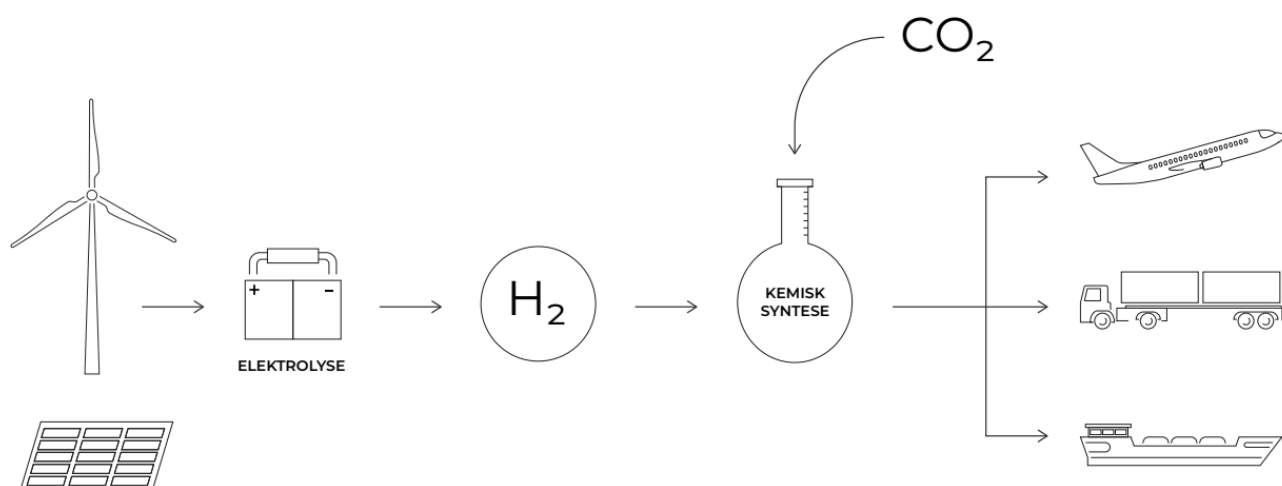


Strategi for power-to-x i Danmark

IDAs forslag til national strategi for udvikling og udbredelse af power-to-x



Indhold

Hvorfor power to X?.....	3
Hvad skal strategien for power-to-x løse?	4
De tre faser på vej mod 2030	6
Fase 1: Test, test, test og demonstration – og så udvikling igen	6
Fase 2: Mere test og demonstration og markedsudbredelse kommer i gang	8
Fase 3: Produkter bliver udbredt på markedet	9

IDAs forslag til Strategi for power 2 x i Danmark bygger på IDAs Klimasvar- Transport og energiløsninger 2030 (Lund, H., Mathiesen, B. V., Thellufsen, J. Z., Sorknæs, P., & Skov, I. R. (2020).

Yderligere har følgende rapport indgået i arbejdet:

Handlingsplan for storskala anvendelse af elektrolyse i Danmark, Iva Ridjan Skov, Brian Vad Mathiesen Department of Planning The Technical Faculty of IT and Design Sustainable Energy Planning Research Group, (2018)

Hvorfor power to X?

I IDA mener vi, at danske klimaløsninger kan og skal bygge på et 100% vedvarende energisystem. IDAs seneste klimascenarie hedder IDAs Klimasvar – Energi og transport 2030. Det viser, at elektrificering og energieffektivisering er de to helt centrale udviklingsområder, hvis Danmark skal nå sit langsigtede mål om klimaneutralitet.

Men i IDAs Klimasvar viser også, at Danmark har brug for at finde løsninger for industri og transport, der hvor elektrificering ikke er muligt. Power-to-x baseret på vedvarende energi er netop sådan løsning.

Power-to-x, electrofuels, flydende el mv. Kært barn har mange navn, men grundlæggende handler power to x om at bruge strøm fra vindkraft til at producere grønne brændstoffer, der kan hældes på et fly, bruges til tunge industrielle processer eller fyldes på et containerskib. Altså fra strøm – *power* – til alle mulige brændsler – *X*. Vi har døbt de grønne brændstoffer 'electrofuels', fordi de får energien fra strøm.



I IDAs Klimasvar vurderes det, at allerede i 2030 vil Danmark have brug for electrofuels hvis vi skal nå vores klimamål:

- 20 pct. electrofuels (DME/metanol) til lastbiler og varevogne (9,8 PJ)
- 10 pct. electrofuels (ammoniak) til skibe i 2030 (0,6 PJ).
- 2 pct. electrofuels (jetfuel) til indenrigsfly (0,3 PJ)

Men power to x er ikke kun interessant i forhold til at kunne levere nye typer af grønne brændsler. Med en højere andel af fluktuerende vedvarende energi, fra vind og sol i Danmark er der et øget behov for at kunne opbevare elektricitet; da fleksibilitet, i form af energiopbevaring, er nødvendig for et velfungerende og robust vedvarende energisystem. Elektrolyse kan her spille en rolle i energilagring i perioder med lidt vind. Energilagring – igennem kemisk energi via elektrolyse – er, hvis det er indtænkt i projektering af anlæg, billigere end batterier eller varmeopbevaring.

I korte træk er kæden i 'power to x'-konceptet sådan her: Grøn strøm fra vind bliver brugt til elektrolyse, der omdanner vand (H_2O) til brint (H_2). Brinten kan så bruges i sig selv som brændstof, hvilket har en række muligheder, men også udfordringer. Så i stedet kan brinten kombineres med en kulstofkilde og blive til fx metan og metanol eller med Nitrogen (N) og blive til ammoniak. Med andre ord en eller anden gas eller væske, fyldt med energi, som kan flyttes rundt og bruges fx i transportsektoren.

Udviklingen af power to x og electrofuels får også opmærksomhed i andre lande, fordi det også her bliver set som en løsning på vejen mod klimaneutralitet. Vi ser allerede nu investeringer både i store brintanlæg, i brintinfrastruktur og projekter der kombinerer brint med vedvarende energi. Meget tyder derfor på, at der vil blive konkurrence på markedet for power-to-x,

men også at der vil være et marked for eksport både af brændsler og af de teknologier, der udgør produktionsanlæggene. Lande som Holland, Tyskland og Japan er langt fremme – men Danmark har gode forudsætninger for at være med i den internationale udvikling omkring power-to-x. Vi har et veludbygget elnet, store potentialer for at udvide vores vind-el-produktion, vi har virksomheder med ekspertise på området og vi har fjernvarme, der kan bruge overskudsvarmen for produktionen af brint og dermed gøre produktionen både mere energieffektiv og billigere. Det er gode grundforudsætninger for at kunne udnytte potentialet fuldt i power to x.

Det er derfor oplagt, at vi her i Danmark nu tager de næste skridt mod at udvikle og anvende power to x-teknologierne. For at vi kan lykkes kræver det, at vi laver en national strategi for udvikling og udbredelse af teknologien.

Hvad skal strategien for power-to-x løse?

En strategi for power-to-x skal sikre, at vi på én gang får en produktion af mindre klimabelastende brændstoffer og får udnyttet erhvervspotentialet, så vi på det grundlag kan skabe arbejdspladser og eksport.

Danmark har fem væsentlige styrker:

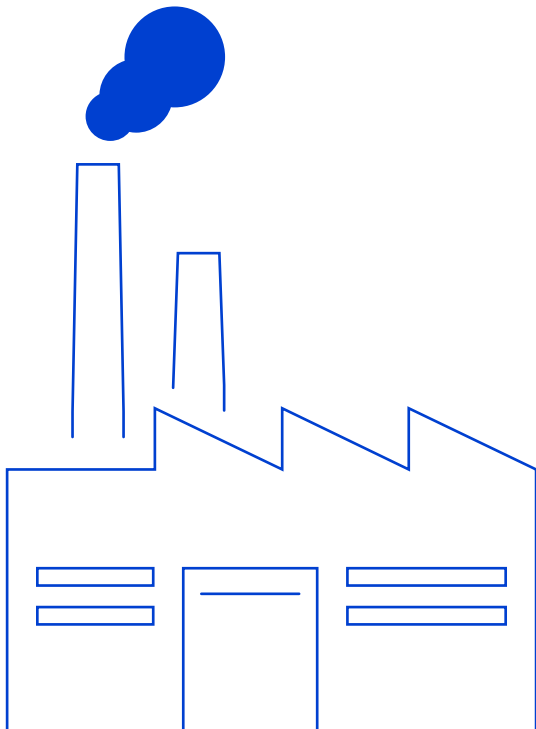
1. Vi er gode til havvind, der kan være den billige vedvarende energikilde til PtX
En udbygning af power-to-x vil kræve udbygning af vedvarende energikilder, der kan levere energi til produktionen.
2. Vi er gode til sammenhængende energisystemer. fx kan vi bruge overskudsvarme fra produktionen og derved minimere det samlede energitab ved processen og får en bedre økonomi.
3. Vi har virksomheder med viden om og erfaringer med elektrolyse.
4. Vi har virksomheder med viden om og erfaringer med kemisk syntese.
5. Vi har en god tradition for samarbejde i udviklingsklynger og både på langs og på tværs i produktionskæden.

Men Danmark har også en række udfordringer vi skal løse for at kunne udnytte potentialerne i power-to-x. I Danmark skal vi i gang med:

1. Udvikle billig storskala brint anlæg
Billig brint er nødvendigt for at de flydende brændsler kan konkurrere på markedet. Derfor er udvikling af elektrolyse-teknologierne helt centralt for, at power-to-x kan gøre en forskel.
2. Lære at opsamle C (carbon)
Hvis power to x skal kunne bidrage til et klimaneutralt samfund, så skal vi kunne indfange og genbruge carbon (C). I IDAs Klimasvar foreslås en kombination af CO₂ fra punktkilder som cementproduktion, biogas og andre kraftværker. Der anvendes ikke air-capture til CO₂-fangst (det vil sige CO₂ hives ud fra atmosfæren) pga. omkostninger og teknologiens modenhed, men dette kan være en vigtig teknologi på længere sigt mht. elektrofuels samt CO₂-behovet generelt frem mod 2045
3. Teste og gennemføre demonstration i alle dele af produktions- og aftagerkæden
Der er allerede kendte teknologier til Power-to-X, men de skal opskaleres og udvikles yderligere. Den væsentligste udfordring er at få dem til at spille sammen med hinanden. Brændselsceller skal også udvikles, opskaleres og ned i pris.

4. Udvikle og påvirke udviklingen af standarder på brændstoffer
I nogle tilfælde (fx ammoniak) skal motorer udvikles så de kan bruge de nye brændsler. Brændselsceller kan anvendes til omsætning af brint, metanol, metan, ammoniak m.v. Myndigheder og aftagere sikre at standarder for fx brændstoffer og motorer udvikles så de kan bruge de nye brændsler.
5. Have afgifter og tariffer der underbygger udviklingen
Producenter af brint til p2x vil samtidig være leverandører af fleksibilitet. Afgiftssystemet skal underbygge fleksibilitet og fordele udgifterne til distribution på en måde, der underbygger denne udvikling.
6. Udvikle reguleringen, så den underbygger power-to-x
Udviklingen af power to x udfordrer regulering i flere retninger. Dels skal fx iblandingskrav gerne støtte udviklingen og dels skal der etableres nye typer af anlæg, der skal kunne fx sikkerhedsgodkendes.
7. Sikre vidensopbygning og stærkt udviklingsmiljø
Udvikling af power to x kræver stærke forskningskapaciteter på de forskellige delområder. Derudover er det vigtigt med koordinering og vidensflow fra universiteter til virksomheder.

Danmark er på flere måder godt i gang, der er Hydrogen Valley i Hobro, Green lab i Skive, der er projektet omkring Københavns Lufthavn og en del flere små og større projekter, der driver udviklingen i Danmark. Men vi har brug for en fælles strategi i Danmark, så både viden og ressourcer kan skabe synergi. Alt skal ikke løses på én gang og penge til forskning og udvikling skal fokusere på forskellige opgaver på forskellige tidspunkter. Der vil gå en årrække før power-to-x vil få væsentlig indflydelse på de danske CO₂ reduktioner.



De tre faser på vej mod 2030

I IDA ser vi tre faser i en strategi frem mod 2030

Fase 1: Test, test, test og demonstration – og så udvikling igen

IDA anbefaler, at der fra 2020:

- Gives offentlig støtte til demonstration og fremvisninger af power to x-teknologierne
Det er vigtigt at demonstrere alle elementer i forsyningskæden, og hvordan de kan spille sammen. Mange af delementerne er kendt teknologi, men de er ikke vant til at arbejde sammen endnu, hvorfor det er vigtigt at sætte fokus på sammenkoblingen. Men udvikling er også nødvendigt inden for teknologierne. I dag er Alkaline og PEM de mest kommercialiseret elektrolyseteknologier, men i fremtiden ser også SOEC brintteknologien lovende ud. SOEC har et væsentlig mindre energitab, men er på nuværende tidspunkt ikke så langt i kommercialisering som de andre.
- Laves en analyse af sammenhæng mellem power to x og udbygning med vedvarende energi
Power-to-x handler ikke om overskuds vindenergi, derimod kræver en satsning på power-to-x, at Danmark tænker i udbygning af den vedvarende energi, så det kan bruges i produktionen af electrofuels og gas. IDAs Klimasvar forventer at en udbygning i 2030 ligger på 1200 MW havvand til at producere den strøm vi bruger til PtX (i CCU og i elektrolyseanlæggene).
- Sker en reflekteret placering af p2x anlæg med udgangspunkt i forsyning og aftager muligheder
For at elektrolyseanlæg skal blive en succes kræver det at de placeres smart, så de kan kobles på elektricitets-, varme- og gasanlæg. Elektrolyse har potentiale til at reducere stigningen i behovet for ny el-infrastruktur, særligt hvis elektrolyseanlæg er placeret nær (storskala) produktion af elproduktion fra vind og sol til det kollektive elnet. Yderligere bør man forholde sig til aftagerbehov, placering af optankningsstandere, samt at anlægget ligger i nærheden af fjernvarmesystemer/potentielle områder således, at de store mængder overskudsvarme kan nyttiggøres.
- Afklares og etableres markedsmuligheder for teknologien
Et marked og økonomiske incitament er nødvendigt for, at elektrolyse bliver til virkelighed. Den nuværende markedsramme underbygger ikke brobygning mellem elektricitet og transport/gas/flydende brændsler. IDA forslår, at Danmark afklarar hvilke markedsbetingelser, der kan skabe denne kobling. En carbon-økonomi skabt af en CO₂-afgift vil underbygge både marked og incitament, men også CO₂-fortrængningskrav vil bidrage positivt.
- Arbejdes for at ændre på EU-standarder for blandinger til transport
Standarder for blandingsforhold ved for eksempel benzin hæmmer at electrofuel bliver til virkelighed, da sammensætningen i de nye brændstoffer ikke vil leve op til de nuværende EU-standarder.

- Sættes på niche-gasmarkedet og brint
Hvis brint skal ned i pris kræver det, at der er en efterspørgsel. Da brint som energibærer har opmærksomhed i en del europæiske lande, ser det ud til at det med EU's opbakning er blevet muligt at begynde etablering af infrastruktur og iværksætte de første skridt til implementering af hydrogen som brændstof. Dette kan åbne døre til et marked, hvor grøn brint (brint lavet på vedvarende energi) og andre mere komplekse brændstofs-systemer bliver til virkelighed. Yderligere er det specialiserede gasmarked en indgang til industriel brug af elektrolyse, der vil kunne skabe efterspørgsel efter grøn brint
- Forskning og oprettelse af fokuserede forskningscentre
IDA anbefaler, at forskning fokuserer særligt på Solid oxide electrolysis cells, biomas gasification, Carbon capturing fra stationære kilder og air capturing, flybrændstof fra power-to-liquide (P2L).
Oprettelse af forskningscentre, der kan fungere som udviklingscentre i samarbejdet mellem forskere og industrier, og som kan understøtte forskellige sektorer på tværs, særligt sektorerne elektricitet og transport, er det vigtigt at Power-to-X-branchen kan have en fælles kommunikation med.
- Sættes analyser i gang omkring fremtidens carbon kilder
Adgang til carbon og biomasse/biogas ressourcer skal identificeres. Hvordan undgår vi lock-ins i relation til fx afhængighed af afbrænding af biomasse og affald.
Power-to-x kan potentielt gøre os mindre afhængige af biomasse i energiproduktionen ved at kunne tilbyde fleksibilitet til energisystemet, så behovet for afbrænding mindskes. Desuden vil indfanget CO₂ som carbon-kilde kunne reducere klimabelastningen ved, at vi genbruger carbon og dermed fortrænger fortrænger fossile brændsler.

Fase 2: Mere test og demonstration og markedsudbredelse kommer i gang

Fase 2 har to omdrejningspunkter, vi skal fortsætte med at teste Power-2-x i flere forskellige sammenhænge og vi skal tage fat i og forberede hvordan power-2-x-anlæg kan bidrage til regulatoriske opgaver i energisystemet.

IDA anbefaler at der efter 2025:

- Fortsættes med demonstrationer af elektrolyseanlæg med fokus på opskalering
Hvis elektrolyse skal blive en fundamental del af de smarte energisystemer, skal der fortsættes med at skabe opmærksomhed og udvikling af teknologien og dens utallige muligheder, derfor bør demonstration af elektrolyseanlæg øges og skaleres op. Med et øget omfang af anlæg vil effektiviteten øges og priser reduceres. Opskaleringen kan ske på relativt kort tid, men der er fortsat brug for finansiel støtte for, at det lykkes.
- Stadig er stort fokus på placering af anlæg
Ved opskalering af anlæg bør man forholde sig til placeringen af systemet i relation til carbonkilder. Derudover er det vigtigt at forholde sig til elektricitet, gas og fjernvarme. Videre anbefaler IDA i IDAs Klimasvar, at anlæggene placeres tæt på produktionen af vedvarende energi. Og også distribution af produkterne må med i betragtning afhængig af om målgruppen er tung transport til lands, til vands eller i luften.
- Etableres pilotforsøg med flybrændstof
I fase 2 forventer IDA, at der kan foretages forsøg på storskala med flybrændstof. Flybrændstoffer, der fx indeholder en større procentdel metanol. Dette kan finansieres af udvikling og demonstrationsmidler og af brændstofproducenterne og flyselskaberne selv.
- Mere arbejde med brændstof til store skibe
Ammoniak kan vise sig at have potentialer som brændstof til containerskibe mv. Fase 2 må have særlig opmærksomhed omkring hvordan ammoniak i praksis kan indgå i transportsektoren. Det kræver en væsentlig udvikling omkring sikkerhed. Ikke bare på skibene, men i havne, transport af brændstoffet samt når skibene skal have brændstof påfyldt.
- Skabes god infrastruktur for salg af brændstof og placering af optankningsstationer
For at danne fundament for et marked for vedvarende transport med bl.a. brug af elektrofuels, skal der i fase 2 arbejdes med en god infrastruktur for distribution af brændstof. Det handler både omkring sikkerhed i distribution og kundernes faktiske adgang til produkterne.
- Sker en videre forskning inden for power-to-x
Baseret på forskning fra fase 1, skal nye områder have fokus. Det må selvfølgelig blive evalueret løbende. Det kunne blive forskning inden for biogasification, SOECs, CO₂air-capture og flydende brændstof. Derudover mener IDA, at det er nødvendigt at forske i gasnet, da der kommer til at ske en stor udvikling inden for dette felt uanset hvordan de forskellige teknologier kommer til at udvikle sig i den første fase.
Videncentrene er stadig vigtige for koordinering og for at sikre broen mellem forskning og virksomheder.

Fase 3: Produkter bliver udbredt på markedet

I slutning af perioden frem til 2030 vil vi se nogle af power to x teknologierne være i drift og udviklet i så stor skala, at de bidrager til reduktioner ved at skubbe fossil-energi ud.

Fra 2030 forventer IDA, at infrastrukturen for optankningsstænde er på plads, iblandingskrav betyder at electrofuels til en vis grad er ude på markedet samt forsøg med fly er en succes.

Efter 2030 vil produktionen til tung vejtransport skulle udbygges for, at Danmark kan blive klimaneutralt forsynet på den lange bane. IDA foreslår derfor, at blandingsmuligheder for brændstof er udvidet i fase 3 med mulighed for at tanke ren DME og/eller metanol enkelte steder.

Tilsvarende er produktionen til skibe, muligvis ammoniak, afgørende. Denne produktion vil også skulle udbygges markant efter 2030.

Produktionsfaciliteter og elektrolyseanlæg skaleres op med en forventet kapacitet større end 50 MW. Videre peger IDA på, at der til den tid burde være en total af 1200 MW vind til elektrolyse integreret i energisystemet og udbygningen skal fortsætte efter 2030.

Højere produktionskapacitet betyder, at der her vil være brug for investering i infrastruktur, som kan sikre at vi fortsat maksimerer synergi og fleksibilitet i energisystemet. Derudover er det vigtigt, at systemet har den rette kapacitet, da opbevaring af vedvarende sæsonenergi bliver mulig med elektrolyse og dette i højere og højere grad vil blive nødvendigt og efterspurgt efter 2030.