 5.
https://www.teknologisk.dk/_/media/90760_Rapport%20-%20Teknologiudvikling%20blandt%20leverand%F8rer%20af%20PtX-teknologi%20og%20PtX-anl%E6g.pdf
- ² Energinet (2019). *PTX i Danmark før 2030*, s. 5.
<https://energinet.dk/media/ridkibgb/ptx-i-danmark-foer-2030.pdf>
- ³ Aalborg Universitet (07/12-2020). *Konkurrencedygtig og kulstofneutral e-methanol til transport- og kemikaliesektoren*.
<https://www.aau.dk/samarbejde/virksomheder/udnyt-opfindelser/opfindelser-teknologier/konkurrencedygtig-og-kulstofneutral-e-methanol-til-transport-og-kemikaliesektoren>
- ⁴ Energistyrelsen (30/11-2021). *Eksport af Power-to-X produkter*, s. 7.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/eksport_af_power-to-x-produkter.pdf
- ⁵ Ebbehøj, Søren Lyng, Energistyrelsens PtX sekretariatet (5/3-2024). *Velkomst og introduktion til Power-to-X*, s. 10. Præsentation ved Energistyrelsens temadag om Power-to-X den 5. marts 2024.
- ⁶ Rambøll (Maj 2021). *Export Potential CCUS & PTX Technology*, s. 10.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/ptx_and_ccus_technology_export_potential.pdf
- ⁷ Topsoe: Bridging the Gap. *Transforming renewable energy and the net-zero future of hard-to-abate sectors with Power-to-X*, s. 6-12.
<https://engage.topsoe.com/y1530201419>
- ⁸ Rambøll (Maj 2021). *Export Potential CCUS & PTX Technology*, s. 10.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/ptx_and_ccus_technology_export_potential.pdf
- ⁹ Rambøll (Maj 2021). *Export Potential CCUS & PTX Technology*, s. 10.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/ptx_and_ccus_technology_export_potential.pdf
- ¹⁰ Kristensen, P. (Jan 2024). *Lad os handle nu og starte arbejder med en fælles CO2-infrastruktur*. Børsen. https://borsen.dk/nyheder/opinion/lad-os-handle-nu-og-starte-arbejdet-med-en-faelles-co2-infrastruktur?b_source=baeredygtig&b_medium=row_0&b_campaign=news_5
- ¹¹ DNV (Jan 2024). *Denmark as a European CO2 Hub*. <https://co2hubeurope.dk/wp-content/uploads/2024/01/Denmark-as-a-European-CO2-hub-Final-Report.pdf>
- ¹² DNV (Jan 2024). *Denmark as a European CO2 Hub*, s. 41.
<https://co2hubeurope.dk/wp-content/uploads/2024/01/Denmark-as-a-European-CO2-hub-Final-Report.pdf>

-
- ¹³ DNV (Jan 2024). *Denmark as a European CO2 Hub*, s. 41.
<https://co2hubeurope.dk/wp-content/uploads/2024/01/Denmark-as-a-European-CO2-hub-Final-Report.pdf>
- ¹⁴ Energistyrelsen (7/2-2023). *Punktkilder til CO2 – potentialer for CCS og CCU (2022 opdatering)*. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/CCS/punktkilder_til_co2_-_potentialer_for_ccs_og_ccu_2022-opdatering.pdf
- ¹⁵ Andersen, Morten Munk (14/9-2023). *Alle danske brintstationer lukker*. Ingeniøren.
<https://ing.dk/note/alle-danske-brintstationer-lukker#:~:text=Alle%20eksisterende%20brinttankstationer%20i%20Danmark,Danmark%20er%20ikke%20klar%20endnu>
- ¹⁶ Ritzau (8/10-2024). *Minister må "bide i bordkanten" og udskyde stort grønt projekt*. Bragt i Politiken. <https://politiken.dk/klima/art10106598/Minister-m%C3%A5-%C2%BBbide-i-bordkanten%C2%AB-og-udskyde-stort-gr%C3%B8nt-projekt?srsltid=AfmBOoorJGndfM3mxPl-K0GVsIGkxQV-Zq7m-19hzo6twSoKlHm8CiAs>
- ¹⁷ Rambøll (Maj 2021). *Export Potential CCUS & PTX Technology*, s. 9.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/ptx_and_ccus_technology_export_potential.pdf
- ¹⁸ Rambøll (Maj 2021). *Export Potential CCUS & PTX Technology*, s. 10.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/ptx_and_ccus_technology_export_potential.pdf
- ¹⁹ Ebbenhøj, Søren Lyng, Energistyrelsens PtX-sekretariat (5/3-2024). *Velkomst og introduktion til Power-to-X*, s. 10. Præsentation ved Energistyrelsens temadag om Power-to-X den 5. marts 2024
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/oplaeg_fra_temadag_om_power-to-x.pdf
- ²⁰ Sørensen, Asger (5/3-2024). *H2 Energys erfaringer med indhentning af tilladelser og samarbejde med myndigheder*, s. 5. Præsentation ved Energistyrelsens temadag om Power-to-X den 5. marts 2024.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/oplaeg_fra_temadag_om_power-to-x.pdf
- ²¹ Energistyrelsen (25/4-2023). *Afrapportering til aftalekredsen om PtX-taskforcen*, s. 5.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/afrapportering_af_ptx-taskforce.pdf
- ²² Projektets kvalitative interviews – se bilag 1
- ²³ Sørensen, Asger (5/3-2024). *H2 Energys erfaringer med indhentning af tilladelser og samarbejde med myndigheder*, s. 5. Præsentation ved Energistyrelsens temadag om Power-to-X den 5. marts 2024-
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/oplaeg_fra_temadag_om_power-to-x.pdf
- ²⁴ Holstebro Kommune (5/3-2024). *Knudepunkt Idomlund- Helhedsplan*, s. 5. Præsentation ved Energistyrelsens temadag om Power-to-X den 5. marts 2024.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/oplaeg_fra_temadag_om_power-to-x.pdf

-
- ²⁵ Rask, Emil Bo (28/9-2024). *Brintkastellet der blev sprængt: Politikernes grønne eventyr vakler*. Berlingske Tidende. <https://www.berlingske.dk/business/brintkastellet-der-blev-spraengt-politikernes-groenne-eventyr-vakler>
- ²⁶ Teknologisk Institut (2022). *Power-to-X – et forretningsområde i vækst. En erhvervsøkonomisk analyse*, s. 31. https://www.teknologisk.dk/_media/85827_Erhvervsøkonomisk-analyse-power-to-X-emwe-komprimeret.pdf
- ²⁷ Energistyrelsen (30/10-2023). *Fleksibilitet fra PtX-anlæg*, s.13. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/analyse_af_fleksibilitet_fra_ptx-anlaeg.pdf
- ²⁸ Stubgaard, Lene og Henriksen, Sune Ribergaard, Miljøstyrelsen (5/3-2024). *Miljøgodkendelse af PtX anlæg*, s. 11. Præsentation ved Energistyrelsens temadag om Power-to-X den 5. marts 2024. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/ptx/oplaeg_fra_temadag_om_power-to-x.pdf
- ²⁹ H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s.19. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>
- ³⁰ H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s.16. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>
- ³¹ H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s.8. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>
- ³² H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s.7. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>
- ³³ H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s.7. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>
- ³⁴ H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s.7. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>
- ³⁵ Industriens Uddannelser. *Procesoperatør*. <https://iu.dk/uddannelser/erhvervsuddannelser/erhvervsuddannelser-og-specialer/procesoperator/>

³⁶ Uddannelses- og Forskningsministeriet. *Big data analyse*. <https://ufm.dk/forskning-og-innovation/forsk2025/indkomne-indspil/organisationer/akademiet-for-de-tekniske-videnskaber-atv/big-data-analyse>

³⁷ beskrivelse af kompetencebehov er hentet fra jobbeskrivelser fra virksomhederne Hysata og Brightsmith, downloadet 19/11-2024. <https://hysata.com/jobs/test-technician/https://www.linkedin.com/jobs/view/electrolyzer-technician-at-brightsmith-b-corp%E2%84%A2-3998689010/>

³⁸ H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s.7. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>

³⁹ H2 Green Skills for Hydrogen (30/6-2023). *European Hydrogen Skills Strategy. Green Skills for Hydrogen Project Deliverable D2.2*, s. 43. <https://greenskillsforhydrogen.eu/wp-content/uploads/2023/11/D2.2-Skills-Strategy-02-11-2023.pdf>