



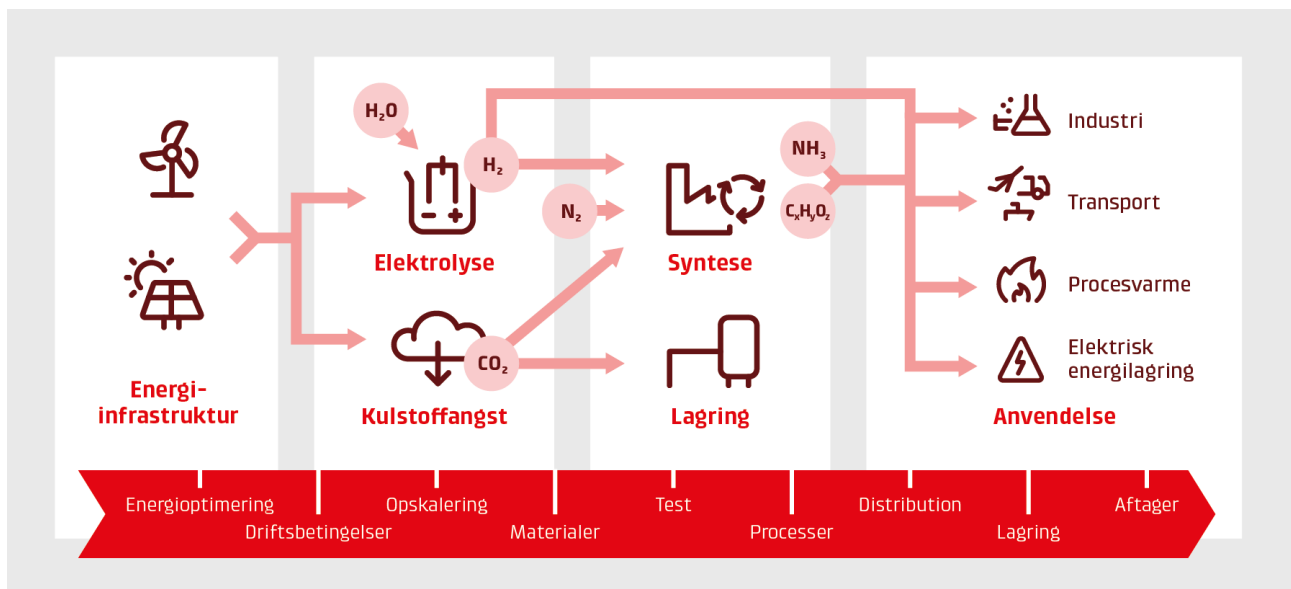
Titel: Teknologiuudvikling, implementering og test af Power-to-X & CCUS

1. Kort introduktion

Power-to-X (PtX) og Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) er centrale for overgangen til et fossilfrit samfund. PtX omdanner og lagrer vedvarende energi i grønne brændstoffer og kemikalier, mens CCUS nedbringer CO₂-emissioner også i sektorer, der er svære at elektrificere. Dansk erhvervsliv har gjort store fremskridt med at anvende disse teknologier, men flere udfordringer som teknologimodning, test og demonstration, energisystemintegration, vandkvalitetskrav samt effektiv og økonomisk rentabel production af grønne brændstoffer, kemikalier og andre syntetiske energibærere kræver løsninger, som industrien har store udfordringer med at håndtere.

Dette indsatsområde adresserer disse udfordringer med en **vision** om at gøre danske virksomheder til frontløbere inden for PtX- og CCUS ved at styrke og accelerere udviklingen, implementeringen og kommercialiseringen. Koblingen af teknologier og værdikæder inden for CCUS og PtX vil både styrke danske virksomheder inden for de enkelte områder, og give mulighed for at udnytte synergien imellem dem. Visionen sigter dermed mod at bidrage til Danmarks mål om at være uafhængig af kul, olie og gas senest i 2050.

Målet er at udvikle kompetencer, faciliteter og services inden for PtX og CCUS herunder at teste, demonstrere og udvikle nye og forbedrede teknologier, materialer, komponenter og processer, med vægt på at understøtte opskalering og integration. For at opbygge en robust værdikæde inden for branchen, både ift. kerneteknologier men også for underleverandører, rådgivere mm., er det nødvendigt, at faciliteterne og infrastrukturen er til rådighed i det danske GTS-system. Institutet vil samarbejde med universiteter, erhvervsskoler og andre videninstitutioner i forbindelse med forskning, innovation og uddannelse.



Figur: Indsatsområdets fokusområder på tværs af værdikæden for PtX og CCUS.

2. Markeds- og samfundsbehov

I en analyse fra 2023¹ er over 100 aktører, først og fremmest SMV'er, spurgt om, hvilke udfordringer den danske PtX branche står med. Her fremhæves skalering af production, modning af elektrolyse, integration i energisystem og effektiv production af grønne brændstoffer som de mest afgørende områder. I samme rapport peger over 70% på, at løsningerne bl.a. er demonstration og test i storskala. Energistyrelsen har anerkendt betydningen af PtX og vurderer, at udbygningen vil tage endnu mere fart



efter 2030, og at Danmarks langsigtede forbrug af VE-brændstoffer primært vil blive dækket af danskproduceret biogas og PtX.ⁱⁱ Ligeledes påpeger en analyse for CCUS udført i 2023ⁱⁱⁱ behovet for økonomisk stabile forretningsmodeller og større koordinering inden for CCUS-økosystemet, da investeringer i CO₂-fangst, lagring og infrastruktur skal foretages uafhængigt af hinanden, hvilket indebærer betydelig kommerciel og teknologisk risiko. Trods disse udfordringer forventes vækst i omsætning og beskæftigelse frem mod 2030. Der peges også på, at der er et stort behov for teknologisk service, herunder test- og demonstrationsfaciliteter, og at dette bør komme fra de danske GTS'er. Denne indsats adresserer disse markedsfejl ved at forbedre SMV'ers adgang til avancerede faciliteter for PtX og CCUS og styrke indsatsen for teknologimodning og energisystemintegration. Målgruppen omfatter:

- Producenter af elektrolyseanlæg og katalytiske synteseanlæg samt komponenter og materialer hertil
- Operatører og slutbrugere af elektrolyseanlæg og katalytiske synteseanlæg
- Slutbrugere af grønne brændsler til bl.a. tung transport og skibsfart samt af e-kemikalier mm.
- Producenter af CO₂-fangststyr, herunder solventbaseret, adsorption, kryogent og biologisk
- Punktkilder med høj koncentration af CO₂, herunder kraftvarmeværker, affaldsforbrændingsanlæg tung industri, raffinaderier, biogasanlæg samt skibsfart
- Infrastrukturejere, vandforsyninger samt operatører af energi og CO₂-lagre
- Underleverandører til ovenstående grupper

3. Ny teknologisk serviceydelse, kompetence og teknologi

Markedsbehovet inden for PtX og CCUS adresseres gennem fokus på opskalering, teknologimodning og integration fra materialer til systemniveau (se figur), hvilket vil resultere i følgende serviceydelser, kompetencer og infrastruktur:

- Test- og demonstrationsfaciliteter: Adgang til PtX- og CCUS-faciliteter inden for elektrolyse, katalyse, pyrolyse, m.fl. Faciliteterne vil styrke udvikling og opskalering testning, demonstration og certificering.
- Materiale- og procesoptimering: Teknologisk rådgivning og udvikling af materialer, processer, driftsbetingelser samt af teknologier for produktion af grønne brændstoffer og kemikalier.
- Fremme grønne brændstoffer: Kompetencer og faciliteter inden for udnyttelse af grønne brændstoffer som metanol og ammoniak. Dette vil omfatte rådgivning og udvikling inden for komponenter, systemer og infrastruktur ift. integration.
- Energisystemintegration: Løsninger til vandforsyninger og energiinfrastruktur, heriblandt fjernvarme, gas og elektricitet samt integration i energisystemet.
- CO₂-fangstteknologier: Teknologisk rådgivning inden for og test af solventbaserede CO₂-fangstteknologier, fokuseret på effektivisering og optimering.
- CO₂-håndtering: Rådgivning inden for materialer, udstyr og infrastruktur til håndtering af CO₂, herunder håndtering af urenheder samt teknikker for injektion af CO₂ i geologiske lagre og udvikling af billige og effektive monitoreringsteknologier til CO₂-lagre.

For at adressere tekniske udviklingsudfordringer og sikre adgang til testfaciliteterne er det essentielt at forstærke samarbejdet mellem forskning og industri og styrke industriens internationale position. Institutet har et stærkt netværk inden for PtX-, CCUS- og energisektorerne samt den kemiske industri, er aktivt med i både Inno-CCUS og MissionGreenFuels^{iv}, har en stærk portefølje af både danske og europæiske FoU-projekter samt løser adskillige opgaver for industrien. Dette skal benyttes til at danne en bred følgegruppe.

4. Centrale aktiviteter

Teknologisk Institut har udviklet stærke kompetencer og faciliteter til at støtte virksomheder i udviklingen af materialer, teknologier og processer inden for PtX og CCUS, herunder i den tidligere resultatkontrakt "Energilagring og -konvertering" samt i adskillige FoU-projekter. Dette inkluderer specialiserede



laboratorier inden for elektrokemi, motortest, energisystemintegration og carbon capture. Indsatsområdet udvider disse kompetencer og faciliteter gennem fire aktiviteter:

Materialer, processer, opskalering og nye teknologier til PtX og CCU

Forskning i og udvikling af materialer og processer, der kan anvendes til elektrolyse samt produktion og forbrug af grønne brændsler (ammoniak, kulstofbaseret), kemikalier samt videre bearbejdning af disse. Dette inkluderer overfladeløsninger, nye synteseveje og tilpasning til kemisk infrastruktur samt processer til udnyttelse af grønne brændsler. Der vil være fokus på opskalering og test samt fokus på at understøtte opbygning af demonstrationsfaciliteter og kortlægning af varierende driftsbetingelser.

Forbedring af processer og materialer inden for CCS

Optimering af metoder til CO₂ indfangning og udvikling af nye metoder med forskning i materialer og korrosion ifm. solventbaseret fangst. Pilotanlæg anvendes og udbygges til test af nye teknologier og accelererede metoder til screening af nøgleparametre samt til udvikling af metoder til reduktion af emissioner og urenheder fra fangstprocesser. Udvikling og test af direct air capture (DAC) med henblik på at nå teknologimodning på den lange bane samt udvikling af effektive metoder til lagring og monitorering.

Energisystemintegration, forsyninger og energieffektivitet for PtX- og CCUS-systemer

Udvikling af optimale energiløsninger og forsyninger til sikring af rentabiliteten af anlæg til PtX og CCUS. Der er behov for fokus på optimal udnyttelse og reduktion af energiforbruget i processerne, herunder digitalisering, samt fokus på vandudfordringerne ved PtX. Aktiviteten vil indeholde materialekvalificering og udvikling af materialer til infrastrukturkomponenter, metoder til vandoprensning, energioptimering af delprocesser i PtX og CCUS og udnyttelse af sekundære energistrømme.

National og international videndeling inden for PtX og CCUS

International erfaring og viden samles for at styrke dansk industri. Samarbejde med uddannelsesinstitutioner vil udvikle uddannelsesforløb inden for PtX og CCUS, skræddersyet til industriens behov. I fortsat tæt koordinering med GTS og dansk videncenter, er målet at organisere 3-4 store årlige events, nationalt og internationalt, for at samle topekspertise og aktører, herunder fortsættelse af den årlige GTS PtX-konference, der er et nøglearrangement i Danmark.

5. Mulige samarbejdspartnere

Indsatsen vil blive koordineret med **GTS-institutter** (primært FORCE Technology, DBI og Alexandra Instituttet) for samarbejde og alignment, samt bygge videre på samarbejder med **nationale videninstitutioner** (universiteterne, CORC, CAPEX, NEST, TEC, maskinmesteruddannelser) og **internationale RTO'er** (SINTEF, RISE, VTT, VITO, TNO, Fraunhofer, DLR, HyCentA m.fl.) bl.a. gennem FoU-projekter i Danmark og EU. Indsatsen kobles på **missionsdrevne tiltag** (MissionGreenFuels, Inno-CCUS) og vil sikre samarbejde med de andre to missioner, som Instituttet også er del af. Samarbejdet med **netværk** (Green Hub Denmark, CO₂ Value Europe, ERRA JP CCUS, Hydrogen Europe Research), **klynger** (Energy Cluster Denmark, CLEAN, Danske Maritime) samt **danske virksomheder** vil desuden blive udbygget.

ⁱ POWER-TO-X: Et vækstområde møder udfordringer, november 2023, ISBN: 978-87-91461-67-5.

ⁱⁱ Energistyrelsen: Energiforudsætninger til Energinet: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Hoeringer/af22_-_sammenfatningsnotat.pdf

ⁱⁱⁱ CCUS: Sådan bliver Danmark klar til det grønne erhvervseventyr, Teknologisk Udsyn nr. 1, oktober 2023.

^{iv} Mere info om de to InnoMissions kan findes på hjemmesiderne <https://inno-ccus.dk/> og <https://missiongreenfuels.dk/>.